

Riskutredning

Öresundskraft Kraft & Värme AB



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1	2023-11-17	Originalhandling	Olle Andersson	Egzon Haliti

Sweco Sverige AB
Uppdrag 556767-9849
Miljö- och riskutredningar för
ändring av tillstånd för
Filbornaverket

Uppdragsnummer 30062425
Kund Sinfra
Upprättad av Theodor de Sousa
Datum 2023-11-17
Ver 1
Dokumentreferens Riskutredning koldioxidavskiljning på Filbornaverket.docx

Innehållsförteckning

1.	Sammanfattning	4
2.	Introduktion	5
	2.1 Bakgrund	5
	2.2 Syfte, avgränsningar, och omfattning	5
3.	Verksamhetsbeskrivning	6
	3.1 Anläggnings- och systembeskrivning	6
	3.2 Omgivningsbeskrivning	8
	3.3 Väderförhållanden	10
4.	Metod	12
	4.1 Riskidentifiering	12
	4.2 Riskvärdering och kriterier	13
	4.3 Riskanalys	14
	4.3.1 Beräkningsmodeller	14
	4.3.2 Beräkningsförutsättningar	15
	4.3.3 Hantering av osäkerheter	16
5.	Riskidentifiering och kvalitativ riskanalys	18
	5.1 Ammoniak	18
	5.2 Koldioxid	19
	5.3 Aminer	21
	5.4 Transport av farligt gods	22
	5.5 Risker från omkringliggande verksamheter	23
	5.6 Riskscenarion för kvantitativ analys	25
6.	Kvantitativ riskanalys och riskvärdering	26
	6.1 Individrisk – lastbil utan släpvagn	26
	6.2 Samhällsrisk – lastbil utan släpvagn	27
	6.3 Individrisk – lastbil med släpvagn	29
	6.4 Samhällsrisk – lastbil med släpvagn	30
	6.5 Individrisk – Placering 2	31
	6.6 Samhällsrisk – Placering 2	31
7.	Riskreducerande åtgärder	32
	7.1 Organisatoriska åtgärder	32
	7.2 Tekniska åtgärder	32
8.	Slutsats	34
9.	Referenser	35
10.	Bilaga A: Konsekvens- och sannolikhetsberäkningar	37
11.	Bilaga B: Identifierade risker från workshop	52

1. Sammanfattning

Öresundskraft Kraft & Värme AB vill fånga in koldioxid ur rökgaserna från Filbornaverket. Bolaget planerar därför att komplettera Filbornaverket med en anläggning för avskiljning av koldioxid för geologisk lagring (CCS) och för användning som råvara av hela eller delar av mängden avskild koldioxid (CCU). Avskiljning av koldioxid för geologisk lagring är tillståndspliktig enligt miljöbalken (1998:808). Inom ramen för tillståndsansökan har den här riskutredningen upprättats som bilaga till ansökans miljökonsekvensbeskrivning.

Riskutredningen syftar till att utreda riskerna för omgivningen i form av människors liv och hälsa, samt miljö. Utredningen omfattar olycksrisker kopplat till hanteringen av ammoniak, koldioxid, och aminer, samt transport av farligt gods. Eftersom utredningen sker i ett tillståndsskede är den tekniska precisionen begränsad, och detaljerat underlag vad gäller systembeskrivning och utformning saknas.

22 riskscenarion innefattande ammoniak, koldioxid, och transport av farligt gods har bedömts kvantitativt. Riskerna kopplade till aminer har hanterats kvalitativt.

De genomförda beräkningarna indikerar att anläggningen ger upphov till både individriskbidrag och samhällsrisksbidrag som ligger inom ALARP-området. På ett mindre område inom verksamheten beräknas dessutom individrisknivåer över den övre ALARP-gränsen uppstå.

Riskerna för omgivningen kopplat till hanteringen av ammoniak bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt om implementeringen beaktar de riskreducerande åtgärder som presenteras i den här utredningen.

Riskerna för omgivningen kopplat till hanteringen av koldioxid bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt om lagerbehållaren med flytande koldioxid skyddas från yttre påverkan med påkörningsskydd och dubbelmantling. En olycka i lagerbehållaren är nämligen den del av koldioxidprocessen som får längst konsekvensavstånd.

Riskerna för omgivningen, i form av vattenmiljön, kopplat till hanteringen av aminer, bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt givet att aminhaltigt dag- och spillvatten vid olycka kan stängas in och hindras från att nå recipient. För tredje part bedöms inte aminer utgöra en akut risk vid olycka.

Riskerna för omgivningen kopplat till transport av farligt gods bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt om verksamheten, genom kontroller och utbildningar, säkerställer att transport, lastning, och lossning sker i enlighet med gällande lagar, regler, normer, och branschpraxis, eftersom dessa tillsammans bedöms utgöra bästa tillgängliga kunskap.

Swecos slutgiltiga bedömning är att verksamheten är fullt kapabel att hantera de risker som uppkommer i samband med införandet av en anläggning för koldioxidavskiljning och att anläggningen därmed är tolerabel ur omgivningens riskperspektiv.

2. Introduktion

2.1 Bakgrund

Öresundskraft Kraft & Värme AB (nedan kallat "Bolaget") har satt upp ett mål om att minska koldioxidutsläpp från energiproduktion genom att fånga in koldioxid ur rökgaserna från Filbornaverket. Bolaget planerar att komplettera Filbornaverket med en anläggning för avskiljning av koldioxid för geologisk lagring (CCS) och för användning som råvara av hela eller delar av mängden avskild koldioxid (CCU). Avskiljning av koldioxid för geologisk lagring är tillståndspliktig enligt miljöbalken (1998:808). Inom ramen för tillståndsansökan upprättas den här riskutredningen som bilaga till ansökans miljökonsekvensbeskrivning.

2.2 Syfte, avgränsningar, och omfattning

Den här riskutredningen syftar till att utreda riskerna för omgivningen i form av människors liv och hälsa, samt miljö. Utredningen omfattar olycksrisker kopplat till hanteringen av ammoniak, koldioxid, och aminer, samt transport av farligt gods. Eftersom utredningen sker i ett tillståndsskede är den tekniska precisionen begränsad, och detaljerat underlag vad gäller systembeskrivning och utformning saknas. Generellt har dessa osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas. I samband med framtida projektering bör denna riskutredning uppdateras så att riskerna kan preciseras.

3. Verksamhetsbeskrivning

Filbornaverket är en av de anläggningar som är anslutna till fjärrvärmenätet i Helsingborg och är den produktionsanläggning som levererar störst andel värme. Sedan 2005 är Helsingborgs fjärrvärmenät sammankopplat med Landskronas, och sedan 2015 även med Lund via Örtofta. Med infångning av koldioxid ur rökgaserna kan anläggningen också möjliggöra geologisk lagring av koldioxid eller dess nyttjande som råvara för exempelvis elektrobränslen.

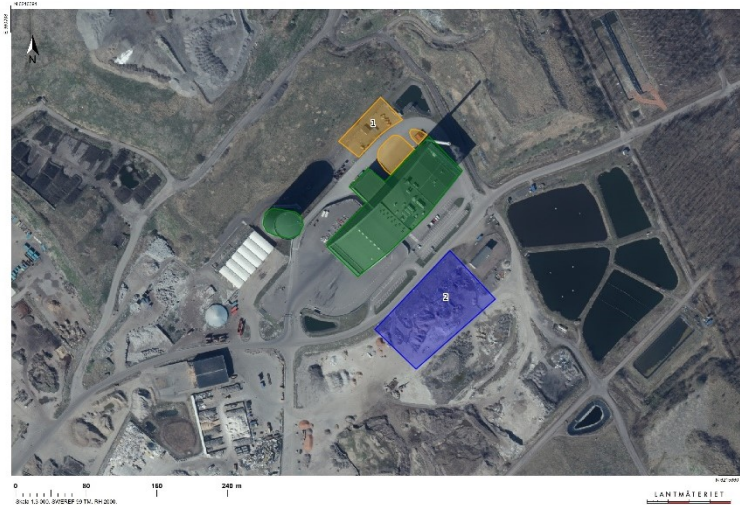
3.1 Anläggnings- och systembeskrivning

Filbornaverket är ett kraftvärmeverk som övergripande består av: tippshall med bränslemottagning, bränslebunker, pannhus med avfallspanna, ångturbin och generator, rökgasrening, rökgaskondensering, silos för flygaska, kalk och aktivt kol, system för vattenrening, turbinhall, kondensorer och pumprum. Utöver detta finns utrymmen för övrig processutrustning, verkstäder, kontor, kontrollrum med mera. I anslutning till anläggningen finns skorsten, ackumulatortank för hetvatten med tillhörande teknikhus och högspänningsställverk med 130 kV-transformatorer.

Efter behandling i befintlig rökgasrening- och kondenseringsanläggning avleds rökgaserna till en avskiljningsanläggning via en anslutning till befintlig rökgaskanal. I avskiljningsanläggningen avskiljs cirka 90 % av den koldioxid som finns i rökgaserna och därefter släpps rökgaserna ut via befintlig skorsten. Avskild koldioxid behandlas vidare genom komprimering och kylning för att i slutändan lagras och transporteras bort som flytande koldioxid (LCO₂). De nya anläggnings- och processdelar som generellt är av intresse för riskutredningen är framför allt:

- förvätskningssystem
- kylsystem med ammoniak
- kompressorsystem
- lagertankar för LCO₂
- lastning av LCO₂ till fordon
- transport av LCO₂ till närmsta rekommenderade led för farligt gods.

I dagsläget utreds den exakta utformningen av systemen fortfarande, och systembeskrivningar för den ansökta verksamheten kan därför endast ges översiktligt. Två alternativa placeringar kommer utvärderas. Dessa ses numrerade som placering 1 och 2 i figur 3.1.



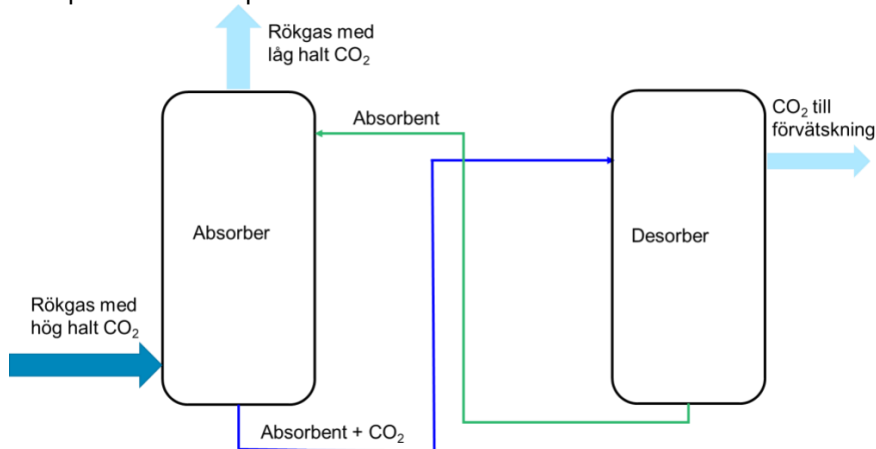
Figur 3.1: Placeringsalternativ för CCS-anläggningen. Existerande byggnadsverk ses i grönt. Tillkommande anläggning kommer vid alternativ 1 att placeras ungefär inom det orangea området, och vid alternativ 2 ungefär inom det blåa området. Karta hämtad från Lantmäteriet (2023).

Koldioxidavskiljning genom kemisk absorption bygger på två huvudprocesser; absorption och desorption, se figur 3.2. Rökgaser leds in i botten av absorber och absorbent i vätskefas leds in i toppen av absorber så att rökgas och absorbent möts motströms. Rökgas med låg halt koldioxid avleds i toppen av absorber vidare till befintlig skorsten. Absorbent med koldioxid leds till desorber där koldioxid avgår i gasfas i toppen av desorber och regenererad absorbent tas ut i botten av desorber för att sedan pumpas tillbaka till absorber för en ny avskiljningscykel.

För att säkerställa driften av avskiljningsanläggningen så planeras installation av kompletterande kylare. Separat kylsystem med köldmedia för kylning av koldioxid samt värmepumpar med köldmedia för återvinning av spillvärme tillkommer vid koldioxidavskiljning. För den här riskutredningen antas kylsystemen använda ammoniak, och operera under temperaturer på mellan 36 – 112 °C och flöde på 33,2 kg/s, med en total mängd som är mindre eller lika med 20 ton.

Avskild koldioxid komprimeras och kyls för att öka dess densitet för att möjliggöra transport. Mottagare av koldioxid indikerar att koldioxiden ska levereras i flytande fas med temperatur ca -26°C och tryck ca 15 bar alternativt temperatur -55°C och tryck ca 7 bar. För den här riskutredningen används det första alternativet, eftersom det ger större konsekvensavstånd vid utsläpp. Flytande koldioxid pumpas därefter till mellanlagringstankar. Från mellanlager

transporteras LCO₂ på lastbilar till externa aktörer.

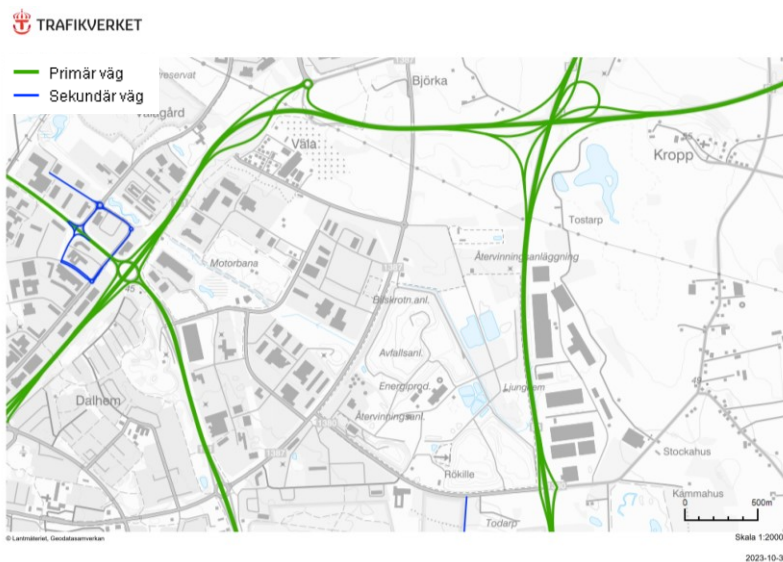


Figur 3.2: Schematisk bild av koldioxidavskiljningsprocessen.

3.2 Omgivningsbeskrivning

Filbornaverket ligger i Helsingborgs kommun nordost om Helsingborgs centrum och ligger inom ett område för återvinning, sortering, mellanlagring, behandling och deponering av avfall där 27 olika verksamheter samexisterar. På de omgivande fastigheterna har NSR tillstånd till verksamhet inom avfallshantering medan Bolaget har tillstånd till verksamhet på fastigheten som Filbornaverket ligger på.

Området som inrymmer Filbornaverket och avfallsanläggningen är avgränsat av större vägar: Ängelholmsleden 1,5 km norrut, motorväg E4/E6/E20 500 m österut, Hjortshögsvägen 500 m söderut samt Vålavägen 500 m västerut. Närmsta rekommenderade väg för farligt gods är E4/E6/E20, se figur 3.3.



Figur 3.3: Rekommenderad väg för farligt gods. Gröna sträckor utgör primär väg, och blå sträckor utgör sekundär väg. Karta hämtad från Trafikverket (2023)

Närmaste omgivning som presenteras i figur 3.4 utgörs av industriområde i öster, väster och söder. Söder, öster och norr om Filbornaverket finns även blandad åker- och skogsmark men också enstaka bebyggelse. Närmaste bostäder ligger ca 900 m öster om anläggningen.

Närmaste bostadsområden är Väla by, Dalhem och Hjortshög, som ligger mellan 1–1,5 km från anläggningen. Söder om anläggningen finns Bruces skogs naturreservat. Närmaste arbetslokal för tyst verksamhet utgörs av ridverksamhet och är lokaliserad cirka 600 m söder om Filbornaverket.

Filbornaverket är lokaliserat på fastigheten Väla 7:11. Fastigheten ligger cirka 46 m över havet och omges i norr av en deponi, vilken ligger mer än 60 m över havet. I södra delen av området för avfallshantering finns även två höjder som överstiger 50 m över havet. Dessa höjdområden illustreras i rosa i figur 3.5.



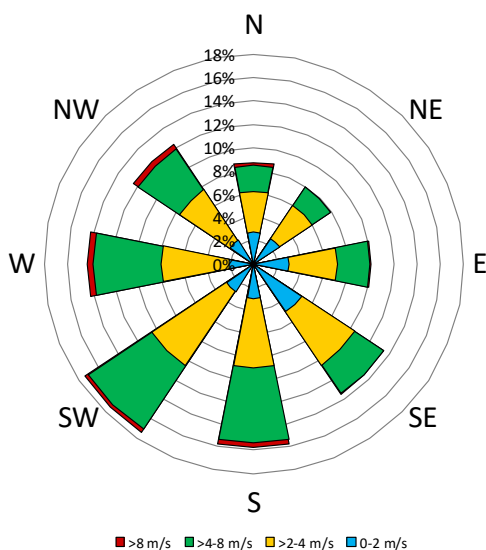
Figur 3.4: Filbornaverkets omgivning, verksamhetsområdet markerat i grönt. Karta hämtad från Lantmäteriet (2023).



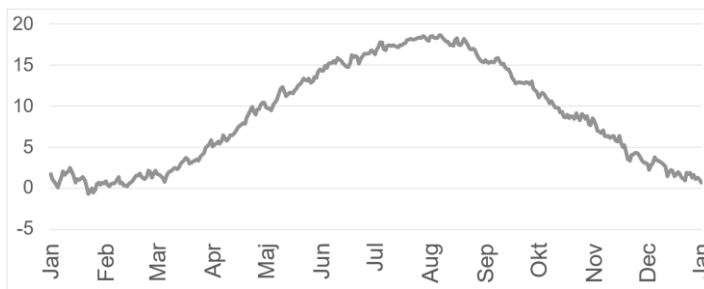
Figur 3.5: Topografisk karta över den närmsta omgivningen. Verksamhetsområdet ses i grönt. Större höjder illustreras i lila. Karta hämtad från Lantmäteriet (2023).

3.3 Väderförhållanden

För beräkningar antas vädret på platsen motsvara SMHI:s mätstation "Helsingborg A", vilken ligger 4,5 km från verksamhetsområdet. Vindhastigheter och vindriktningar har stor påverkan gasmolnspridningsbeteende. Dessa återges som en vindros i figur 3.6. Vinden kommer oftast från ungefär sydväst med stor spridning mellan nordvästlig/sydvästlig vind. Dygnsmedeltemperaturens variation över året ses i figur 3.7 och tabell 3.1. Årsmedeltemperaturen uppgår till 8,8 °C.



Figur 3.6: Vindros baserad på data från SMHI:s mätstation "Helsingborg A" 4,5 km från Filbornaverket.



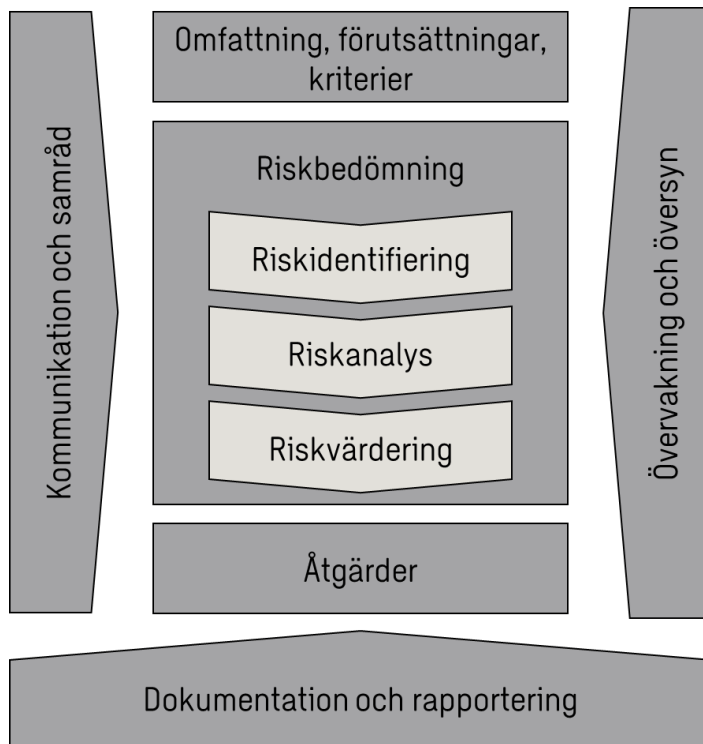
Figur 3.7: Dygnsmedeltemperatur i °C över året, baserad på data från SMHI:s mätstation "Helsingborg A" 4,5 km från Filborna.

Tabell 3.1: Genomsnittliga dygnsmedeltemperaturen i °C per månad, baserad på data från SMHI:s mätstation "Helsingborg A", 4,5 km från Filbornaverket.

Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
1	1	3	8	12	16	18	17	14	9	5	2

4. Metod

Den här riskutredningen har utgått från ISO 31000 Riskhantering – Vägledning. Omfattning och förutsättningar återges framför allt i introduktionen, och kriterier presenteras här i Metod-avsnittet. Kommunikation, samråd, övervakning och översyn har genomförts i form av avstämningsmöten med projektansvarig på Bolaget, samt i de två senare fallen även egenkontroller och interngranskningar. Dokumentation och rapportering sker i form av den här rapporten, och respektive del av riskbedömningen förklaras ytterligare här i Metod-avsnittet. Förslag på riskreducerande åtgärder presenteras efter riskbedömningen.



4.1 Riskidentifiering

Riskidentifieringen, i form av en What-if analys, genomfördes under en workshop på Filbornaverket 2023-09-06. Riskidentifieringen utgick från en existerande HAZID, daterad 2022-10-20, men ytterligare identifiering skedde också under workshopen.

Tidigare händelser har identifierats i databasen ARIA¹ (Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires), som upprätthålls av den franska byrån för analys av industririsker och föroreningar (BARPI). Databasen innehåller över 46 000 olyckor och katalogiserar bland annat inblandade kemikalier, typ av händelse, och skador på skyddsvärden. I många fall innehåller incidentrapporterna även en beskrivning av såväl direkta orsaker som de riskreducerande åtgärder som införs efter incidenten. För koldioxid har även en artikel (Spitzenberger & Flechas, 2023) om olyckor inom CCS använts.

¹ La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques, *The ARIA Database*, <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/the-barpi/the-aria-database/?lang=en> [hämtad 2023-10-24].

4.2 Riskvärdering och kriterier

Samtliga risker värderades kvalitativt av en projektgrupp på Öresundskraft och riskkonsulter på Sweco genom att skatta frekvenser och konsekvenser på en femgradig skala för skyddsvärdena *Liv och Hälsa*, samt *Miljö*. Den skattade sannolikheten och konsekvensen ger en riskprodukt som kan användas för att identifiera prioriterade risker.

Tabell 4.1: Kvalitativa riskkriterier som använts för riskvärderingen.

Skattning	Sannolikhet	Konsekvens	Beskrivning: Liv och hälsa	Beskrivning: Miljö
5	Mycket hög (>1 år)	Mycket stor	Flera döda eller 10-tals svårt skadade	Mycket stor miljöeffekt, mycket känslig omgivning
4	Hög (1–10 år)	Stor	Enstaka döda eller flera svårt skadade	Betydande miljöeffekt, mycket känslig omgivning Eller Mycket stor miljöeffekt, känslig omgivning
3	Måttlig (10–100 år)	Betydlig	Enstaka svårt skadade, svåra obehag, bestående men	Liten miljöeffekt, mycket känslig omgivning Eller Betydande miljöeffekt, känslig omgivning Eller Mycket stor miljöeffekt, mindre känslig omgivning
2	Låg (100–1000 år)	Måttlig	Enstaka skadade, varaktigt obehag, frånvaro > 1 dag	Liten miljöeffekt, känslig omgivning Eller Betydande miljöeffekt, mindre känslig omgivning
1	Mycket låg (<1000 år)	Försumbar	Övergående lindriga obehag, första hjälpen, små skador	Inga egentliga skador, liten utbredning, ingen sanering, mindre spill inom anläggning till hårdgjord yta.

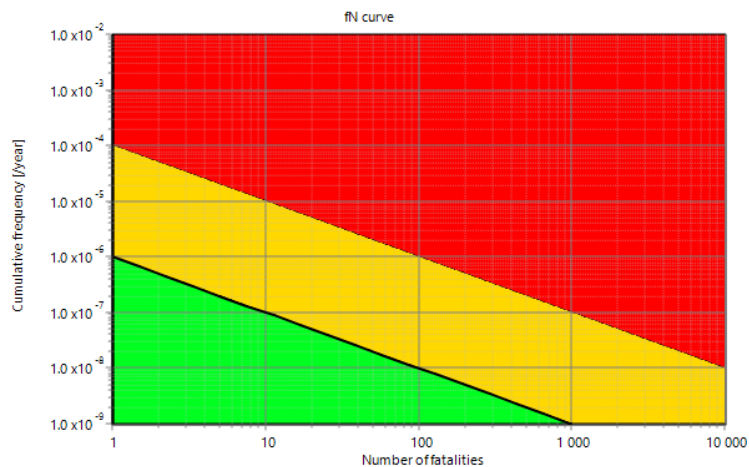
De kvantifierade riskerna värderats med hjälp av de kriterier för individrisk och samhällsrisk som presenteras i rapporten "Värdering av risk" (Davidson, Lindgren, & Liane, 1997). Riskkriterierna presenteras i form av ett toleransintervall, vilket kallas för ALARP-området (As Low As Reasonably Practicable). Risker som överstiger ALARP-området är för stora och tolereras ej. För risker inom ALARP-området ska risknivån reduceras så långt det är praktiskt möjligt och ekonomiskt försvarbart. Risker understigande ALARP-området bedöms som små, men bör fortfarande hanteras i den mån det inte är ekonomiskt och praktiskt oförsvarligt.

För individriskberäkningar har kartkonturer med följande kriterier använts:

- Den övre gränsen för ALARP-området är 10^{-5} dödsfall per år.
- Den undre gränsen för ALARP-området är 10^{-7} dödsfall per år.

För samhällsriskberäkningar används en FN-kurva, vilket är en graf som visar den ackumulerade frekvensen för ett visst antal dödsfall. Följande kriterier har använts och illustreras i figur 4.1:

- Den övre gränsen för ALARP-området motsvarar en frekvens på 10^{-4} per år vid 1 dödsfall, och avtar linjärt med ökat antal dödsfall.
- Den undre gränsen för ALARP-området motsvarar en frekvens på 10^{-6} per år vid 1 dödsfall, och avtar linjärt med ökat antal dödsfall.



Figur 4.1: Övre och undre risknivåerna i en FN-kurva. ALARP-området i orange innesluts mellan den övre röda nivån och den undre gröna nivån.

4.3 Riskanalys

Analysen av identifierade risker har genomförts kvalitativt eller kvantitativt beroende på de enskilda riskernas natur. För de större utsläpp av ammoniak och koldioxid som identifierats har beräkningar utförts i mjukvarorna Gexcon EFFECTS 12 och Gexcon RISKCURVES 12. Utsläppen av absorbentvätska har analyserats med kvalitativa resonemang.

4.3.1 Beräkningsmodeller

Coloured Books utgör basen för mjukvaran och består av fyra böcker: "Yellow Book", "Green Book", "Purple Book" och "Red Book". De flesta modeller i mjukvaran utgår från *Coloured Books*, men modellerna har även vidareutvecklats (Gexcon, 2022). För gasmolnsspridning används modellerna som presenteras kapitel 4 i *Yellow Book* (van den Bosch & Weterings, 2005), för explosioner och kärlsprängning används modellerna som i kapitel 7 i samma bok.

Dödligheten vid utsläpp av toxiska ämnen beräknas i mjukvaran genom ämnesspecifika toxiska probitvärden. Varje toxiskt ämne har sina egna probitkonstanter (a, b och n) som anger dödligheten vid olika koncentrationer (C) och tidsintervall (t).

$$Pr = a + b \times \ln(C^n \times t)$$

I mjukvaran saknas toxicitetsdata för koldioxid, vilket gör att probitkonstanterna behöver definieras manuellt.

Det nederländska forskningsinstitutet *National Institute for Public Health and the Environment*, (RIVM), har tagit fram en teknisk rapport (ter Burg, 2022) vars mål var att fastställa en probitfunktion för koldioxid. Resultatet av den rapporten är att ingen probitfunktion har kunnat identifierats som kan beskriva hela exponerings- och dödlighetsintervallet tillräckligt precist för att användas i alla lägen. Rapporten presenterar dock en konservativ probitfunktion framtagen av den brittiska myndigheten *Health and Safety Executive*, HSE, som baseras på rapporter kring medvetlöshet på grund av koldioxidexponering. Denna konservativa probitfunktion med a = -90,8, b = 1,01 och n = 8 har använts i beräkningarna.

4.3.2 Beräkningsförutsättningar

Personer antas, inom 30 minuter från att de utsätts för toxiska gaser, kunna sätta sig själv i säkerhet genom att gå in och stänga fönster och ventilation. Enligt en förenkling i programvaran bedöms således den maximala tiden som en person utsätts för toxiska gaser vara 30 minuter. Utsläpp från rörledningar antas ha konstant källstyrka motsvarande massflödet i processen och antas alltid pågå 30 minuter, även om den totala utsläppsmängden då överstiger den maximala momentana mängden.

Beräkningarna förutsätter planmark, vilket innebär att omgivningens topografi inte beaktas vid spridningsavstånd.

För samhällsrisikberäkningar har underlag om arbetande och bosatt befolkning i första hand tagits från Helsingborgs Stads områdesbeskrivning för Nordöstra staden (2017)² respektive Statistiska centralbyråns befolkningsfördelningsdata (2022)³. För industriområdet öster om trafikplats Vasatorp har den arbetande befolkningsdensiteten antagits motsvara Nordöstra stadens densitet. Områdena presenteras i figur 3.1 och befolkningen inom respektive område presenteras i tabell 4.2. Andelen arbetande befolkning nattetid antas motsvara en tredjedel av 35 % av den arbetande befolkningen, vilket motsvarar nattskiftet för den del av sysselsatta som arbetar kväll, natt, helg, eller skift. Underlag för arbetstidens förläggning kommer från Tordenmalm och Samuelsson (2019). För bofast befolkning antas samtliga befinna sig i området både dag och natt.

Tabell 4.2: Befolkningsmängd i de olika områdena som använts vid samhällsrisikberäkningar.

Område	Befolkning dag	Befolkning natt
Arbetsbefolkning nordöstra staden	5400 st	630 st
Arbetsbefolkning öster om E4/E6/E20	654 st/km ²	76 st/km ²
Bostadsbefolkning Vasatorp	14 st	14 st
Bostadsbefolkning Väla By	103 st	103 st

De skadekriterier som använts återges i tabell 4.3.

Tabell 4.3: Skadekriterier som använts för konsekvensberäkningar.

Kriterietyp	Värde	Enhet	Källa
Koncentration	<i>Ämnesberoende</i>	Probit	(AIChE, 2023)
Acute Exposure Guideline Levels (AEGL)	<i>Ämnesberoende</i>	ppm	(United States Environmental Protection Agency, 2023)
Tryck	10	kPa	(Uijt de Haag & Ale, 2005)
Värmestrålning	6	kW/m ²	(SPBI, 2016)

² <https://media.helsingborg.se/uploads/networks/1/2020/01/omradesbeskrivning-2017-nordostrastaden.pdf>

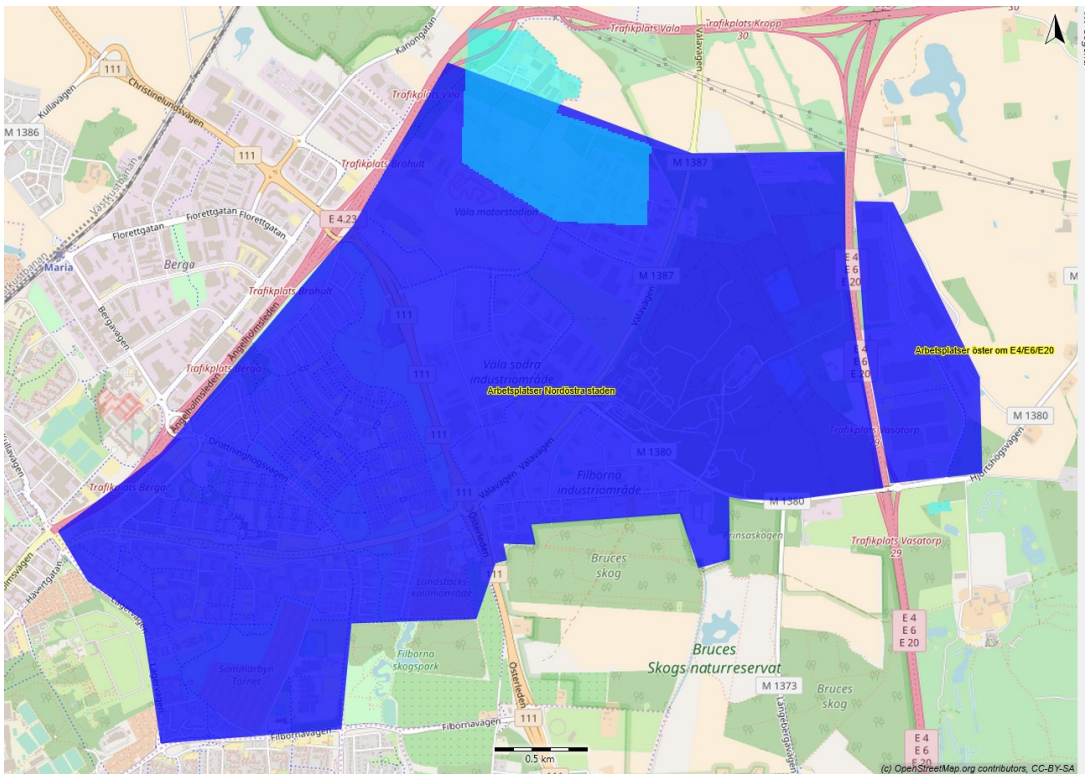
³ <https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/metadata/2b80c87c-7f03-4757-a621-a12663a34467>

4.3.3 Hantering av osäkerheter

Risicanalyser av den typ som redovisas i denna rapport är behäftade med stora osäkerheter. Generellt har dessa osäkerheter hanterats genom konservativa bedömningar och antaganden. Detta innebär att bedömningar gjorts så att risken snarare överskattas än underskattas när osäkerheter förelegat. Anledningen till detta är att säkerställa att risken inte underskattas eftersom konsekvensen av en underskattad risk medför större sannolikhet att människor omkommer medan en något överskattad risk medför att kostnaden för åtgärder riskerar att bli högre.

Nedan presenteras några de konservativa bedömningar avseende sannolikheter samt konsekvenser som gjorts i rapporten.

- Spridningsberäkningar med koldioxid beaktar inte topografin vilket innebär att platser på höjd också utsätts för gasmolnsspridningen.
- Explosionsberäkningar med koldioxid beaktar inte topografin eller omkringliggande byggnadsverk, vilket innebär att tryckvågor propagerar med full kraft. I verkligheten hade kraftvärmeverket absorberat eller riktat om eventuella tryckvågor.
- Spridningsberäkningar med ammoniak beaktar inte topografin eller omkringliggande byggnadsverk, vilket innebär att den beräknade gasmolnsspridningen i vissa riktningar når betydligt längre än i verkligheten, eftersom fasader generellt ger kraftiga utspädningseffekter, och kraftvärmeverket utgör en förhållandevis stor fasad.
- Den genomsnittliga befolkningsdensiteten har höjts genom att begränsa respektive område till att endast omfatta platser som antas utgöra stadigvarande vistelse. På så sätt blir samhällsrisikberäkningarna mer konservativa.
- Kontinuerliga utsläpp beräknas som fria horisontella jetstrålar, vilket resulterar i de största konsekvensavstånden.
- Ingen segmentering av behållare antas förekomma. I verkligheten kan system konstrueras med flera mindre behållare, vilket minskar utsläppsmängden från läckage eller brott på enstaka behållare.



Figur 4.2: Befolkningsområden som använts för samhällsrisksberäkningarna. Mörkblåa områden motsvarar arbetande befolkningsområden. Ljusblåa områden motsvarar bofasta befolkningsområden.

5. Riskidentifiering och kvalitativ riskanalys

Riskerna kopplade till ammoniak, koldioxid, aminer, och transport av farligt gods presenteras i det här kapitlet generellt, med tillhörande orsaker och konsekvenser för skyddsvärdena liv och hälsa samt miljö. Därefter redovisas de riskscenarion som använts vid den kvantitativa riskanalysen.

5.1 Ammoniak

Ammoniak (NH₃) (CAS 7664-41-7) är en giftig och frätande gas. Vid höga koncentrationer inomhus är den även brandfarlig (15 – 28 vol-%). Gasen är något lättare än luft och löslig i vatten.

Ämnet hanteras i kylanläggningen under varierande tryck runt 30 – 40 bar, och varierande temperaturer upp till över 100 °C. För ammoniak används i den här riskutredningen gränsvärden från AEGL⁴ för risken för livshotande skador och dödsfall samt irreversibla hälsoeffekter, vilka kan ses i tabell 5.1. Observera att koncentrationen är densamma för AEGL-2 oavsett exponeringstid.

Eftersom ammoniak har ett brännbarhetsområde mellan 15 – 28 %, och kräver en energirik tändkälla för att antändas, bedöms antändning av gasmoln endast vara en relevant risk inomhus i slutna utrymmen i direkt anslutning till utsläppet., och utgör därmed inte någon risk vid gasmolnsspridning för omgivningen då gasmolnet späds under förflyttning. Vid direkt antändning kan dock en jetflamma uppstå, vilket kan skada personal och anläggning inom verksamhetsområdet.

Tabell 5.1: Gränsvärden för ammoniak enligt AEGL och respektive luftkoncentration.

Gränsvärde	Koncentration 10 min exponering	Koncentration 30 min exponering
AEGL-3: Risk för dödsfall	2700 ppm	1600 ppm
AEGL-2: Risk för allvarliga effekter	220 ppm	220 ppm

Tidigare händelser med ammoniakkylsystem utgörs främst av läckage, eftersom större olyckor i huvudsak berör lagringstankar. Eftersom större lagringstankar inte kommer finnas i kylsystemet tar den här listan endast upp exempel på olyckor med rörledning och mindre behållare.

Tabell 5.2: Tidigare händelser med utsläpp av ammoniak.

Typ av händelse	Beskrivning	Länk
Ammoniakläckage i glassfabrik	En fallande fläkt orsakar ett rörbrott och efterföljande läckage på 1 ton.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/54408_en/?lang=en
Ammoniakläckage på rörledning	Under arbete med montage av rörledningsstöd borrar ett hål genom isolering och rör. Flytande ammoniak läcker ut.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/42835_en/?lang=en

⁴ *Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs)*, <https://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/acute-exposure-guideline-levels-aegls.html> [hämtad 2023-10-25].

Ammoniakexplosion i mindre behållare	En ammoniakbehållare på 50 kg överfylls med 64 kg och exploderar. Gasmolnsspridning uppstår.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/6959_en/?lang=en
--------------------------------------	--	---

De generella ammoniak-relaterade risker som identifierats återges i tabell 5.3

Tabell 5.3: Identifierade risker kopplade till ammoniak.

ID:	Skadehändelse	Orsak	Konsekvens liv och hälsa	Konsekvens miljö
18	3–10 m ³ ammoniak släpps ut från kylsystemet.	brott på rör, ventil, munstycke, eller pump på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Brännskador, frätskador.	Vattenföroreningar.
19	<3 m ³ ammoniak släpps ut från kylsystemet.	brott på rör, ventil, munstycke, eller pump på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Brännskador, frätskador.	Vattenföroreningar.

5.2 Koldioxid

Koldioxid (CO₂) (CAS 124-38-9) är en färglös och luktfri icke-brandfarlig gas som förekommer naturligt i vår atmosfär. Gasen är tyngre än luft och relativt svårlöslig i vatten.

Under tryck och låg temperatur kondenseras gasen till vätskeform. Vid ett läckage ångar vätskan av och bildar gas som snabbt expanderar i luft. Vid höga koncentrationer trycker gasen undan syre och kan därmed verka som kvävande, speciellt i slutna miljöer. Nedkyld gas kan orsaka köldskador på person och egendom. Vid extern påverkan, exempelvis brand, kan ämnet omfattas i scenariot kärlsprängning med stort konsekvensområde och skadlig/dödlig påverkan på relativt långt avstånd från olycksplatsen.

Tidigare händelser med koldioxid är främst tryckkärlexplosioner i form av en "Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions (BLEVE), där en plötslig trycksänkning förångar den vätskeformade koldioxiden som därmed expanderar snabbt. Det är anmärkningsvärt att rapporter om mindre olyckor eller läckage saknas. Möjligen kan det bero på att dylika scenarion sker väldigt sällan, eller att de inte resulterar i eller har potentialen att resultera i allvarliga olyckor.

Tabell 5.4: Tidigare händelser med utsläpp av koldioxid.

Typ av händelse	Beskrivning	Länk
BLEVE med kylkondenserad koldioxid från tankbil	Tankvagn med 231 ton kylkondenserad koldioxid exploderar trots pågående ventilering från säkerhetsventil. Orsaken bedömdes vara sprödbrott i behållarmaterialet.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/7436_en/?lang=en
BLEVE i lagringsbehållare med kylkondenserad koldioxid	En behållare exploderar vid tankning, förmodligen på grund av överfyllning, vilket orsakar en kedjereaktion där närliggande behållare exploderar. Behållarnas materialval visade sig också vara olämpligt för användning vid låga temperaturer.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/7645_en/?lang=en

Utsläpp från rörledning med flytande koldioxid	Sättningar i mark efter regn orsakade fullständigt rörbrott vid svetsfog på rörledning.	https://www.aiche.org/sites/default/files/cep/20230633.pdf
BLEVE i lagringsbehållare med kylkondenserad koldioxid	En behållare spricker i samband med en BLEVE. Tankfragment sprids 300 m.	https://www.aiche.org/sites/default/files/cep/20230633.pdf

De generella koldioxid-relaterade risker som identifierats återges i tabell 5.5

Tabell 5.5: Identifierade risker kopplade till koldioxid.

ID:	Skadehändelse	Orsak	Konsekvens liv och hälsa	Konsekvens miljö
9	Gasformig CO ₂ släpps ut från kompressorhuset.	Brott på rör eller kompressor på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter.	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
10	10–100 ton gasformig CO ₂ släpps ut från rörledningar i marken.	Totalt haveri på rör eller ventil på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
11	<10 ton gasformig CO ₂ släpps ut från rörledningar i marken.	Brott på rör eller ventil på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
12	10–100 ton gasformig CO ₂ släpps ut från rörledningar ovan mark.	Totalt haveri på rör, ventil, eller munstycke på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
13	<10 ton gasformig CO ₂ släpps ut från rörledningar ovan mark.	Brott på rör eller ventil på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
14	stort utsläpp av gasformig CO ₂ uppstår från förvätskningsprocessen.	Totalt haveri på rör, ventil, eller munstycke på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
15	litet utsläpp av gasformig CO ₂ uppstår	brott på rör, ventil, eller munstycke på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Kvävningsrisk	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
16	stort utsläpp av flytande CO ₂ uppstår från förvätskningsprocessen.	brott på rör, ventil, eller munstycke på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
17	litet utsläpp av flytande CO ₂ uppstår från förvätskningsprocessen.	brott på rör, ventil, munstycke, eller pump på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
20	600–1200 ton flytande CO ₂ släpps ut från lagertank.	Tankruptur på grund av korrosion eller materialbrott	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>

21	10–600 ton flytande CO ₂ släpps ut från lagertank.	Tankruptur på grund av korrosion eller materialbrott	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
23	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut från lagertank.	Tankruptur på grund av korrosion eller materialbrott, brott på rörledningar, ventiler, munstycken.	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
25	>10 ton flytande CO ₂ släpps ut vid lastning till lastbil	Totalt haveri på rör, ventil, munstycke, eller pump på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
26	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut vid lastning till lastbil	Totalt haveri på rör, ventil, munstycke, eller pump på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>

5.3 Aminer

Aminer är en grupp av kemikalier som bland annat används som koldioxidabsorbent. Skadliga egenskaper varierar mellan specifika molekyler, men aminer kan exempelvis vara extremt frätande och därmed korrosivt. Dessutom hålls de vid höga temperaturer som kan orsaka brännskador på personer i närheten. Vid ytterligare upphettning kan bland annat cancerogena nitrosaminer bildas, exempelvis som del av ett brandförlopp. Aminerna som verksamheten planerar att använda för koldioxidabsorption är dock inte brandfarliga, och nitrosaminer utgör framför allt en långsiktig fara för människor i den omfattningen de genereras vid upphettning.

Ovanstående medför att hanteringen av aminer främst är en risk för personal inom verksamheten, även om enskilda spill även kräver sanering.

Tidigare händelser med aminer utgörs främst av läckage där saneringsbehov uppstått.

Tabell 5.6: Tidigare händelser med utsläpp av aminer.

Typ av händelse	Beskrivning	Länk
Läckage i lagerbehållare med MEA	Tryckökning i behållare leder till mindre öppning där några liter MEA släpps ut.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/58724_en/?lang=en (på franska)
Läckage från IBC-behållare med MEA	IBC-behållare läcker ut 700 liter MEA på en väg. Saneringsfirma omhändertar spillet och tömmer IBC-behållaren.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/43129_en/?lang=en (på franska)
Läckage av MEA till regnvattenbehållare i fabrik.	Läckage med ren MEA kommer i kontakt med regnvatten och orsakar en exotermisk reaktion. Risk för korrosion uppstår, 100 arbetare utrymmer fabriken. Räddningstjänst stoppar läckan och saneringsfirma omhändertar utsläppet.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/38926_en/?lang=en (på franska)
Läckage av MEA från bulkcontainrar.	En lastbil med en släpvagn läcker MEA. Föraren använder sand för att absorbera produkten. Räddningspersonalen stoppar läckan och omhändertar produkten.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/35522_en/?lang=en (på franska)

Läckage av DEA från regenereringskolonn	Läckage på rörledning med DEA uppstår och 3,75 ton läcker ut från regenereringskolonn i raffinaderi men omhändertas i en vattenreningsbehållare. Inget utsläpp till naturen sker.	https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/57383_en/?lang=en
---	---	---

De generella amin-relaterade risker som identifierats återges i tabell 5.7

Tabell 5.7: Identifierade risker kopplade till aminer.

ID:	Skadehändelse	Orsak	Konsekvens liv och hälsa	Konsekvens miljö
1	100–1000 m ³ absorbentvätska släpps ut.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	arbetare i närheten utsätts för aminer	aminförorening av dagvatten
2	10–100 m ³ absorbentvätska släpps ut.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	arbetare i närheten utsätts för aminer	aminförorening av dagvatten
3	<10 m ³ absorbentvätska släpps ut.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter, olyckor vid hantering	arbetare i närheten utsätts för aminer	aminförorening av dagvatten
4	100–1000 m ³ desorbentvätska släpps ut.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	risk för brännskador från 90-gradig desorbent för arbetare i närheten, arbetare i närheten utsätts för kemikalier	förorening av grundvattnet
5	10–100 m ³ desorbentvätska släpps ut.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	risk för brännskador från 90-gradig desorbent för arbetare i närheten, arbetare i närheten utsätts för kemikalier	förorening av grundvattnet
6	<10 m ³ desorbentvätska släpps ut.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter, olyckor vid hantering	risk för brännskador från 90-gradig desorbent för arbetare i närheten, arbetare i närheten utsätts för kemikalier	förorening av grundvattnet
7	Varm aminlösning släpps ut från reclaimers.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter, olyckor vid hantering	varm lösning läcker ut	miljöfarlig lösning läcker ut.
8	Aminhaltigt avfall släpps ut från reclaimers.	Skador på utrustning på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter	frätande ämnen läcker ut.	miljöfarliga ämnen läcker ut.

5.4 Transport av farligt gods

Transporterna från den tillkommande anläggningsdelen sker med lastbil i huvudsak via Hjortshögsvägen och väg E4/E6/E20. Transporter av bränsle, avfall och kemiska produkter sker huvudsakligen på vardagar. Avskild koldioxid planeras att transporteras via

Hjortshögsvägen och väg E4/E6/E20. Transport av flytande koldioxid kan komma att ske dygnet runt. Transporten sker antingen med 25 ton i enkel lastbil eller 50 ton i lastbil med släp. Då totala mängden transporterad koldioxid per år kommer vara densamma, innebär alternativen 10 000 respektive 20 000 transportrörelser och hälften av detta som farligt gods.

Avfallet från den tillkommande anläggningsdelen utgörs i huvudsak av förbrukad aminhaltig absorbent, som kan vara frätande. Avfallet och de kemiska produkterna bedöms utgöra en risk för trafikanter, men främst i form av vanliga trafikolyckor som fordonskollisioner eller påkörning. För individer som uppehåller sig bortom vägområdet bedöms dessa transporter inte utgöra någon förhöjd risk, eftersom området inom 15 m från vägen utgörs av vegetationsbeklädda vallar och ytor eller parkeringsplatser där stadigvarande vistelse inte väntas förekomma. Dessa risker behandlas därför inte ytterligare i den här rapporten.

De generella farligt gods-relaterade risker som identifierats återges i tabell 5.8

Tabell 5.8: Identifierade risker kopplade till transport av farligt gods.

ID:	Skadehändelse	Orsak	Konsekvens liv och hälsa	Konsekvens miljö
27	25–50 ton flytande CO ₂ släpps ut från tankbil inom verksamhetsområdet.	Tankruptur på grund av externa krafter (exempelvis trafikolyckor)	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
28	10–25 ton flytande CO ₂ släpps ut från farligt gods inom verksamhetsområdet.	Tank- eller ventilbrott på grund av korrosion, materialbrott, eller externa krafter (exempelvis trafikolyckor)	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
29	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut från farligt gods inom verksamhetsområdet.	Tank- eller ventilbrott på grund av korrosion eller materialbrott	Risk för spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
30	25–50 ton flytande CO ₂ släpps ut från farligt gods på allmän väg	Tankruptur på grund av externa krafter (exempelvis trafikolyckor)	Spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
31	10–25 ton flytande CO ₂ släpps ut på allmän väg	Tank- eller ventilbrott på grund av korrosion eller materialbrott	Spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>
32	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut på allmän väg	Tank- eller ventilbrott på grund av korrosion eller materialbrott	Spridning till tredje part. Köldskador, toxiska effekter och död.	<i>Akuta konsekvenser för miljön uppstår ej.</i>

5.5 Risker från omkringliggande verksamheter

Verksamheter utanför NSR:s fastighet bedöms inte utgöra någon risk för anläggningen. Inom fastigheten förekommer dock tunga transporter och transporter av farligt gods. Dessutom finns bland annat en biogasanläggning, en anläggning för behandling av farligt avfall, och en deponigasverksamhet. NSR befinner sig i nuläget i en ansökningsprocess för vätgashantering och en planerad LBG-anläggning, som också beaktas i den här riskutredningen. I biogasanläggningen produceras rågas genom rötning och samlas upp i en

gasklocka innan den skickas till gasuppgraderingsanläggning. Om det på grund av driftstopp eller liknande inte är möjligt att skicka gasen till uppgraderingen, eldas gasen upp i en fackla.

I gasuppgraderingsanläggningen uppgraderas rågasen till fordonsgas. Syftet med uppgraderingen (som sker genom vattenskrubber) är att rena gasen från koldioxid. Den färdiguppgraderade gasen består av cirka 97 % metan och cirka 3 % koldioxid, och går löpande ut på Helsingborgs stadsnät. Sammanlagda gasmängder i befintlig biogasanläggning uppgår till ungefär 3,5 ton. I händelse av utsläpp är antändning i det fria förhållandevis ovanligt då detta kräver mycket ogynnsamma förhållanden med avseende på koncentrationer, syrgasinblandning och tändenergi. Vid ansamlingar inomhus är antändning och explosion en större risk. Risk för antändning kan även finnas vid lossning/tankning av biogas om tändkälla finns närvarande. Anläggningen ligger ca 350 meter väster om Öresundskraft. Konsekvenser som medför påverkan på Öresundskraft förväntas inte kunna inträffa till följd av NSR:s biogashantering.

I NSR:s nya ansökta verksamhet kan det bli aktuellt att bygga en förvätskningsanläggning för LBG. Anläggningen kommer att lokaliseras och utformas på ett sätt som minimerar risken för eskalerande olycksscenario och dominoeffekter.

I förvätskningsanläggningen kommer den producerade biogasen att renas från föroreningar, koldioxid och kväve i olika steg innan den i sista steget kyls ned till en temperatur där metan, under aktuellt tryck övergår från gasform till flytande form. Den färdiga flytande biogasen kommer att förvaras i dubbelmantlade tankar, varifrån gasen kommer att hämtas i slutna specialfordon för leverans till kunder.

Maximal samtida mängd lagrad förvätskad biogas inom NSR:s planerade tillstånd kommer uppgå till 55 ton. Den tekniska utformningen är ännu i konceptstadie och en mer detaljerad riskanalys för LBG-anläggningen kommer genomföras när denna planeras i större detalj. Specifikt ska bedömning göras i mer detalj om hur LBG-anläggningen och lokaliseringen påverkar risken för:

- Första, andra och tredje part
- andra anläggningar inom NSR:s område
- andra anläggningar utanför NSR:s område
- potentiell påverkan på bemannade byggnader inom verksamheten, som exempelvis kontor.

I ansökt verksamhet planeras också för tankstation för vätgas. Designen är ännu på ett konceptuellt stadie men förvaring av vätgas planeras med ett tryck runt 300 bar. Maximal total mängd vätgas kommer att uppgå till 25 ton. Gasen kommer köpas in från en extern leverantör och säljas som fordonbränsle till tunga fordon. Detaljerad lösningsutformning för tankstationen är inte fastställd men standardiserad containerlösning enligt branschpraxis och normer kommer att användas.

Risk för dominoeffekter till omgivande verksamheter föreligger i händelse av att en stor explosion skulle inträffa, exempelvis genom ett stort haveri eller påkörning till följd av ökad trafik på platsen (ökat utbud av drivmedel). Enligt konsekvensberäkning föreligger risk för dominoeffekter till trycksatta tankar eller processsystem inom 66 meters avstånd i händelse av en explosion. Påverkan på atmosfäriska tankar kan erhållas inom ett avstånd av drygt 100 meter. Tankstationen kommer ligga ungefär 400 meter söder om Öresundskraft, varför ingen risk för dominoeffekter förväntas kunna inträffa.

Anläggningen för behandling av farligt avfall ligger ungefär 100 m bortom biogasanläggningen, och bedöms på liknande grund inte heller utgöra eller utsättas för risk för dominoeffekter.

Deponigasverksamheten ligger närmare verksamhetsområdet. Deponigasen kan ansamlas i slutna utrymmen, vilket kan leda till risk för explosion. NSR har dock ett gasuppsamlingsystem i deponin som transporterar gasen till en anläggning för förbränning, vilket minskar risken för spridning av gas till omgivningen.

5.6 Riskscenarion för kvantitativ analys

Från de identifierade riskhändelserna har scenarion som listas i tabell 5.9 formulerats för de kvantitativa riskberäkningarna. Dessa scenarion berör ammoniak och koldioxid, eftersom de bedöms ha betydligt större konsekvensavstånd än utsläppen av aminer. För respektive utformning (val av placering, val av mängd transporterad koldioxid per lastbil) varieras transportvägar och inkluderade mängder.

Tabell 5.9: Riskscenarion som inkluderats i de kvantitativa riskberäkningarna.

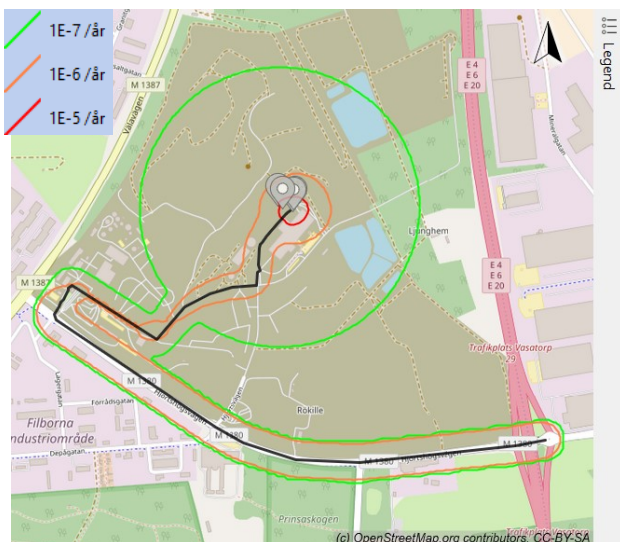
Nr	Scenariobeskrivning
S1	Gasmolnsspridning från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets vätskedel.
S2	Gasmolnsspridning från läckage från rörledning i ammoniaksystemets vätskedel.
S3	Jetflamma från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets vätskedel.
S4	Jetflamma från läckage från rörledning i ammoniaksystemets vätskedel.
S5	Gasmolnsspridning från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets gasdel.
S6	Gasmolnsspridning från läckage från rörledning i ammoniaksystemets gasdel.
S7	Jetflamma från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets gasdel.
S8	Jetflamma från läckage från rörledning i ammoniaksystemets gasdel.
S9	BLEVE i lagringstank med flytande koldioxid.
S10	Gasmolnsspridning från omedelbart utsläpp av lagringstank med flytande koldioxid.
S11	Gasmolnsspridning från ett utsläpp under 10 minuter av lagringstank med flytande koldioxid.
S12	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt läckage på lagringstank med flytande koldioxid.
S13	Gasmolnsspridning från omedelbart utsläpp från tankbil vid lastning av flytande koldioxid.
S14	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt utsläpp från den största kopplingen vid lastning av flytande koldioxid.
S15	Gasmolnsspridning från ett fullständigt slangbrott på tankslang vid lastning av flytande koldioxid.
S16	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt utsläpp från tankslang vid lastning av flytande koldioxid.
S17	Gasmolnsspridning från ett fullständigt rörbrott på ledning ovan mark med koldioxid i gasfas.
S18	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt läckage på ledning ovan mark med koldioxid i gasfas.
S19	BLEVE i tankbil vid transport av flytande koldioxid.
S20	Gasmolnsspridning vid ett fullständigt utsläpp från tankbil vid transport av flytande koldioxid
S21	Gasmolnsspridning vid ett kontinuerligt läckage från tankbil vid transport av flytande koldioxid
S21	Gasmolnsspridning vid ett läckage från tankbil vid transport av flytande koldioxid

6. Kvantitativ riskanalys och riskvärdering

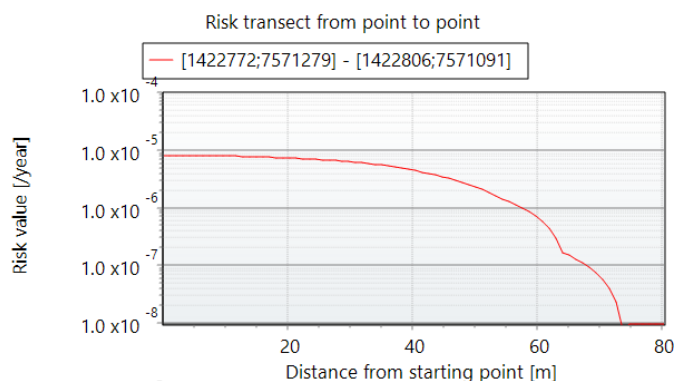
Riskbidraget till omgivningen presenteras här i form av samhällsrisk och individrisk för respektive placeringsalternativ enligt figur 3.1. Konsekvensberäkningar och deras resultat kan ses i *Bilaga A: Konsekvens- och sannolikhetsberäkningar*. För placering 2 beskrivs endast skillnader gentemot placering 1. Anläggningen ger upphov till risknivåer både inom och över ALARP-gränserna. För placering 1 redovisas farligt godstransporter både med och utan släpvagn.

6.1 Individrisk – lastbil utan släpvagn

Individrisknivåerna ses i figur 6.1 och överstiger ALARP inom den tillkommande anläggningen. Längs transportvägen understiger individrisken den övre ALARP-gränsen och avtar till helt tolerabla nivåer inom 70 m från vägen, se figur 6.2. Runt anläggningsområdet befinner sig en relativt stor yta i den undre halvan av ALARP-området, alltså ytan som innesluts mellan orange och grön kontur.



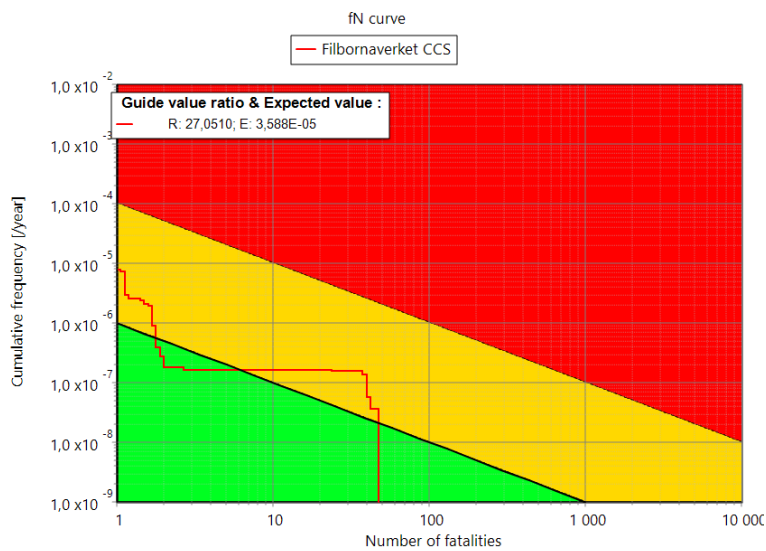
Figur 6.1: Individriskbidraget från CCS-anläggningen vid placering 1 då transport av farligt gods sker med lastbil utan släpvagn. Individrisken överstiger den övre ALARP-nivån inom anläggningen.



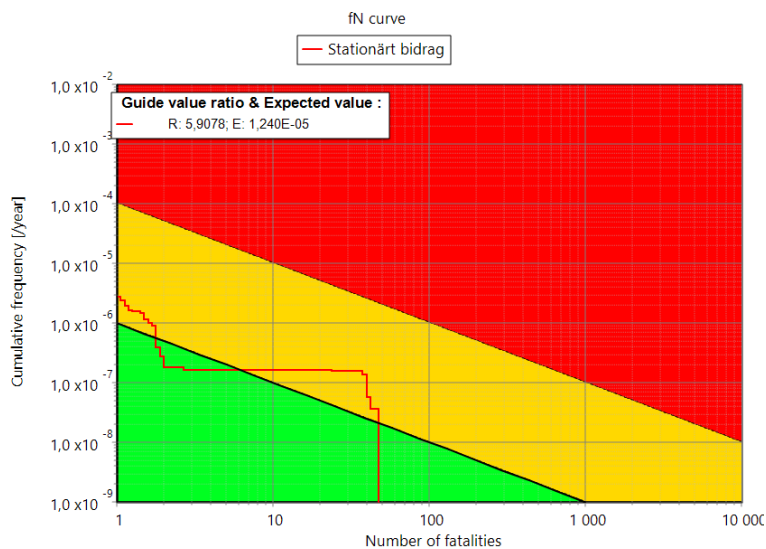
Figur 6.2: Individrisknivåns variation med avstånd från Hjortshögsvägen då transport sker med lastbil utan släp.

6.2 Samhällsrisk – lastbil utan släpvagn

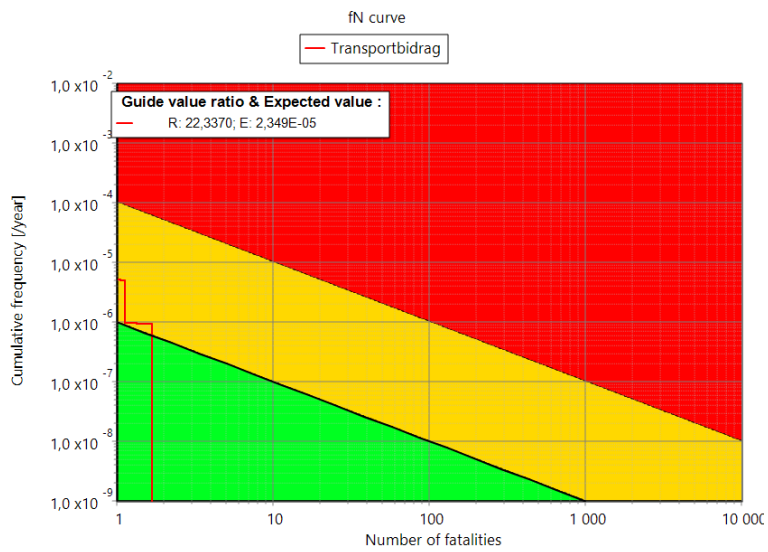
Samhällsrisken ligger likt individrisken inom ALARP, se figur 6.3. För de stationära anläggningsdelarna, som presenteras separat i figur 6.4, förekommer olyckor med tiotals omkomna inom ALARP-området. Transport av farligt gods med lastbil med släp bidrar uteslutande till samhällsrisken för mellan 1 och 2 omkomna, vilket ses i figur 6.5.



Figur 6.3: Det totala samhällsrisksbidraget från CCS-anläggningen då transport av farligt gods sker med lastbil utan släp. Samhällsrisken ligger inom ALARP-området.



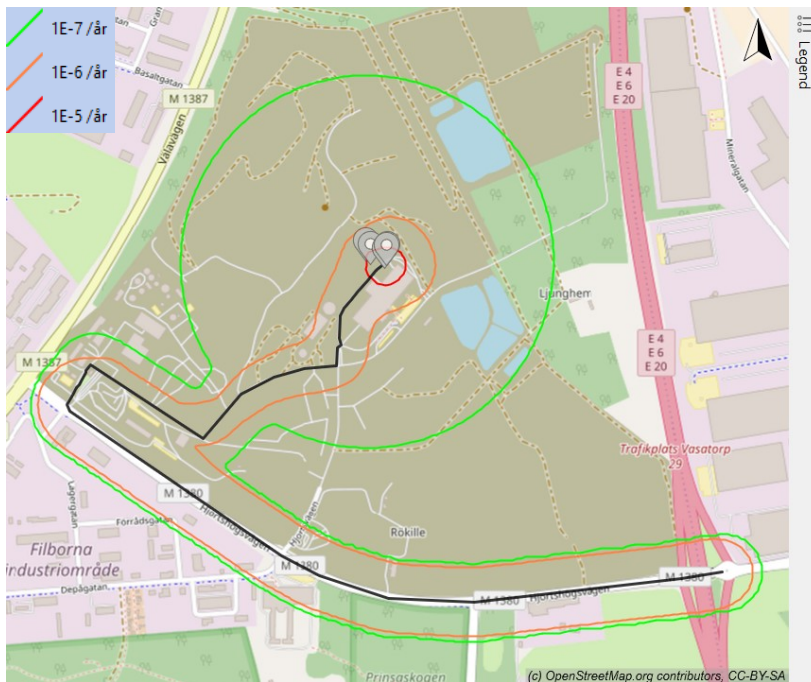
Figur 6.4: Det stationära samhällsrisksbidraget från CCS-anläggningen. Samhällsrisken ligger inom ALARP-området



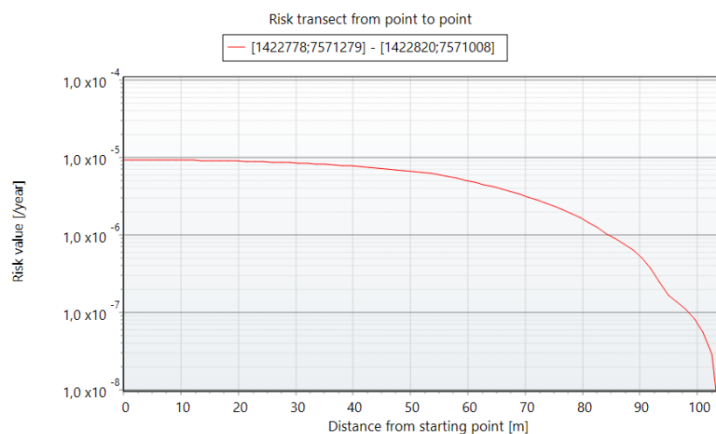
Figur 6.5: Samhällsrisksbidraget från transport av farligt gods med lastbil utan släp i form av LCO₂ från CCS-anläggningen. Samhällsrisken ligger inom ALARP-området.

6.3 Individrisk – lastbil med släpvagn

Individrisknivåerna ses i figur 6.6 och överstiger ALARP inom den tillkommande verksamheten. Längs transportvägen avtar dock individrisken fort och understiger den undre ALARP-gränsen inom 100 m från Hjortshögsvägen, se figur 6.7. I jämförelse med scenariot där farligt gods-transport sker utan släpvagn är riskavstånden något högre, vilket beror på att den största möjliga utsläppta mängden LCO₂ är dubbelt så stor och konsekvensavstånden därmed blir större, även om frekvensen är lägre.



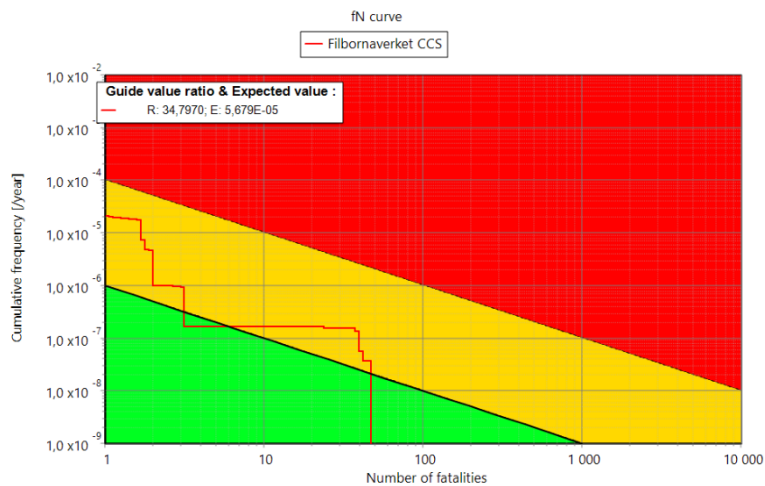
Figur 6.6: Individriskbidraget från CCS-anläggningen då transport av farligt gods sker med lastbil med släpvagn. Individrisken överstiger den övre ALARP-nivån inom anläggningen.



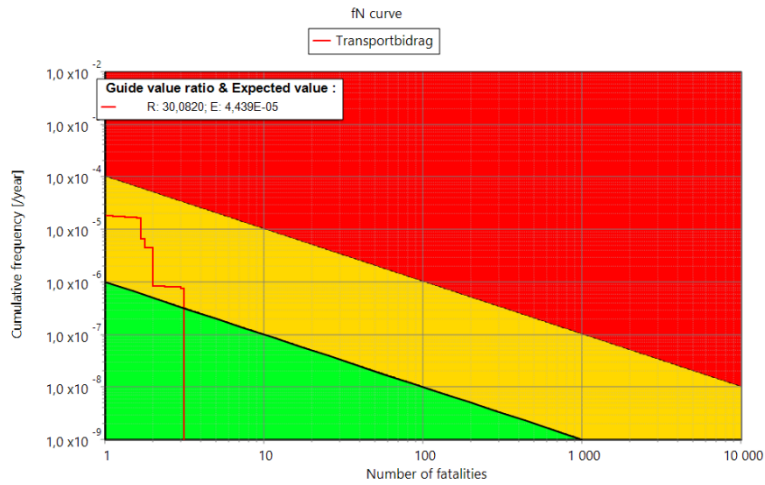
Figur 6.7: Individrisknivåns variation med avstånd från Hjortshögsvägen då transport av farligt gods sker med lastbil med släpvagn.

6.4 Samhällsrisk – lastbil med släpvagn

Samhällsrisk ligger likt individrisken inom ALARP, se figur 6.9. Transport av de större mängderna farligt gods bidrar i det här fallet till något högre nivåer inom och under ALARP än när transport sker utan släpvagn. Den stationära samhällsrisk är fortfarande samma som i figur 6.4.



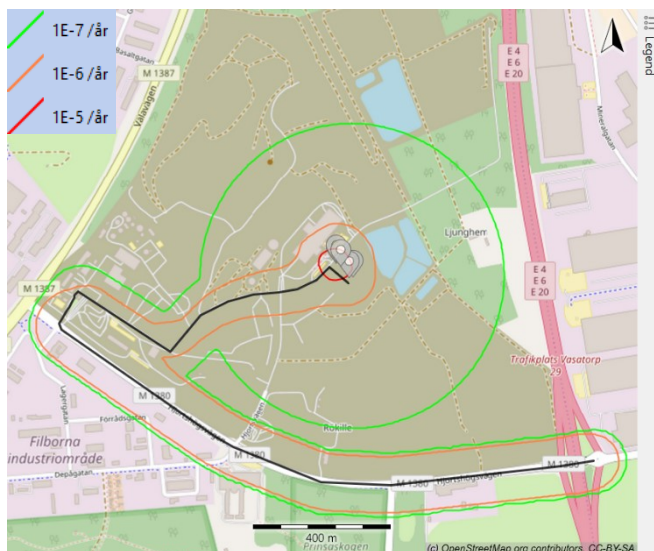
Figur 6.8: Det totala samhällsriskbidraget från CCS-anläggningen då transport av farligt gods sker med lastbil med släpvagn. Samhällsrisk ligger inom ALARP-området.



Figur 6.9: Samhällsriskbidraget från transport av farligt gods i form av LCO₂ från CCS-anläggningen, då transport av farligt gods sker med lastbil med släpvagn. Samhällsrisk ligger inom ALARP-området.

6.5 Individrisk – Placering 2

Vid placeringsalternativ 2 befinner sig ytor innanför ALARP-områden, exempelvis byggnaden vid Ljunghem öster om verksamheten och parkeringsplatsen vid Filbornaverket utsätts för individrisknivåer över ALARP-gränsen. Samtidigt befinner sig ackumulatortanken och närliggande byggnad i den undre halvan av ALARP-området tack vare den ändrade transportvägen.



Figur 6.10: Individriskbidraget från CCS-anläggningen vid placering 2. Individrisken överstiger den övre ALARP-nivån inom anläggningen samt precis vid utfarten från NSR:s fastighet.

6.6 Samhällsrisk – Placering 2

Eftersom befolkningsdensiteten antas vara homogen över hela området blir den beräknade samhällsriskerna samma oavsett anläggningens placering på verksamhetsområdet, och läsaren hänvisas till respektive samhällsriskavsnitt för de två andra beräknade utformningarna.

7. Riskreducerande åtgärder

Eftersom anläggningen resulterar i risker inom och över ALARP-området behöver riskreducerande åtgärder vidtas. Nuvarande anläggning besitter redan flertalet riskreducerande åtgärder vilket underlättar riskhanteringen, men för tydlighetens skull presenteras även vissa av dessa i följande listor.

7.1 Organisatoriska åtgärder

- Verksamheten ska implementeras hastighetsbegränsningar dimensionerade efter planerad trafik på anläggningen.
- Lastning/lossning inom verksamheten ska övervakas på distans av utbildad egen personal.
- Verksamhetens säkerhetsledningssystem ska förnyas med avseende på tillkommande verksamhet.
- Verksamhetens insatsplan ska förnyas med avseende på tillkommande verksamhet.
- Rutiner för säker utförande av drift, start/stopp, underhåll, och reparationer ska upprättas och dokumenteras.
- Utbildning och fortbildning av säkerhetsrutiner ska genomföras regelbundet för direkt berörd egen och extern personal. Resterande personal på verksamheten ska ges tillräckliga kunskaper för att på ett säkert sätt verka vid den tillkommande anläggningen.
- Verksamheten ska kontrollera att externa fordonsförare besitter giltig kompetens för hantering av farligt gods, samt är införstådda med den specifika kemikalien.
- Verksamheten bör i samråd med deponiägare undersöka huruvida gasläckage från deponin kan ge upphov till explosiva förhållanden inom anläggningen.

7.2 Tekniska åtgärder

- Lagerbehållare med koldioxid bör segmenteras i två eller flera mindre behållare för att minska storleken av okontrollerade utsläpp.
- Anläggningen ska utrustas med automatiskt brand- och utrymningslarm kopplat till gas- och branddetektorer.
- Kylsystemet bör implementera de åtgärder som föreskrivs i Svensk Kylnorms *Aggregat med Ammoniak*, men särskilt ska följande punkter genomföras.
 - Placera ammoniakbärande utrustning inomhus i den mån det är möjligt.
 - Utrymmen med ammoniakbärande utrustning ska utföras med ammoniakdetektor.
 - Automatisk nedstängningsrutin kopplad till ammoniakdetektor ska finnas.
 - Kylmaskinrum ska utrustas med ett scrubbersystem.
 - Utrymmen som inrymmer ammoniakbärande installationer ska vara täta.
- Stationära behållare för flytande koldioxid och absorbentvätska, samt utrymmen med ammoniakbärande utrustning ska utrustas med påkörningsskydd.
- LCO₂-behållare ska utföras med dubbelmantling.
- Absorbent- och desorbentsystem bör invallas eller utföras med dubbelmantling.
- Utflödet från relevanta spill- och dagvattenbrunnar ska kunna stängas av.
- Vid lastning av LCO₂ ska nödstopp finnas lätt tillgängligt.

- Behållare, rörledningar, ventiler, pumpar, med mera ska utföras enligt rådande branschpraxis, normer, och regelverk.
- Lastbilar med farligt gods i form av aminhaltigt avfall och kemikalier ska utrustas med lämpligt spillkit.

8. Slutsats

De genomförda beräkningarna indikerar att anläggningen ger upphov till både individriskbidrag och samhällsrisksbidrag som ligger inom ALARP-området. På ett mindre område inom verksamheten beräknas dessutom individrisknivåer över den övre ALARP-gränsen uppstå. För att kunna byggas behöver därför anläggningen implementera riskreducerande åtgärder, vilka har presenterats i avsnitt 7 Riskreducerande åtgärder. För att hantera osäkerheter i beräkningarna har konservativa antaganden gjorts om indata och skadeförlopp.

Riskerna för omgivningen kopplat till hanteringen av ammoniak bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt om implementeringen beaktar de riskreducerande åtgärder som presenteras i den här utredningen.

Riskerna för omgivningen kopplat till hanteringen av koldioxid bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt om lagerbehållaren med flytande koldioxid skyddas från yttre påverkan med påkörningsskydd och dubbelmantling. En olycka i lagerbehållaren är nämligen den del av koldioxidprocessen som får längst konsekvensavstånd.

Riskerna för omgivningen, i form av vattenmiljön, kopplat till hanteringen av aminer, bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt givet att aminhaltigt dag- och spillvatten vid olycka kan stängas in och hindras från att nå recipient. För tredje part bedöms inte aminer utgöra en akut risk vid olycka.

Riskerna för omgivningen kopplat till transport av farligt gods bedöms vara hanterade på ett tillfredställande sätt om verksamheten, genom kontroller och utbildningar, säkerställer att transport, lastning, och lossning sker i enlighet med gällande lagar, regler, normer, och branschpraxis, eftersom dessa tillsammans bedöms utgöra bästa tillgängliga kunskap.

Swecos slutgiltiga bedömning är att verksamheten är fullt kapabel att hantera de risker som uppkommer i samband med införandet av en anläggning för koldioxidavskiljning och att anläggningen därmed är tolerabel ur omgivningens riskperspektiv.

a

9. Referenser

- AICHe. (2023). *DIPPR: Design Institute for Physical Properties*. Hämtat från AICHe: <https://www.aiche.org/dippr>
- Davidson, G., Lindgren, M., & Liane, M. (1997). *Värdering av risk*. Räddningsverket.
- Davidsson, G., Mett, L., & Lindgren, M. (1997). *Värdering av risk: FoU rapport*. Karlstad: Räddningsverket.
- Gexcon. (den 19 januari 2022). *What are the Coloured Books?* Hämtat från <https://www.gexcon.com/blog/what-are-the-coloured-books/> den 05 september 2022
- Hedenström, R., & Lange, T. (1997). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport*. Karlstad: Räddningsverket.
- Helsingborg Stad. (2017). *Områdesbeskrivning - Nordöstra Staden*. Helsingborg: Helsingborg Stad.
- Helsingborg Stad Trafikenheten. (2023). *Vardagsdygnstrafik (VaDT) vid trafikmätning oktober år 2020*. Helsingborg: Helsingborg Stad.
- Lantmäteriet. (den 16 10 2023). *Karttjänsten "Min karta"*. Hämtat från <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. (u.d.). *The ARIA Database*. Hämtat från ARIA : Feedback on technological accidents: <https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/the-barpi/the-aria-database/?lang=en>
- SPBI. (2016). *Rekommendationer för begränsning av brandspridning mellan depåcisterner*.
- Spitzenberger, C., & Flechas, T. (2023). *Carbon Dioxide Major Accident Hazards Awareness*. Hämtat från <https://www.aiche.org/sites/default/files/cep/20230633.pdf> den 24 10 2023
- Statistiska centralbyrån. (2022). *PD.Befolkningsfördelning.Totalbefolkning*. Hämtat från Geodataportalen: <https://www.geodata.se/geodataportalen/srv/swe/catalog.search#/metadata/2b80c87c-7f03-4757-a621-a12663a34467>
- ter Burg, W. (den 08 06 2022). *Probit function technical support documen*. National Institute for Public Health and the Environment. Hämtat från <https://www.rivm.nl/sites/default/files/2022-06/20220608-carbon%20dioxide-INHOUELIJK%20VASTGESTELD.pdf> den 25 01 2023
- Tordenmalm, M., & Samuelsson, D. (2019). *Arbetstidens förläggning 2008-2018*. Statistiska centralbyrån.
- Trafikanalys. (2012). *Godstransporter i Sverige Rapport 2012:7*. Stockholm: Trafikanalys.
- Trafikverket. (den 30 10 2023). *Rekom. väg farligt gods*. Hämtat från NVDB på webb : <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>
- Trafikverket A. (den 29 05 2023). *Trafikverket.se*. Hämtat från NVDB på webb: <https://nvdb2012.trafikverket.se/SeTransportnatverket>
- Uijt de Haag, P., & Ale, B. (2005). *Purple Book: Guidelines for quantitative risk assessment*. den Hauge: National Institute of Public Health and Environment (RIVM), den Hague, The Netherlands.
- United States Environmental Protection Agency. (2023). *Acute Exposure Guideline Levels for Airborne Chemicals*. Hämtat från EPA AEGl: <https://www.epa.gov/aegl>
- van den Bosch, C., & Weterings, R. (2005). *Yellow Book: Methods for the calculation of physical effects: due to releases of hazardous materials (liquids and gases)*. Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

10. Bilaga A: Konsekvens- och sannolikhetsberäkningar

Konsekvensberäkning

De längsta konsekvensavstånden för varje beräknat scenario ses i tabell 10.1 tillsammans med motsvarande väderförhållande. Samtliga konsekvensavstånd ses i tabell 10.2 för varje beräknad väderklass. Beräkningarna visar att störst konsekvensavstånd uppnås under stabila väderförhållanden på natten. Samtidigt skiljer sig avstånden markant med väderlek, framför allt för de stora ammoniakutsläppen vars konsekvensavstånd varierar uppemot 2 km beroende på väderlek. Kartor med avstånd till AEGL-2 och AEGL-3 i marknivå för utsläpp av ammoniak i ses i figur 10.1 till figur 10.11. Scenariona där konsekvensavstånden är väldigt stora redovisar inte alternativ placering, eftersom osäkerheter i beräkningarna bedöms ha större påverkan. För scenariona med relativt korta konsekvensavstånd presenteras alternativ placering. För transport av farligt gods har mängden utgått från lastbil med släp.

Tabell 10.1: Lista över scenarion som beräknats kvantitativt, beräknade konsekvenstyp, längsta konsekvensavstånd, samt vilket väderförhållande som resulterar i längst konsekvensavstånd.

Nr	Scenariobeskrivning	Konsekvens	Längsta avstånd	Väderförhållande
S1	Gasmolnsspridning från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets gasfas.	AEGL-2 (30 min) vid 1,5 m AEGL-3 (30 min) vid 1,5 m	2800 m 800 m	E5 natt
S2	Gasmolnsspridning från läckage från rörledning i ammoniaksystemets gasfas.	AEGL-2 (30 min) vid 1,5 m AEGL-3 (30 min) vid 1,5 m	960 m 230 m	F1 natt
S3	Jetflamma från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets gasfas.	6 kW/m ² värmestrålning	170 m	F1 natt
S4	Jetflamma från läckage från rörledning i ammoniaksystemets gasfas.	6 kW/m ² värmestrålning	19 m	F1 natt
S5	Gasmolnsspridning från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets vätskedel.	AEGL-2 (30 min) vid 1,5 m AEGL-3 (30 min) vid 1,5 m	2800 m 800 m	E5 natt
S6	Gasmolnsspridning från läckage från rörledning i ammoniaksystemets vätskedel.	AEGL-2 (30 min) vid 1,5 m AEGL-3 (30 min) vid 1,5 m	1400 m 310 m	F1 natt
S7	Jetflamma från fullständigt rörbrott i ammoniaksystemets vätskedel.	6 kW/m ² värmestrålning	170 m	F1 natt
S8	Jetflamma från läckage från rörledning i ammoniaksystemets vätskedel.	6 kW/m ² värmestrålning	19 m	F1 natt
S9	BLEVE i lagringstank med flytande koldioxid.	Nedslagsplats kaststycke 10 kPa övertryck	140 m 190 m	Oberoende
S10	Gasmolnsspridning från omedelbart utsläpp av lagringstank med flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	520 m	F2,5 natt
S11	Gasmolnsspridning från ett utsläpp under 10 minuter av lagringstank med flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	250 m	F2,5 natt
S12	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt läckage på lagringstank med flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	50 m	F1 natt

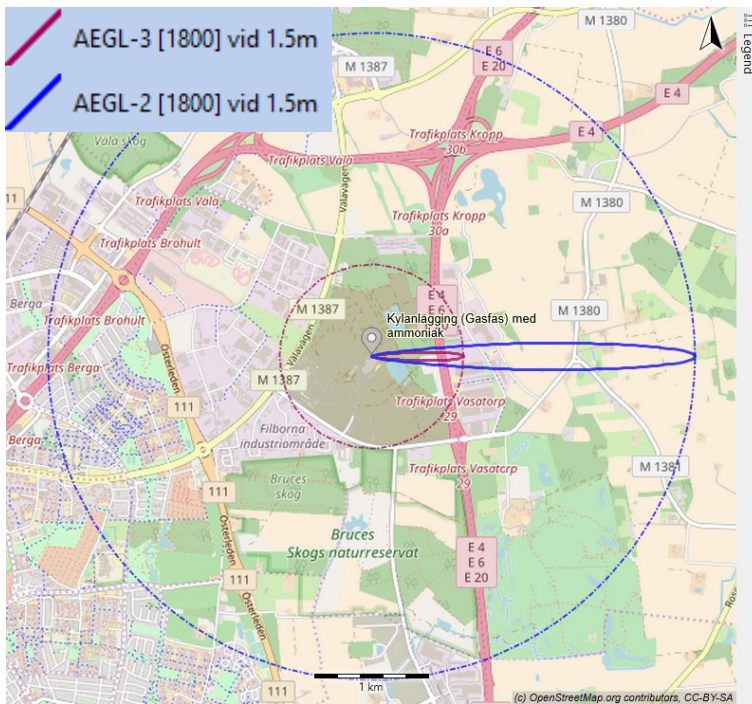
S13	Gasmolnsspridning från omedelbart utsläpp från tankbil vid lastning av flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	92 m	E5 Natt
S14	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt utsläpp från den största kopplingen vid lastning av flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	69 m	F1 Natt
S15	Gasmolnsspridning från ett fullständigt slangbrott på tankslang vid lastning av flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	26 m	F2,5 Natt
S16	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt utsläpp från tankslang vid lastning av flytande koldioxid.	Dos 1 % dödlighet	64 m	E5 Natt
S17	Gasmolnsspridning från ett fullständigt rörbrott på ledning ovan mark med koldioxid i gasfas.	Dos 1 % dödlighet	67 m	F2,5 Natt
	Gasmolnsspridning från ett kontinuerligt läckage på ledning ovan mark med koldioxid i gasfas.	Dos 1 % dödlighet	<i>Försumbar</i>	<i>Oberoende</i>
	BLEVE i tankbil vid transport av flytande koldioxid.	Nedslagsplats kaststycke 10 kPa övertryck	260 m 65 m	<i>Oberoende</i>
	Gasmolnsspridning vid ett fullständigt utsläpp från tankbil vid transport av flytande koldioxid	Dos 1 % dödlighet	99 m	F2,5
	Gasmolnsspridning vid ett läckage från tankbil vid transport av flytande koldioxid	Dos 1 % dödlighet	<i>Försumbar</i>	<i>Oberoende</i>

Tabell 10.2: Sammanställd lista över konsekvensavstånd för respektive scenario och väderförhållande. Avståndet ges i m och största avståndet återges fetmarkerat. Avstånd under 5 m återges ej.

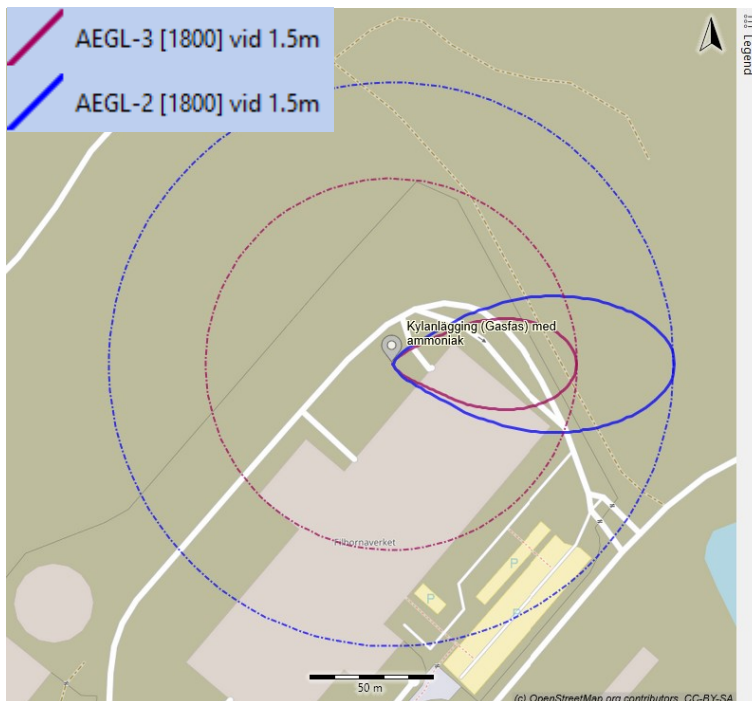
Scenario	Konsekvens	B1 Dag	B2,5 Dag	C5 Dag	D6 Dag	D6 Natt	E5 Natt	F1 Natt	F2,5 Natt
S1	AEGL-2	224	938	1145	1541	1541	2809	114	153
	AEGL-3	90	329	396	506	505	797	75	94
S2	AEGL-2	114	75	90	122	213	123	962	637
	AEGL-3	39	27	30	39	68	40	225	181
S3	6 kW/m ²	158	154	139	136	136	145	171	164
S4	6 kW/m ²	0	17	15	15	15	16	19	18
S5	AEGL-2	224	938	1145	1541	1541	2809	114	153
	AEGL-3	90	329	396	506	505	797	75	94
S6	AEGL-2	163	111	136	187	187	327	1432	993
	AEGL-3	56	39	46	63	63	106	309	280
S7	6 kW/m ²	158	154	139	136	136	145	171	164
S8	6 kW/m ²	0	17	15	15	15	16	19	18
S9	Nedslag kaststycke	106	106	106	106	106	106	106	106
	10 kPa övertryck	187	187	187	187	187	187	187	187
S10	Dos 1 % dödlighet	398	381	395	420	420	467	507	521

S11	Dos 1 % dödlighet	175	170	178	191	192	217	251	253
S12	Dos 1 % dödlighet	39	30	29	31	31	35	50	44
S13	Dos 1 % dödlighet	80	81	86	90	90	92	68	71
S14	Dos 1 % dödlighet	51	46	44	46	46	54	69	67
S15	Dos 1 % dödlighet	25	21	18	18	18	18	26	26
S16	Dos 1 % dödlighet	51	52	60	64	64	65	62	63
S17	Dos 1 % dödlighet	26	-	-	-	-	-	29	67
S18	Dos 1 % dödlighet	-	-	-	-	-	-	-	-
S19	Nedslag kaststycke	261	261	261	261	261	261	261	261
	10 kPa övertryck	65	65	65	65	65	65	65	65
S20	Dos 1 % dödlighet	80	77	82	88	88	94	97	99
S21	Dos 1 % dödlighet	-	-	-	-	-	-	-	-

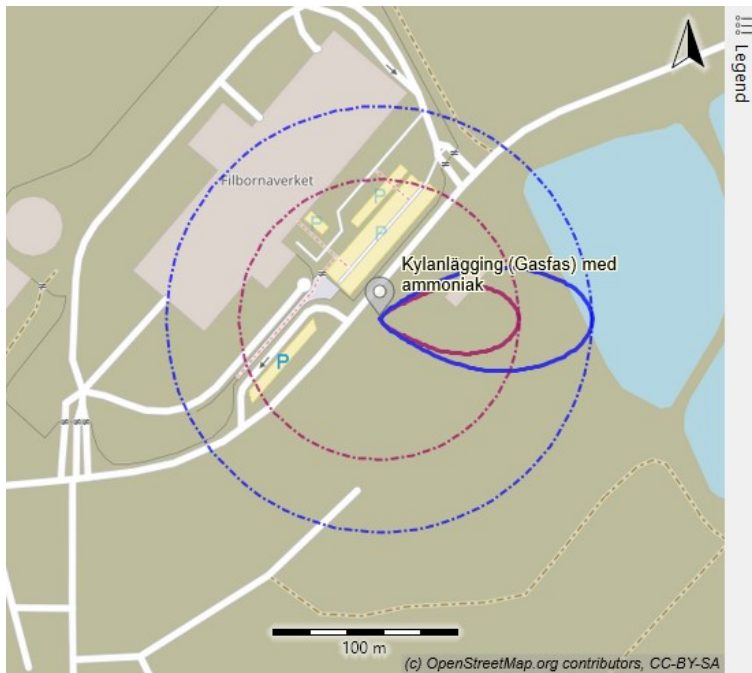
S1/S5 – Fullständigt rörbrott i gasfas/vätskefas



Figur 10.1: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från fullständigt rörbrott vid väderförhållande E5 Natt. Konsekvensavstånden är desamma för utsläpp från både gasfas och vätskefas.

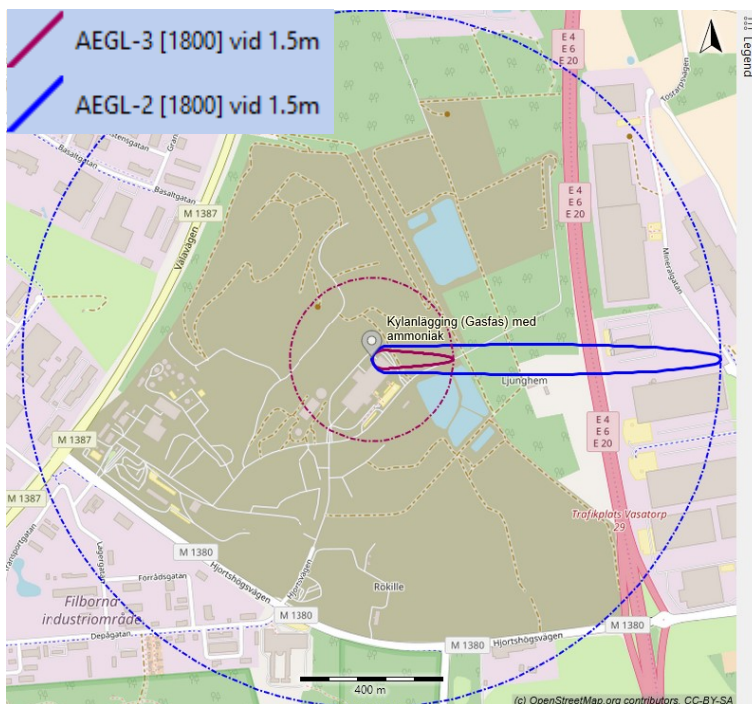


Figur 10.2: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från fullständigt rörbrott vid väderförhållande F1 Natt.

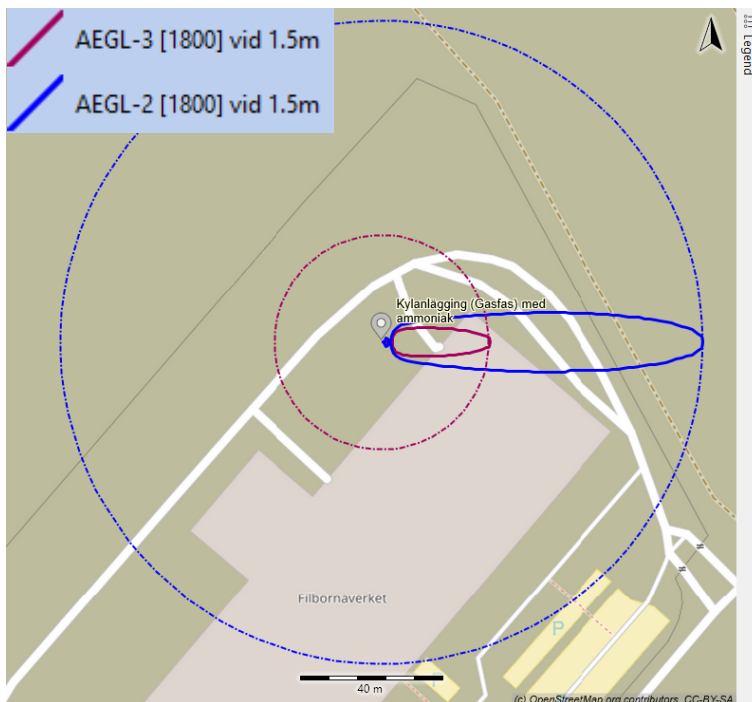


Figur 10.3: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från fullständigt rörbrott vid väderförhållande F1 Natt, alternativ placering.

S2 – Läckage i gasfas

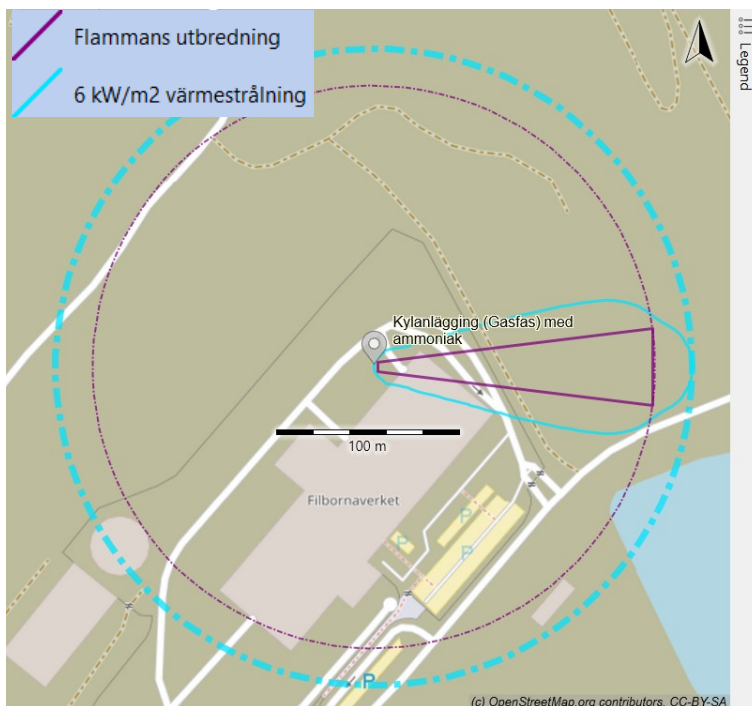


Figur 10.4: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från läckage vid väderförhållande E5 Natt.



Figur 10.5: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från läckage vid väderförhållande B2,5 Dag.

S3/S7 – Jetflamma i gasfas/vätskefas

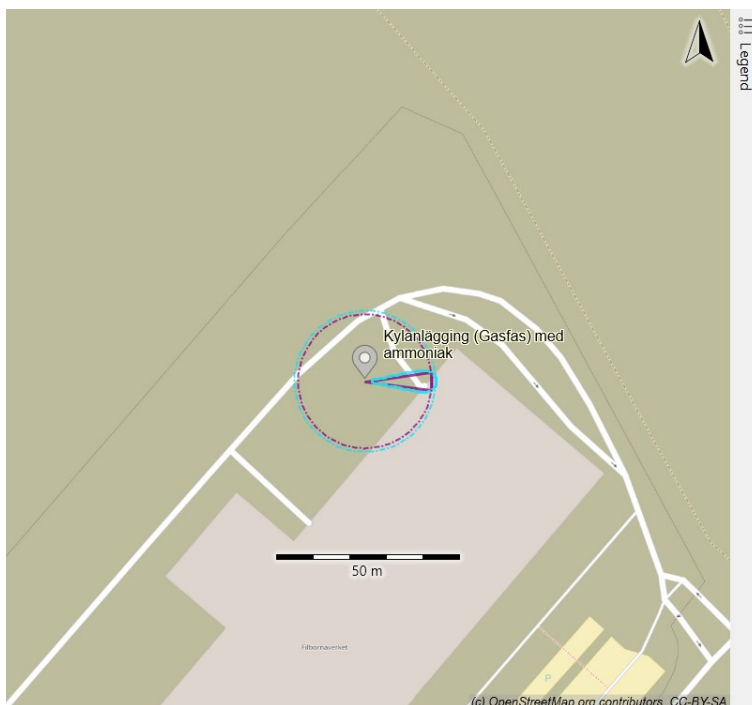


Figur 10.6: Konsekvensavstånd för jetflamma från fullständigt rörbrott i ammoniaksystem vid väderförhållande F1 Nat.



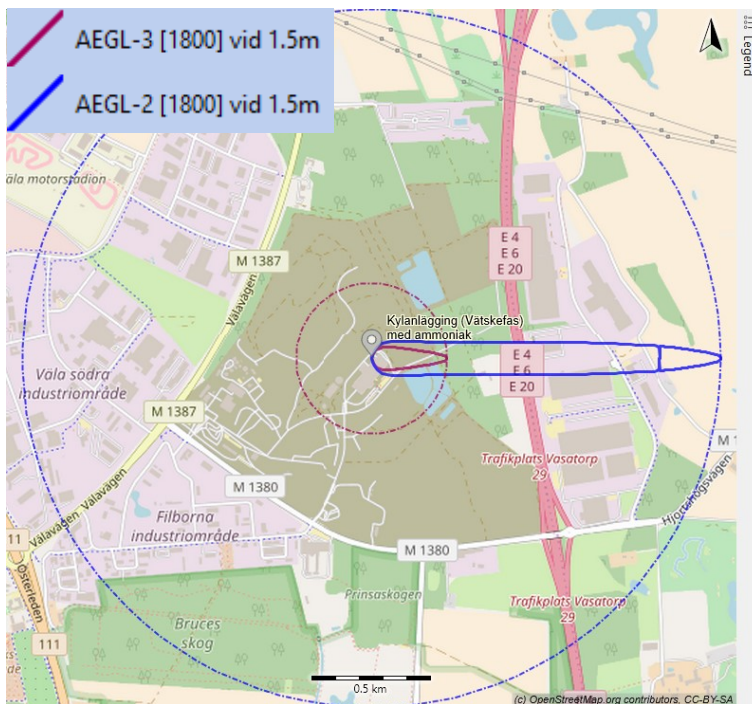
Figur 10.7: Konsekvensavstånd för jetflamma från fullständigt rörbrott i ammoniaksystem vid väderförhållande D6 Dag.

S4/S8 – Jetflamma i gasfas/vätskefas

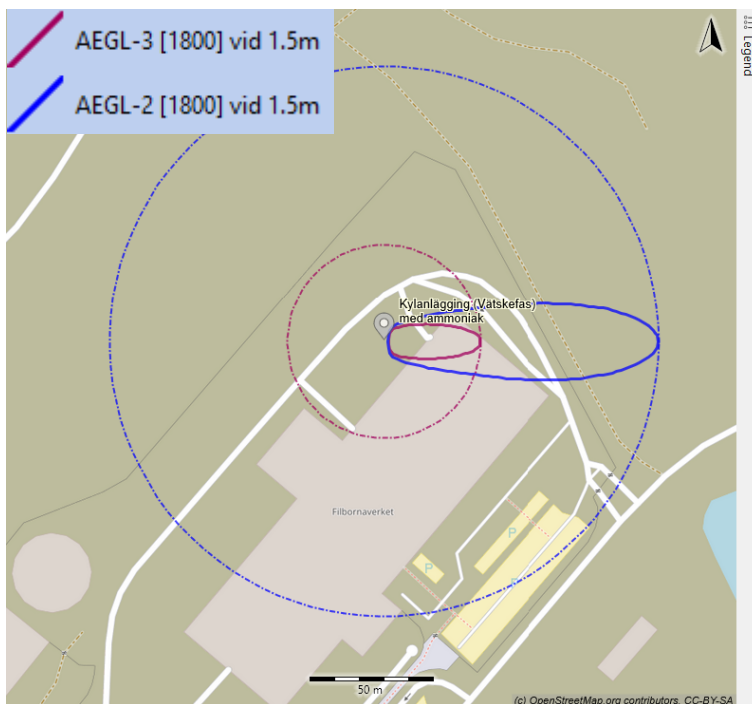


Figur 10.8: Konsekvensavstånd för jetflamma från läckage i ammoniaksystem vid väderförhållande F1 Nat.

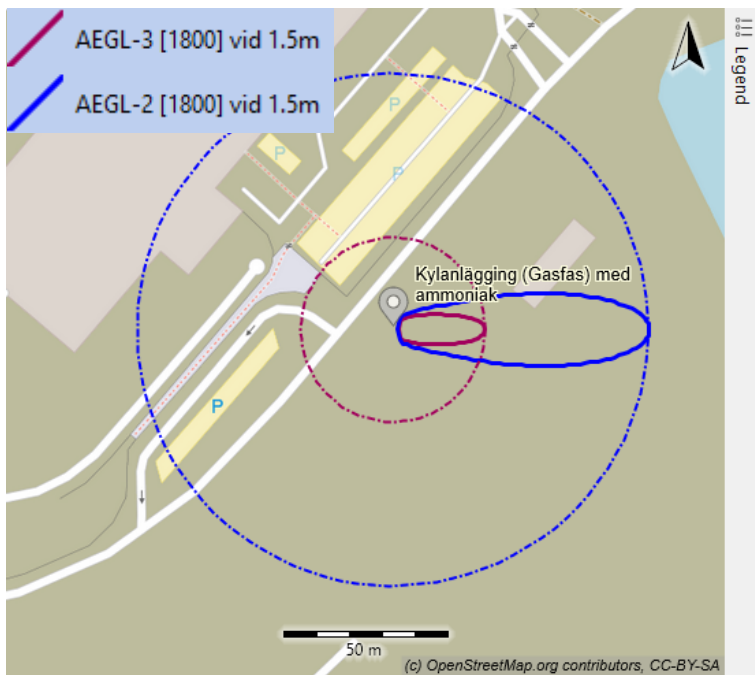
S6 – Läckage i vätskefas



Figur 10.9: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från läckage vid väderförhållande E5 Natt.



Figur 10.10: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från läckage vid väderförhållande B2,5 Dag.

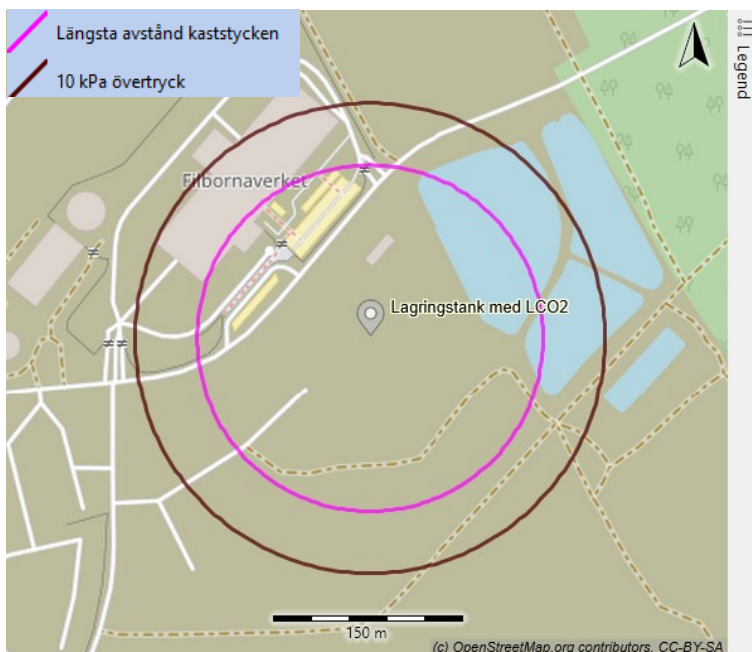


Figur 10.11: Konsekvensavstånd för ammoniakutsläpp från läckage vid väderförhållande B2,5 Dag, alternativ placering.

S9 – BLEVE i LCO₂-lager



Figur 10.12: Konsekvensavstånd för tryckverkan och kaststycken på 400 kg från en BLEVE i LCO₂-lagret vid placering 1. Ackumulatortank riskerar på



Figur 10.13: Konsekvensavstånd för tryckverkan och kaststycken på 400 kg från en BLEVE i LCO₂-lagret vid placering 2.

Sannolikhetsbedömning

Sannolikhetsberäkningen utgår för de stationära riskkällorna från de rekommenderade frekvenserna i *Purple Book* och från beräkningarna för transport av farligt gods.

Tabell 10.3: Utsläppsfrekvenserna som använts för respektive scenario.

Scenario	Frekvens	Antaganden
S1	7,2E-06 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 96 % sannolikhet för utebliven antändning
S2	1,23E-04 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 98 % sannolikhet för utebliven antändning
S3	3E-7 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 4 % sannolikhet för antändning
S4	2,5E-6 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 2% sannolikhet för antändning
S5	7,2E-06 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 96 % sannolikhet för utebliven antändning
S6	1,23E-04 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 98 % sannolikhet för utebliven antändning
S7	3E-7 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 4 % sannolikhet för antändning
S8	2,5E-6 per år	50 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm, 2% sannolikhet för antändning
S9	2,50E-08 per år	Explosion inträffar endast om säkerhetsventil felfungerar, vilket antas vara i 5 % av fallen.
S10	5E-07 per år	-
S11	5E-07 per år	-
S12	1E-05 per år	-
S13	5E-07 per år	-
S14	5E-07 per år	-
S15	4E-06 per år	-
S16	4E-06 per år	-
S17	9E-06 per år	30 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm
S18	1,5E-05 per år	30 m rör och diameter 75 < Ø < 150 mm
S19	Långebergavägen: 3,47E-6 per år Depågatan: 2,56E-6 per år	<i>50 ton per lastbil</i> Explosion inträffar endast om säkerhetsventil felfungerar, vilket antas vara i 5 % av fallen. Sannolikheten för utsläpp är 0,033, och sannolikheten för ett omedelbart utsläpp är 0,35.
	Långebergavägen 3,92E-6 per år Depågatan: 2,99E-6 per år	<i>25 ton per lastbil</i> Sannolikheten för utsläpp är 0,033, och sannolikheten för ett omedelbart utsläpp är 0,35.
S20	Långebergavägen: 7,82E-5 per år Depågatan: 5,96E-5 per år	<i>50 ton per lastbil</i> Sannolikheten för utsläpp är 0,033, och sannolikheten för ett omedelbart utsläpp är 0,35.
	Långebergavägen: 7,82E-5 per år Depågatan: 5,96E-5 per år	<i>25 ton per lastbil</i> Sannolikheten för utsläpp är 0,033, och sannolikheten för ett omedelbart utsläpp är 0,35.

S21	Långebergavägen:	50 ton per lastbil
	1,29E-4 per år	Sannolikheten för utsläpp är 0,033, och sannolikheten för ett kontinuerligt utsläpp är
	Depågatan:	0,65.
	9,49E-05 per år	
	Långebergavägen:	25 ton per lastbil
	1,46E-04 per år	Sannolikheten för utsläpp är 0,033, och sannolikheten för ett omedelbart utsläpp är
	Depågatan:	0,35.
	1,11E-04 per år	

För farligt godsolyckor har nedanstående beräkningsmetodik använts för att uppskatta sannolikheten för en farlig godsolycka (Hedenström & Lange, 1997). Av den tunga trafiken har 5 % antagits utgöra farligt gods.

Med ekvation 1 och indata från nedanstående tabeller ges frekvenser för olyckor vid transport av farligt gods.

Ekvation 1. Beräkning av sannolikhet för farligt godsolycka.

$$P_{olycka} = N * W_{ADR} Q * 10 - 6 * s * 365 * ((Y * X) + (1 - Y)(2X - X^2)) * I_{FG}$$

där

P_{olycka} = Frekvensen för en olycka med efterföljande utsläpp av farligt gods

N = ÅDT (årsdygnsmedeltrafik)

W_{ADR} = Andel för den specifika klassen farligt gods

Q = Olyckskvot (antal olyckor/miljon fordonskilometer)

s = Sträcka där olycka kan påverka planområdet (km)

X = Andelen fordon skyltade med farligt gods

Y = Andelen singelolyckor

365 = Antal dagar på ett år

I_{FG} = Index för farligt gods olycka

Tabell 10.4: Indata för sannolikhetsfördelningar för transport av farligt gods på Hjortshögsvägen mellan Långebergavägen och påfart E4/E6/E20 då tillkommande transport sker utan släpvagn.

Indata	Värde	Kommentar
N	10 934	Från Helsingborg Stad Trafikenheten (2023): nuvarande ÅDT i korsningen Hjortshögsvägen/Långebergavägen är 10 904, och 30 fordonsrörelser i form av lastbilar tillkommer.
W_{ADR}	0,980	Andel av tillkommande transporter som är ADR 2.2: icke brandfarliga gaser.
Q	0,65	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
s	1,00	Ger frekvens per km väg.
X	0,014	Antar att 5 % av existerande tung trafik är farligt gods.
Y	0,25	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
I_{FG}	0,11	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.

Tabell 10.5: Indata för sannolikhetsfördelningar för transport av farligt gods på Hjortshögsvägen mellan Långebergavägen och påfart E4/E6/E20 då tillkommande transport sker med släpvagn.

Indata	Värde	Kommentar
N	10 920	Från Helsingborg Stad Trafikenheten (2023): nuvarande ÅDT i korsningen Hjortshögsvägen/Långebergavägen är 10 904, och 16 fordonsrörelser i form av lastbilar tillkommer.
W_{ADR}	0,980	Andel av tillkommande transporter som är ADR 2.2: icke brandfarliga gaser.
Q	0,65	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
s	1,00	Ger frekvens per km väg.
X	0,013	Antar att 5 % av existerande tung trafik är farligt gods.
Y	0,25	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
I_{FG}	0,11	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.

Tabell 10.6: Indata för sannolikhetsfördelningar för transport av farligt gods på Hjortshögsvägen från Långebergavägen till NSR:s verksamhetsområde då tillkommande transport sker utan släpvagn.

Indata	Värde	Kommentar
--------	-------	-----------

N	8550	Från Helsingborg Stad Trafikenheten (2023): nuvarande ÅDT i korsningen Hjortshögsvägen/Depågatan är 8520, och 30 fordonsrörelser i form av lastbilar tillkommer.
W_{ADR}	0,980	Andel av tillkommande transporter som är ADR 2.2: icke brandfarliga gaser.
Q	0,65	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
s	1,00	Ger frekvens per km väg.
X	0,013	Antar att 5 % av existerande tung trafik är farligt gods.
Y	0,25	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
I_{FG}	0,11	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.

Tabell 10.7: Indata för sannolikhetsfördelningar för transport av farligt gods på Hjortshögsvägen från Långebergavägen till NSR:s verksamhetsområde då tillkommande transport sker med släpvagn.

Indata	Värde	Kommentar
N	8550	Från Helsingborg Stad Trafikenheten (2023): nuvarande ÅDT i korsningen Hjortshögsvägen/Depågatan är 8520, och 16 fordonsrörelser i form av lastbilar tillkommer.
W_{ADR}	0,980	Andel av tillkommande transporter som är ADR 2.2: icke brandfarliga gaser.
Q	0,65	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
s	1,00	Ger frekvens per km väg.
X	0,013	Antar att 5 % av existerande tung trafik är farligt gods.
Y	0,25	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.
I_{FG}	0,11	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 70 km/h i tätort av typen gata/väg.

Tabell 10.8: Indata för sannolikhetsfördelningar för transport av farligt gods på NSR:s fastighet då tillkommande transport sker utan släpvagn.

Indata	Värde	Kommentar
N	8550	Antas motsvara N för Hjortshögsvägen/Depågatan.
W_{ADR}	0,980	Andel av tillkommande transporter som är ADR 2.2: icke brandfarliga gaser.
Q	1	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort av typen område.
s	1,00	Ger frekvens per km väg.
X	0,013	Antar att 5 % av existerande tung trafik är farligt gods.
Y	0,1	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort av typen område.
I_{FG}	0,01	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort av typen område.

Tabell 10.9: Indata för sannolikhetsfördelningar för transport av farligt gods på NSR:s fastighet då tillkommande transport sker med släpvagn.

Indata	Värde	Kommentar
N	8550	Antas motsvara N för Hjortshögsvägen/Depågatan.
W_{ADR}	0,980	Andel av tillkommande transporter som är ADR 2.2: icke brandfarliga gaser.
Q	1	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort av typen område.
s	1,00	Ger frekvens per km väg.
X	0,012	Antar att 5 % av existerande tung trafik är farligt gods.
Y	0,1	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort av typen område.
I_{FG}	0,01	Motsvarar en vägsträcka med hastighetsbegränsning 30 km/h i tätort av typen område.

11. Bilaga B: Identifierade risker från workshop

Risk-ID	Verksamhetsdel	Skadehändelse	Risk - Liv och hälsa	Risk - Miljö
1	Absorbersystemet	100–1000 m ³ absorbentvätska släpps ut	3	6
2	Absorbersystemet	10–100 m ³ absorbentvätska släpps ut	3	6
3	Absorbersystemet	<10 m ³ absorbentvätska släpps ut	4	4
4	Desorbersystemet	100–1000 m ³ desorbentvätska släpps ut	6	6
5	Desorbersystemet	10–100 m ³ desorbentvätska släpps ut	6	6
6	Desorbersystemet	<10 m ³ desorbentvätska släpps ut	8	4
7	"Reclaimer"	Varm aminlösning släpps ut	9	3
8	"Reclaimer"	Aminhaltigt avfall släpps ut.	9	3
9	Kompressorhuset	Gasformig CO ₂ släpps ut	6	3
10	Rörledningar i marken	10–100 ton gasformig CO ₂ släpps ut	4	2
11	Rörledningar i marken	<10 ton gasformig CO ₂ släpps ut	2	2
12	Rörledningar ovan mark	10–100 ton gasformig CO ₂ släpps ut	9	3
13	Rörledningar ovan mark	<10 ton gasformig CO ₂ släpps ut	6	3
14	Förvätskning	Stort utsläpp av gasformig CO ₂ uppstår	6	2
15	Förvätskning	Litet utsläpp av gasformig CO ₂ uppstår	8	4
16	Förvätskning	Stort utsläpp av flytande CO ₂ uppstår	8	2
17	Förvätskning	Litet utsläpp av flytande CO ₂ uppstår	9	3
18	Kylsystem	3–10 m ³ ammoniak släpps ut	12	6
19	Kylsystem	<3 m ³ ammoniak släpps ut	12	4
20	Buffertlager	600–1200 ton flytande CO ₂ släpps ut	4	1
21	Buffertlager	10–600 ton flytande CO ₂ släpps ut	8	2
23	Buffertlager	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut	9	3
25	Lastning till lastbil	>10 ton flytande CO ₂ släpps ut	8	2
26	Lastning till lastbil	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut	16	4
27	Farligt-godstransport inom verksamhetsområdet	25–50 ton flytande CO ₂ släpps ut	8	2
28	Farligt-godstransport inom verksamhetsområdet	10–25 ton flytande CO ₂ släpps ut	8	2
29	Farligt-godstransport inom verksamhetsområdet	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut	9	3
30	Farligt-godstransport på allmän väg	25–50 ton flytande CO ₂ släpps ut	12	3
31	Farligt-godstransport på allmän väg	10–25 ton flytande CO ₂ släpps ut	12	3
32	Farligt-godstransport på allmän väg	<10 ton flytande CO ₂ släpps ut	9	3