

Rapport

Riskutredning ammoniak Östervång 2:64,
Trelleborg



Slutrapport

2022-10-24

Uppdrag: 328162 Riskutredning ammoniak, Östervång 2:64
och 2:77, Trelleborg
Titel på rapport: Riskutredning ammoniak Östervång 2:64, Trelleborg
Status: Slutrapport
Datum: 2022-10-24

Medverkande

Beställare: Adven Energilösningar AB
Kontaktperson: Daniel Nilsson
Konsult: Max Gunnarsson
Uppdragsansvarig: Max Gunnarsson
Kvalitetsgranskare: Henrik Georgsson

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
1.1 Uppdragsbeskrivning	4
1.2 Mål och syfte	4
1.3 Bakgrund	4
1.4 Tillgängligt underlag	4
2 Förutsättningar	6
2.1 Lokalisering	6
2.2 Väder	7
2.3 Anläggningen	9
2.4 Ammoniak	9
2.5 Skadekriterier	10
2.6 Riskvärdering	11
3 Riskanalys	13
3.1 Riskidentifiering	13
3.2 Konsekvensanalys	14
3.2.1 Scenario 1	14
3.2.2 Scenario 2	15
3.2.3 Sammanfattning av konsekvensanalys	15
3.3 Bedömning av sannolikhet	17
3.3.1 Scenario 1	18
3.3.2 Scenario 2	18
3.4 Beräkning av risk	18
3.4.1 Individrisk	19
3.4.2 Risknivå AEGL-2	20
3.4.3 Samhällsrisk	21
3.5 Osäkerheter	22
3.6 Känslighetsanalys	23
4 Riskreducerande åtgärder	25
5 Slutsats	27

1 Inledning

1.1 Uppdragsbeskrivning

Tyréns Sverige AB har på uppdrag av Adven Energilösningar AB genomfört en riskutredning avseende akut olycksrisk kopplad till hantering av 25 % ammoniak på fastigheten Östervång 2:64 i Trelleborg. Målet med riskutredningen är att utreda påverkan på människors liv och hälsa vid ett utsläpp av ammoniak på anläggningen samt föreslå riskreducerande åtgärder som kan minska olycksrisken för personer inom anläggningen och i anläggningens närhet.

1.2 Mål och syfte

Målet med uppdraget är att genom riskanalysen tydliggöra vilka delar av hanteringen som är särskilt utsatta och riskfyllda samt att visa hur olyckor skulle kunna påverka omgivningen.

Syftet med uppdraget är att verksamheten ska bli medveten om riskerna kring hanteringen av ammoniak samt att denna rapport ska kunna fungera som ett underlag i deras arbete med dessa frågor.

1.3 Bakgrund

Inom fastigheten Östervång 2:64 i Trelleborg planeras en ny avfallspanna för produktion av fjärrvärme. På den intilliggande fastigheten Östervång 2:77 finns Östervångsverket som är en befintlig anläggning för produktion av fjärrvärme. Planerad tillkommande verksamhet inom Östervång 2:64 och utökning av befintlig verksamhet på Östervång 2:77 har gett upphov till en ansökan om tillstånd för miljöfarlig verksamhet.

Som en del av den tillkommande avfallspannan inom Östervång 2:64 används ammoniak för rening av kväveoxider. För ändamålet används 25 % ammoniak i vattenlösning som förbrukas vid användning. Lösningen avses förvaras i en lagringstank utomhus. Hanteringen av ammoniak har gett upphov till denna riskutredning.

1.4 Tillgängligt underlag

Analysen är upprättad med utgångspunkt från följande underlag:

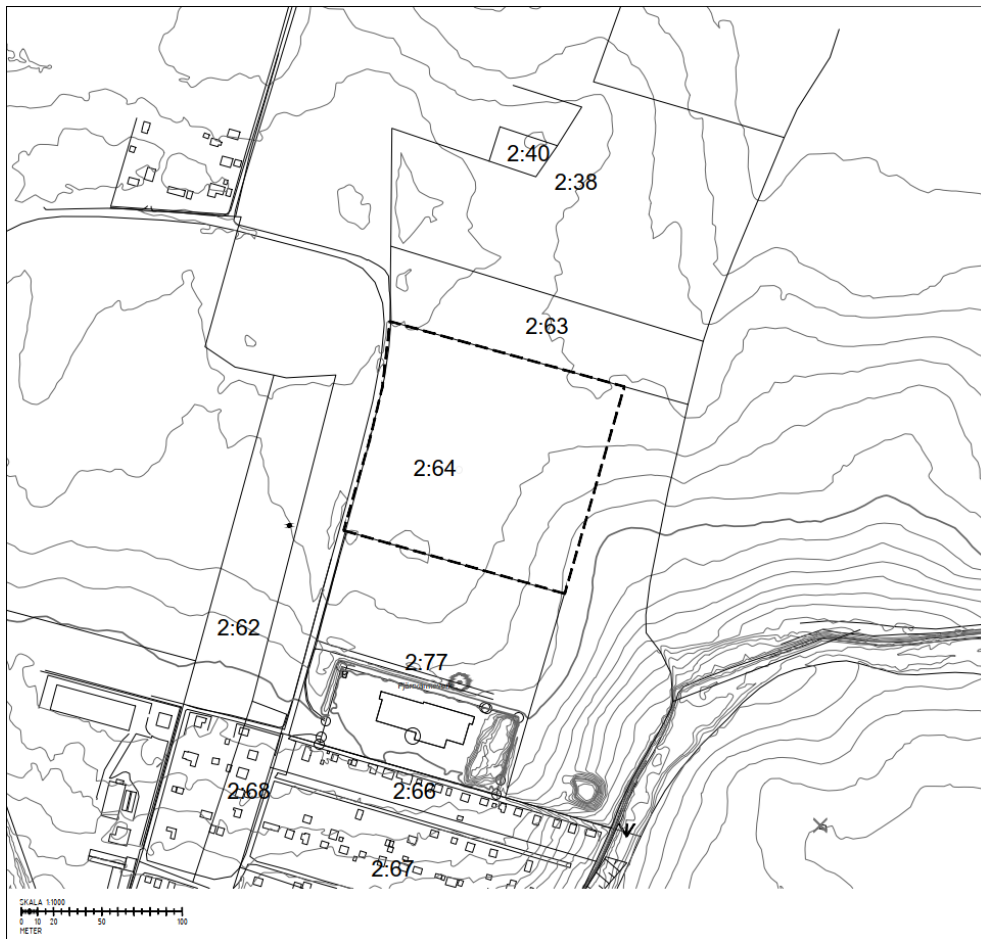
- Samrådsyttrande – Samråd enligt 6 kap. miljöbalken avseende förbränningsanläggning, Länsstyrelsen Skåne, 2022-08-29, Dnr 551-22275-2022 1287-166
- Underlag för avgränsningssamråd - Gällande ansökan om tillstånd enligt 9 kap miljöbalken för miljöfarlig verksamhet vid Östervångsverket i Trelleborg, Adven Energilösningar AB, Version 2 Västerås 2022-09-12
- Underlag från avstämningsmöte om ammoniaktankuppställning, medverkande Max Gunnarsson, Emelie Böös, Daniel Nilsson, 2022-09-14

2 Förutsättningar

I detta kapitel presenteras förutsättningar som ligger till grund för riskutredningen.

2.1 Lokalisering

Anläggningen planeras i nordöstra Trelleborg, i utkanten av tätorten. Verksamhetsområdet omges av jordbruksmark samt det befintliga Östervångsverket i söder. Anläggningen planeras inom fastigheten Östervång 2:64. Ytan för anläggningens placering presenteras i Figur 1.



Figur 1 Översikt av verksamhetsområdet med markering av fastigheten Östervång 2:64 inom vilken anläggningen med ammoniaklösning planeras.

I Tabell 1 beskrivs markanvändning i omgivningen och minsta avstånd till respektive markanvändning.

Tabell 1 Beskrivning av markanvändning i verksamhetsområdets omgivning samt minsta avstånd mellan respektive markanvändning och verksamhetsområdet.

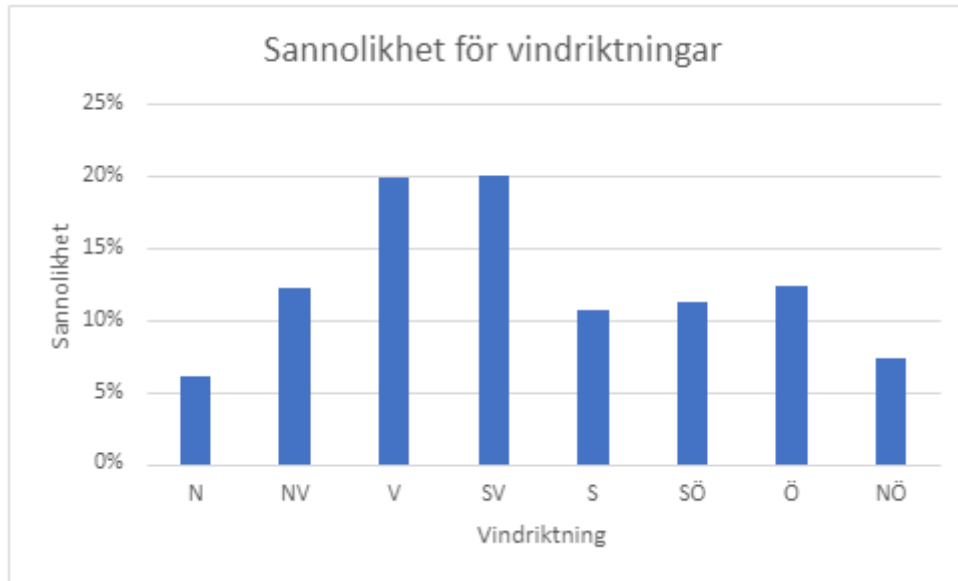
Riktning	Markanvändning	Minsta avstånd till verksamhetsområdet
Syd	Koloniområde	130 meter
Sydost	Flerbostadshus	240 meter
Ost	Enbostadshus (Kyrkoköpinge)	420 meter
Nordost	Enstaka gård	300 meter
Nord	Enstaka enbostadshus	250 meter
Nordväst	Koloniområde	130 meter
Väst	En- och	330 meter
Sydväst	flerbostadshus	260 meter

Utöver de områden som beskrivits i tabell ovan finns det några ur risksynpunkt känsliga verksamheter som behöver belysas. Trelleborgs sjukhus är beläget cirka 800 meter sydväst om verksamhetsområdet, Örtagårdens förskola drygt 400 meter sydost, Sagoborgens förskola cirka 350 meter sydost, Liljeskolan cirka 650 meter sydväst samt gruppboendet Gåskarlen drygt 650 meter sydost om verksamhetsområdet.

2.2 Väder

Vindstatistik har hämtats från SMHI för Falsterbo A som är den närmaste aktiva mätstationen. Statistiken är för åren 2009-2022. Värdena har hämtats en gång i timmen under perioden. I sammanställningen av statistiken som har genomförts inom arbetet med denna utredning har endast kontrollerade och godkända värden använts. Statistiken har använts för att bedöma förekomsten av olika vindriktning och vindhastighet.

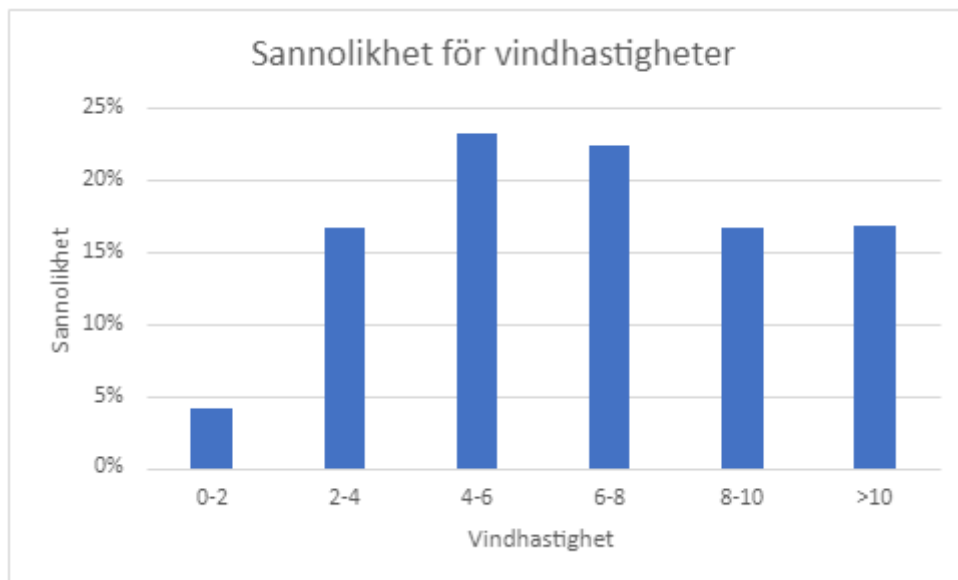
Fördelningen av vindriktningar enligt statistiken presenteras i Figur 2. Förekomsten baseras på andel av mättillfällena då vindriktningen var inom det intervall som motsvarar angiven vindriktning.



Figur 2 Fördelning av vindriktningar enligt statistik för Falsterbo A för åren 2008-2022.

Sammanställningen visar att västlig och sydvästlig vind är mest förekommande och att nordlig vind är minst förekommande.

Fördelningen av vindhastighet enligt statistiken presenteras i Figur 3. Förekomsten baseras på andel av mättillfällena då vindhastigheten var inom angivet intervall.



Figur 3 Fördelning av vindhastighet enligt statistik för Falsterbo A för åren 2008-2022.

Sammanställningen visar att vindhastigheter i intervallet 4-6 m/s är vanligast förekommande och att vindhastigheter i intervallet 0-2 m/s är minst

förekommande. Vindhastigheterna är dock ganska jämnt fördelade i de beaktade intervallen.

Det finns osäkerheter kopplat till både vindhastighet och vindriktning eftersom mätstationen inte finns på den exakta platsen för verksamhetsområdet.

För att bestämma stabiliteten i form av Pasquill-klasser (även kallat stabilitetsklasser) används bl.a. vindhastighet. Utöver vindhastigheten används solinstrålning dagtid och molnighet nattetid. Det har inte gått att hitta statistik för solinstrålning och molnighet som går att matcha med vindstatistiken. Därför kan stabilitetsklassen inte bestämmas exakt. I konsekvensberäkningarna bestämmer beräkningsprogrammet Aloha Pasquill-klassen utifrån de väderförhållanden som anges.

2.3 Anläggningen

Anläggningen är ännu inte projekterad i detalj. Detta innebär att både exakt utformning och placering inom fastigheten kommer att bestämmas i framtiden. Anläggningen beskrivs därför översiktligt avseende utformning, dock så detaljerat att denna riskutredning kan genomföras. Avseende lokaliseringen kommer det vidare antas att ammoniaktank och anslutande delar kan placeras fritt inom fastigheten Östervång 2:64.

Som tidigare nämnts planeras en avfallspanna för värmeproduktion. Som en del av rökgasreningen (rening av kväveoxider) kommer ammoniaklösning med 25 % ammoniak att användas. Lösningen förvaras i en dubbelmantlad tank utomhus och pumpas sedan till rökgasreningen som är förlagd inomhus. Detta innebär att en del rör/ledning kommer att vara dragna utomhus. Pump och övrig utrustning antas i så stor omfattning som möjligt placeras inomhus för att undvika den påverkan och slitage som placering utomhus kan ge upphov till. Placering inomhus bedöms även minska olycksrisken för omgivningen.

Eftersom ammoniaklösningen förbrukas i anläggningen krävs påfyllning av tanken, detta bedöms ske sju gånger per år.

Vid ordinarie drift kommer sju till åtta personal att befinna sig inom verksamhetsområdet på båda fastigheterna.

2.4 Ammoniak

I anläggningen används en vattenlösning med 25 % ammoniak. Ammoniaklösning med den aktuella koncentrationen kategoriseras som en

svagt frätande basisk vätska (oorganisk). Lösningen är till skillnad från ren ammoniak inte klassad som brandfarlig. Lösningens kokpunkt är 38 °C och är alltså en vätska under normala betingelser. Vid ett utsläpp kan ammoniak dock komma att förångas och spridas med vinden, med effekter på personer inom anläggningen och i omgivningen.

2.5 Skadekriterier

Som tidigare konstaterats är ammoniak i högre koncentrationer giftig eller till och med dödlig vid inandning, medan mindre koncentrationer verkar irriterande och frätande på såväl hud som andningsorgan.

Det finns ett antal olika gränsvärden för att kategorisera skadeverkningarna hos ammoniak. Dessa gränsvärden är ofta kopplade till en exponeringstid av den aktuella halten. Därför måste både halten och tiden för exponering tas i beaktande vid bedömning av skadeverkningar. För denna riskutredning används gränsvärdena AEGL-2 och AEGL-3 för bedömning av skadeverkningar. Koncentrationerna för gränsvärdena AEGL för olika exponeringstider presenteras i Tabell 2.

Tabell 2 Koncentrationer för gränsvärdena AEGL för exponeringstiderna 10, 30 och 60 minuter.

	10 minuter	30 minuter	60 minuter
AEGL-1	30 ppm	30 ppm	30 ppm
AEGL-2	220 ppm	220 ppm	160 ppm
AEGL-3	2700 ppm	1600 ppm	1100 ppm

AEGL ("Acute Exposure Guideline Levels") är flera gränsvärden definierade av den amerikanska miljöförvaltningsmyndigheten EPA ("Environmental Protection Agency"). AEGL-värdena är beräknade och anger hygieniska gränsvärden för fem olika exponeringstider (10 minuter, 30 minuter, 1 timme, 4 timmar och 8 timmar) och tre olika grader av effekter. AEGL-1 definieras som när befolkningen, inklusive känsliga individer, kan uppleva besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom. Effekterna är övergående och påverkar inte personens förmåga att agera. AEGL-2 definieras som när befolkningen, inklusive känsliga individer, kan få irreversibla eller andra allvarliga och långvariga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen. AEGL-3 definieras som när befolkningen, inklusive känsliga individer, kan drabbas av livshotande hälsoeffekter eller död.

Vid utvärdering av effekterna av ett ammoniakutsläpp kommer gränsvärdena AEGL-2 och AEGL-3 (30 minuter) att användas.

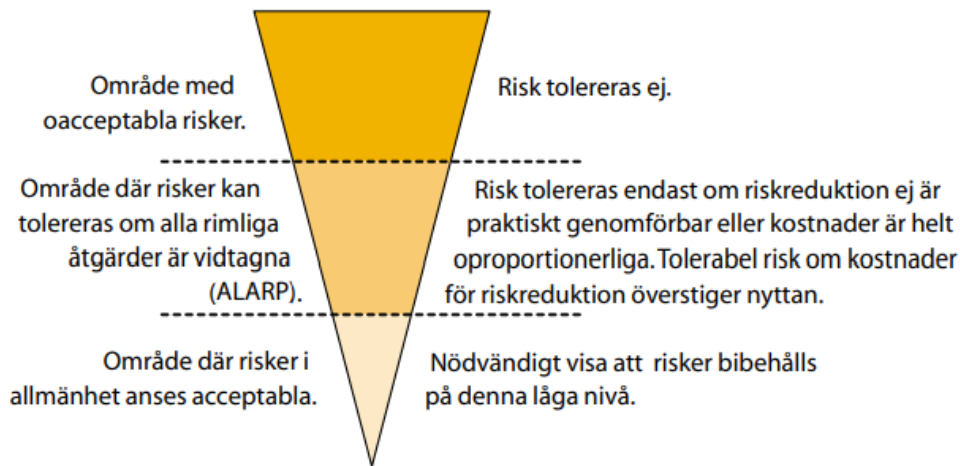
Exponeringstiden har valts efter en genomgång av beräkningarna, där det går att utläsa hur länge koncentrationerna finns kvar på några givna avstånd. Detta gäller främst för omgivningen, inom anläggningen kan något längre exponeringstider förväntas. Detta går dels att utläsa i bilaga 1 men exponeringstiden har främst valts utifrån grafer där koncentrationen över tid visas på ett givet avstånd från riskkällan. Exempel ges i konsekvensanalysen.

2.6 Riskvärdering

Värdering av risker har sin grund i hur man upplever riskerna. Som allmänna utgångspunkter för värdering av risk är följande fyra principer vägledande (Räddningsverket, 1997):

- Rimlighetsprincipen: Om det med rimliga tekniska och ekonomiska medel är möjligt att reducera eller eliminera en risk skall detta göras.
- Proportionalitetsprincipen: En verksamhets totala risknivå bör stå i proportion till den nytta, i form av exempelvis produkter och tjänster, verksamheten medför.
- Fördelningsprincipen: Riskerna bör, i relation till den nytta verksamheten medför, vara skäligt fördelade inom samhället.
- Principen om undvikande av katastrofer: Om risker realiserar bör detta hellre ske i form av händelser som kan hanteras av befintliga resurser än i form av katastrofer.

Sverige saknar nationellt fastställda kriterier avseende riskvärdering. Risker kan placeras i tre kategorier. De kan anses vara acceptabla, acceptabla med restriktioner eller oacceptabla. Figur 4 nedan beskriver principen för riskvärdering (Räddningsverket, 2003).



Figur 4 Princip för uppbyggnad av riskvärderingskriterier (Räddningsverket, 2003)

Följande riskvärderingsprinciper har föreslagits gälla för såväl transporter av farligt gods som för samhällsplaneringen i övrigt i rapporten Värdering av risk (Räddningsverket, 1997):

Individrisk

- individrisknivåer på 10^{-5} per år som övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras
- individrisknivåer på 10^{-7} per år som övre gräns för område där risker kan anses som små
- området däremellan kallas ALARP-området, från engelskans "as low as reasonable practicable", där rimliga riskreducerande åtgärder ska vidtas

Samhällsrisk

- Övre gräns där riskerna under vissa förutsättningar anses som acceptabla: $F=10^{-4}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N -kurva -1.
- Övre gräns där risker anses vara acceptabla: $F=10^{-6}$ per år för $N=1$ med lutningen på F/N -kurva -1.
- F beskriver frekvensen (per år) och N beskriver antalet omkomna.

3 Riskanalys

Riskanalysen inleds med en riskidentifiering i vilken scenarion som kan ge upphov till olycksrisk inom anläggningen och i anläggningens närhet diskuteras. Grovriskanalysen mynnar ut i ett antal scenarion som sedan används som utgångspunkt i beräkningarna. För de valda scenarierna beräknas respektive bedöms konsekvens och sannolikhet. Utifrån dessa beräkningar och bedömningar tas riskmått för individ- och samhällsrisk fram.

3.1 Riskidentifiering

Riskutredningens första steg är att identifiera scenarion som innebär att ammoniak läcker ut och sprids till omgivningen. I linje med riskutredningens mål avses spridning med akut påverkan på människors liv och hälsa.

Med bakgrund i det som är känt om anläggningens utformning (se avsnitt 2.3) kan ett läckage ske antingen inomhus eller utomhus. Från ett riskperspektiv bedöms ett läckage utomhus ge upphov till störst påverkan på omgivningen. Spridning från ett utsläpp inomhus bedöms begränsas till byggnaden och dess direkta närhet. Läckage inomhus hanteras fortsatt kvalitativt.

Eftersom systemet med ammoniaklösning ännu inte är beskrivet i detalj baseras identifieringen översiktligt på de delar som utgör anläggningen (t.ex. tank, rör, pump etc.). Den översiktliga utformningen baseras på avstämningar med beställaren samt underlag för avgränsningssamrådet. Purple book (TNO, 2005) har också utnyttjats i identifieringen, på så sätt att de skadehändelser som beskrivs där har jämförts med de delar som finns inom den aktuella anläggningen.

Ett scenario som bedöms kunna inträffa är ett läckage från själva tanken med ammoniak. Ett sådant utsläpp kan omfatta hela eller delar av tanken. Tanken planeras utföras dubbelmantlad, vilket innebär att scenariot baseras på att båda inneslutningarna måste falla för att ett utsläpp ska ske. Vid ett utsläpp bedöms vätskeformig ammoniaklösning läcka ut på marken och bilda en pöl varifrån förångning sker. Scenariot tas vidare i riskanalysen och benämns scenario 1.

Ett annat scenario som bedöms kunna inträffa är ett läckage från de rördelar som är placerade utomhus. Ett sådant läckage bedöms omfatta delar av tankens innehåll, hur mycket beror på var läckaget sker och vilka system som finns för att stoppa ett utsläpp. Utsläppet bedöms likna scenariot där hela tanken läcker ut men omfatta en mindre mängd

ammoniaklösning och en mindre pölarea. Scenariot tas vidare i riskanalysen och benämns scenario 2.

Vid transport av ammoniaklösning inom anläggningen och lossning av ammoniaklösning till lagringstanken bedöms ett utsläpp kunna ske. Omfattningen och konsekvensen av ett utsläpp bedöms i värsta fallet motsvara scenario 1. Lossningen antas vara bemannad vilket innebär att ett utsläpp kan uppmärksammas direkt varpå åtgärder kan sättas in. Detta bedöms kunna minska konsekvensen av ett utsläpp. Utöver detta bör tankbil som används vid lossning vara utformad med tekniska system för att förhindra större utsläpp, t.ex. slangbrottsventil. Med bakgrund i detta resonemang hanteras ett utsläpp vid transport eller lossning av ammoniaklösning kvalitativt och genom införande av riskreducerande åtgärder för att förhindra utsläpp och efterföljande spridning av ammoniaklösning. Riskreducerande åtgärder beskrivs i kapitel 4 .

3.2 Konsekvensanalys

För konsekvensanalysen används programmet Aloha från amerikanska EPA (Environmental Protection Agency). Programmet bedöms vara mer komplext, men även mer flexibelt än det vanligtvis använda och "Spridning luft" tillhörande MSBs (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) paket RIB (Räddningsverkets integrerade beslutsstöd för skydd mot olyckor).

Beräkningar har genomförts för tre olika vindhastigheter och motsvarande Pasquill-klass (som väljs av beräkningsprogrammet). Vindhastigheterna har satts som punktvärden som motsvarar ett intervall. Samma intervall har använts senare i beräkningarna av sannolikhet för olika vindhastighet. Väderstatistik presenteras i avsnitt 2.3.

3.2.1 Scenario 1

Scenario 1 bedöms enligt tidigare beskrivning innebära att hela lagringstankens innehåll av ammoniaklösning om 35 m³ läcker ut och bildar en pöl på marken varifrån förångning sker. I beräkningarna antas hela innehållet momentant bilda en pöl på marken. Pölens utbredning har inte utretts i detalj då markens beskaffenhet samt topografin runt tanken inte är känd. Pölen antas vara 400 m² och vara jämnt utspridd över underlaget.

Övriga indata som använts för beräkning i ALOHA presenteras i bilaga 1.

3.2.1.1 Resultat för scenario 1

Resultatet av konsekvensberäkningarna för scenario 1 presenteras i Tabell 3.

Tabell 3 Konsekvensavstånd för scenario 1

Vindhastighet	Pasquill-klass	AEGL-1(30 min) 30 ppm	AEGL-2 (30 min) 220 ppm	AEGL-3 (30 min) 1600 ppm
2 m/s	E	1400 meter	416 meter	107 meter
5 m/s	D	644 meter	219 meter	50 meter
10 m/s	D	697 meter	238 meter	58 meter

3.2.2 Scenario 2

Scenario 2 innebär att ett rörbrott inträffar på rör mellan lagringstanken och de delar av anläggningen som finns inomhus. Rörbrottet antas medföra att 5 m³ läcker ut på marken och bildar en pöl. På grund av den mindre mängden jämfört med scenario 1 kommer pölarean att vara mindre, i detta fall 100 m².

Övriga indata som använts för beräkning i ALOHA presenteras i bilaga 1.

3.2.2.1 Resultat för scenario 2

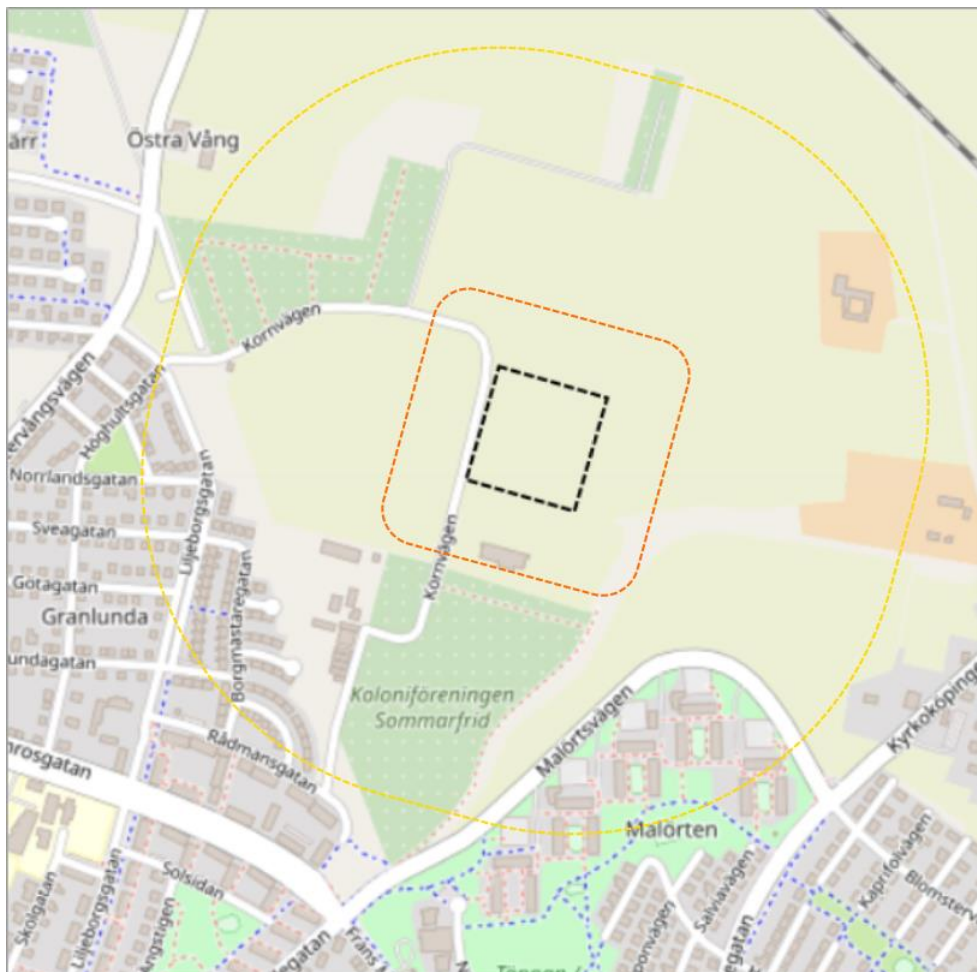
Resultatet av konsekvensberäkningarna för scenario 2 presenteras i Tabell 4.

Tabell 4 Konsekvensavstånd för scenario 2

Vindhastighet	Pasquill-klass	AEGL-1(30 min) 30 ppm	AEGL-2 (30 min) 220 ppm	AEGL-3 (30 min) 1600 ppm
2 m/s	C	232 meter	81 meter	20 meter
5 m/s	D	358 meter	125 meter	32 meter
10 m/s	D	341 meter	119 meter	30 meter

3.2.3 Sammanfattning av konsekvensanalys

För att sammanfatta konsekvensberäkningarna har en översiktlig visualisering på karta tagits fram. Visualiseringen visar de längsta konsekvensavstånden till AEGL-2 respektive AEGL-3 som beräknats. Båda konsekvensavstånden härstammar från ett utsläpp enligt scenario 1.



Figur 5 Längsta beräknade konsekvensavstånd till AEGL-2 respektive AEGL-3. Svart streckad linje visar området där lagringstanken kan komma att placeras, orange streckad linje visar det längsta beräknade konsekvensavståndet för AEGL-3 och gul streckad linje visar det längsta beräknade konsekvensavståndet för AEGL-2.

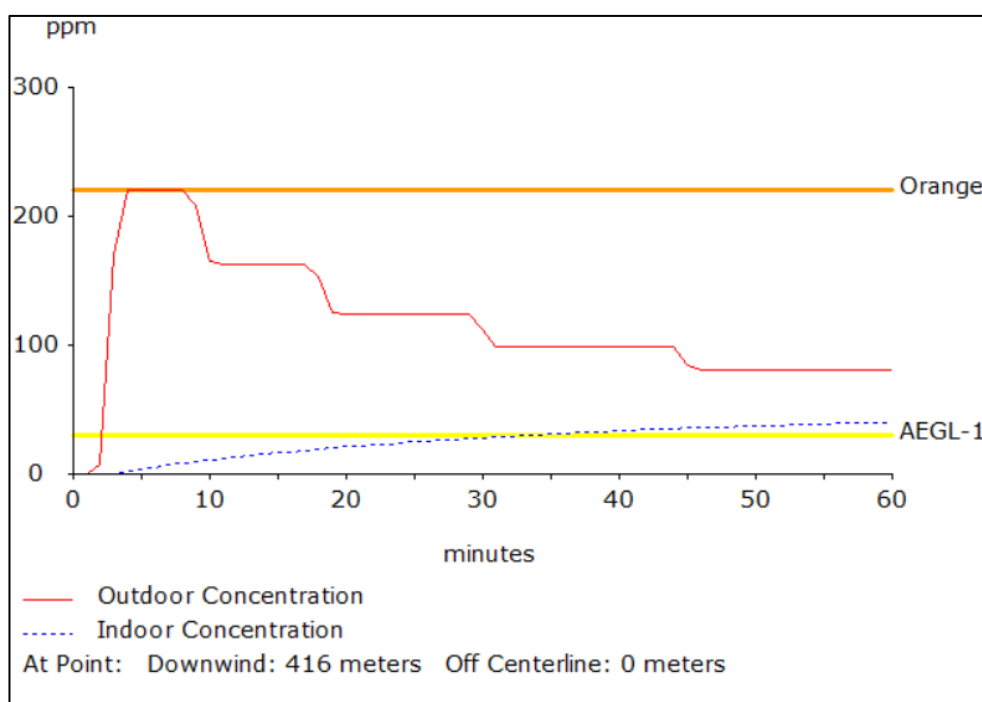
Visualiseringen ger en översiktlig bild av vilka områden som kan påverkas vid olika vindriktningar. Den visar dock inte hänsyn till vindriktningen vilket gör att det kan framstå som att alla vindriktningar påverkas samtidigt. Vid ett utsläpp förväntas en plym som sprids med vinden vilket innebär att endast en riktning påverkas vid ett utsläpp. Hänsyn till sannolikhet för olika vindriktningar presenteras i avsnitt 3.3 och 3.4

Konsekvensberäkningarna visar att AEGL-3 kan påverka områden inom 107 meter från lagringstanken med ammoniaklösning. Inom detta avstånd finns endast verksamhetsområden inom Östervång 2:64 och 2:77 avseende byggnader eller andra platser för stadigvarande vistelse.

På samma sätt visar beräkningar för AEGL-2 att denna koncentration som längst sprider sig 416 meter från lagringstanken med ammoniaklösning. Inom detta avstånd finns delar av koloniområdena i söder och norr, delar av

område med enbostadshus i väst och delar av område med flerbostadshus i sydöst. Inom området med flerbostadshus finns också två förskolor inom området som kan påverkas av AEGL-2.

Beräkningsprogrammet Aloha kan användas för att se hur koncentrationen av ammoniak inom- och utomhus förändras över tid i en given punkt. Funktionen har använts för att undersöka hur koncentrationen förändras vid det längsta beräknade konsekvensavståndet för AEGL-2.



Figur 6 Koncentrationen av ammoniak inom- och utomhus 416 meter från utsläppet. Detta är det längsta avståndet som AEGL-2 (orange linje) når enligt beräkningarna.

Jämförelsen visar att koncentrationen i punkten endast når upp till AEGL-2 under en mycket kort period (5-10 minuter) för att sedan sjunka mot cirka 100 ppm efter 30 minuter. Inomhuskoncentrationen i samma punkt når bara precis över AEGL-1, som motsvarar lättare skador.

Inomhuskoncentrationen är dock beroende av luftomsättningen i byggnaderna och får ses som en generell uppskattning snarare än ett exakt värde.

3.3 Bedömning av sannolikhet

Med bakgrund i att anläggningen ännu inte är utformad i detalj blir bedömningarna översiktliga och grova. I bedömningarna tas inte hänsyn till att sannolikheterna för scenarierna kan begränsas av riskreducerande

åtgärder. Sannolikheterna avser alltså att utsläppet sker enligt konsekvensbeskrivningarna utan ingripande och att spridningen sker utan begränsningar.

För att kunna beräkna hur sannolika olika spridningsförlopp är tas sannolikheten för olika väderförhållande i beaktande. Förhållanden avseende vind tas särskilt i beaktande då det i stor utsträckning påverkar var och hur långt spridningen sker.

Sannolikheten för att de identifierade scenarierna ska inträffa bedöms med hjälp av Purple book (TNO, 2005).

3.3.1 Scenario 1

I Purple book (TNO; 2005) anges frekvensen för utsläpp och läckage från lagringstank. I aktuellt fall har frekvenser hämtats för en dubbelmantlad tank vid atmosfärstryck. Frekvenserna för två händelser har summerats. Den första är att innehållet i tanken läcker från den inre inneslutningen till den yttre inneslutningen, och den andra är att det läcker från den yttre inneslutningen till omgivningen. Den summerade frekvensen blir $6,25 \cdot 10^{-8}$ per år, baserat på frekvensen $5 \cdot 10^{-8}$ per år för den första händelsen och $1,25 \cdot 10^{-8}$ per år för den andra händelsen.

3.3.2 Scenario 2

I Purple book (TNO, 2005) anges frekvensen för utsläpp och läckage från rör. I bedömningen antas att röret har en diameter som är mindre än 75 mm. Frekvenser har hämtats för ett rörbrott och rörens totala längd utomhus har antagits vara 20 meter. Frekvensen för rörbrott per meter anges till $1 \cdot 10^{-6}$ per meter och år. Med antagandet om 20 meter rör utomhus blir frekvensen för detta scenario $2 \cdot 10^{-5}$ per år.

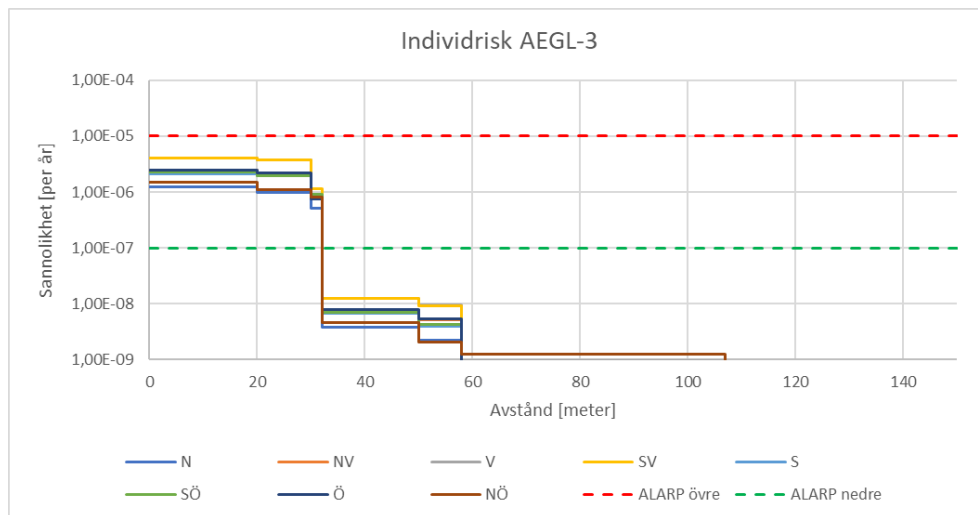
3.4 Beräkning av risk

Med utgångspunkt i konsekvensberäkningar och bedömningar av sannolikheter har måtten individ- och samhällsrisk beräknats. Individrisken beskriver sannolikheten att omkomma per år för en person som konstant befinner sig på samma plats utomhus utan att förflytta sig vid tecken på fara. Samhällsrisk beskriver sannolikheten för att ett visst antal personer omkommer inom ett 1 km² stort område runt riskkällan.

3.4.1 Individrisk

Individrisken beräknas utifrån den initiala frekvensen för scenario 1 och scenario 2 samt sannolikheter för olika vindhastigheter och vindriktningar. Beräkningarna sker och presenteras för olika vindriktningar. För respektive vindriktning beaktas sannolikheten för olika vindriktningar, vilket då påverkar sannolikheten för att utsläppet ska spridas till ett visst avstånd. Individrisken beräknas utifrån skadekriteriet AEGL-3. Detta eftersom AEGL-3 beskriver konsekvensen död, vilket utgör skadekriteriet för begreppet individrisk.

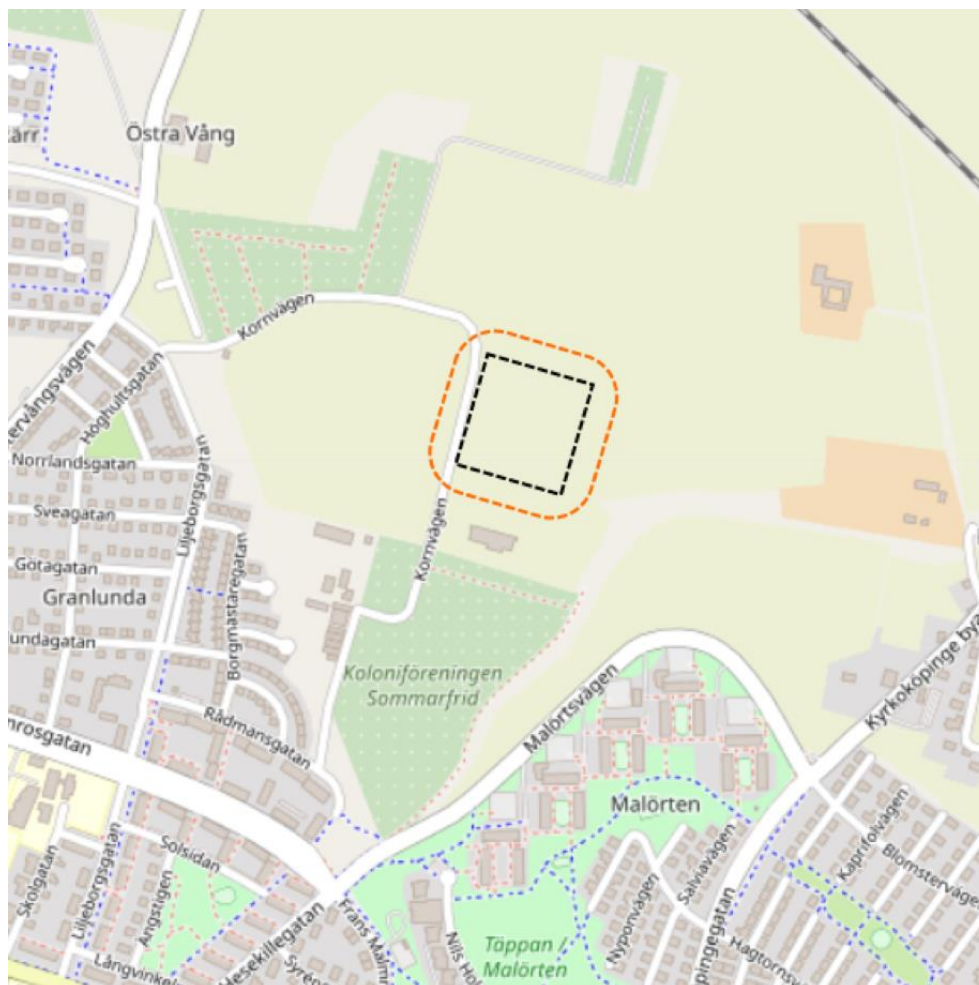
Beräknad individrisk presenteras i Figur 7.



Figur 7 Beräknad individrisk för olika vindriktningar för olycka med ammoniaklösning inom Östervång 2:64.

Beräkningarna visar att individrisken ligger inom ALARP cirka 30 meter från utsläppet och runt $1 \cdot 10^{-8}$ per år mellan cirka 30 meter och 60 meter från utsläppet (beroende på vindriktning). Inom fastigheten Östervång 2:64 och i fastighetens direkta närhet är risknivåerna inom ALARP vilket innebär att rimliga riskreducerande åtgärder ska införas. Dessa risknivåer påverkar främst personal inom anläggningen.

Individrisken har visualiserats på karta för att utbredningen ska kunna överblickas. Trots att risknivåerna skiljer sig något mellan vindriktningarna har visualiseringen utgått från den vindriktning som ger högst risknivå. Karta med individrisk presenteras i Figur 8.



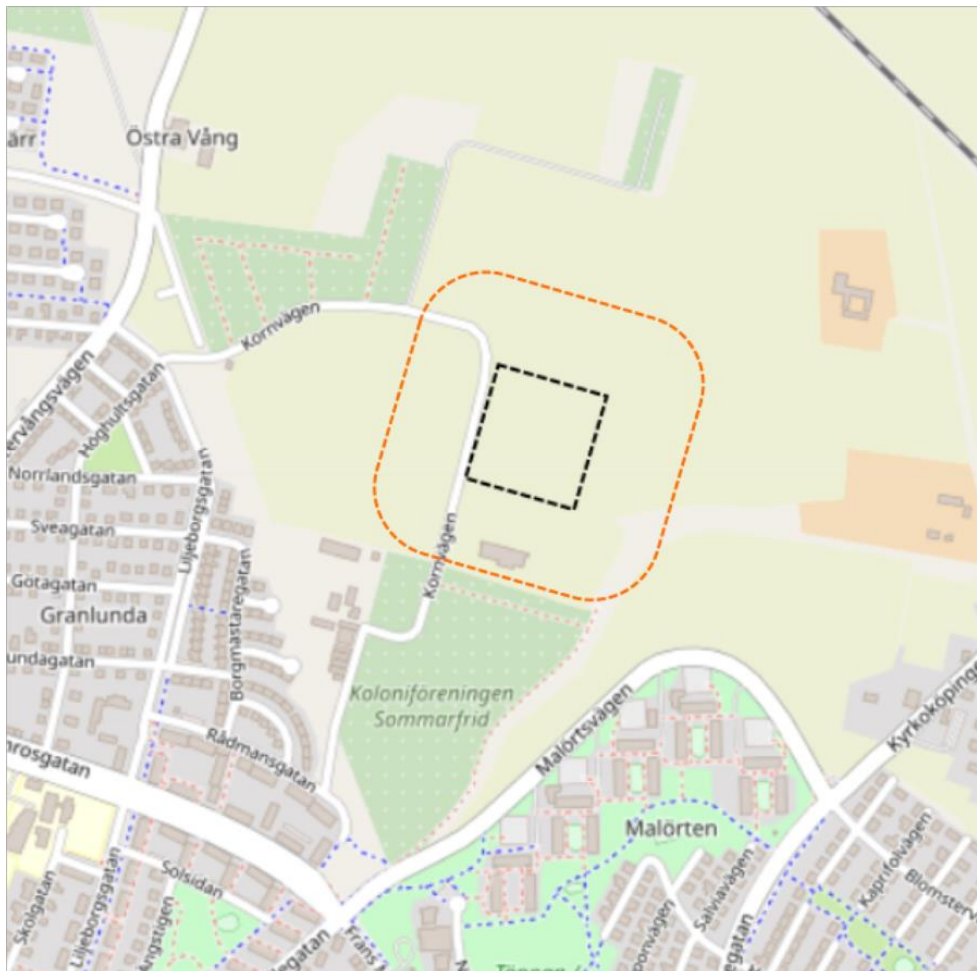
Figur 8 Beräknade individriskkonturer för olycka med ammoniaklösning inom Östervång 2:64. Svart streckad linje visar området där lagringstanken kan komma att placeras och orange streckad linje visar yttre gräns för individrisken 10^{-7} per år.

Visualiseringen på karta visar att individrisken aldrig överstiger 10^{-7} per år för byggnader utanför fastigheten Östervång 2:64. Enligt acceptanskriterierna är individrisken att betrakta som acceptabel för omgivningen. Individrisken inom verksamhetsområdet ligger delvis inom ALARP.

3.4.2 Risknivå AEGL-2

Beräkningar av risknivå för AEGL-2 har likt beräkningarna av individrisk genomförts. Skillnaden mellan beräkningarna är att individrisk avser skadekriteriet död vilket innebär att AEGL-2 inte är tillämpligt för att beräkna individrisk. AEGL-2 avser allvarlig skada vilket det inte finns några acceptanskriterier för. Eftersom beräkningarna baseras på samma sannolikhetsbedömningar som för individrisken har själva grafen för risknivå ett liknande utseende. Konsekvensavstånden är dock längre för

AEGL-2 eftersom gränsvärdet avser en lägre koncentration. Därför presenteras endast en visualisering av risknivån på karta, se Figur 9.



Figur 9 Beräknad risknivå för allvarlig skada (AEGL-2) för olycka med ammoniaklösning inom Östervång 2:64. Svart streckad linje visar området där lagringstanken kan komma att placeras och orange streckad linje visar yttre gräns för risknivån 10^{-7} per år.

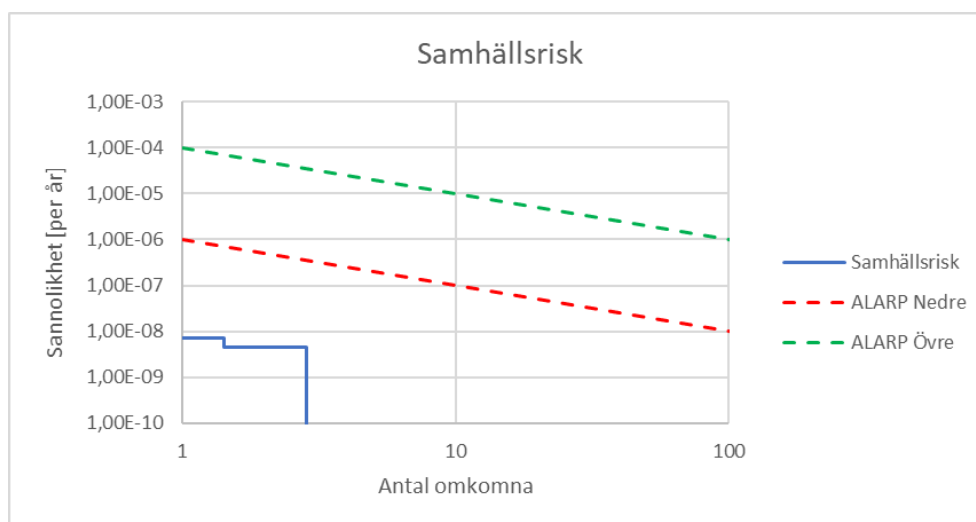
Eftersom det inte finns acceptanskriterier för allvarlig skada går det inte att bedöma om risknivån är acceptabel. Det går dock att säga att risknivån 10^{-7} per år inte påverkar bebyggelse i omgivningen med undantag för bebyggelse inom Östervång 2:77. Även med acceptanskriterier för individrisk (sannolikhet att omkomma) hade risken varit att betrakta som acceptabel för omgivningen.

3.4.3 Samhällsrisk

Samhällsrisk beräknas utifrån individrisken men tar också hänsyn till befolkningstätheten i utsläppets närhet. I aktuellt fall genomfördes beräkningar för befolkningstätheten i Trelleborgs tätort år 2020 (SCB, 2022)

som då var 1900 personer/km². Dessa siffror används för hela området förutom för de områden som påverkas vid sydlig, sydöstlig och sydvästlig vind. Där användes halva befolkningstätheten. Siffrorna avseende befolkningstäthet bedöms vara mycket konservativa eftersom området runt anläggningen till stora delar är obebyggt och består av jordbruksmark. De bedöms också med god marginal ta hänsyn till de som arbetar inom området (även Östervång 2:77) vid normal drift.

Beräknad samhällsrisk presenteras i Figur 10.



Figur 10 Beräknad samhällsrisk för olycka med ammoniaklösning inom Östervång 2:64

Eftersom samhällsrisk beräknats med en förhöjd persontäthet i omgivningen ska resultatet inte tolkas som en nulägesbild. Resultatet bör snarare ses som ett tecken på låg samhällsrisk eller en bild av ett framtidsscenario där bebyggelse uppförs närmare anläggningen. Den beräknade samhällsrisk är trots de konservativa antagandena avseende persontäthet att betrakta som acceptabel jämfört med använda acceptanskriterier.

3.5 Osäkerheter

För konsekvensanalysen används programmet Aloha från amerikanska EPA (Environmental Protection Agency). Programmet har sin styrka när det gäller storskaliga processanläggningar, framför denna relativt småskaliga anläggning. Ändå är Aloha betydligt mer komplext och flexibelt än det vanligtvis använda Spridning luft tillhörande MSB (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap) och resultatet bedöms därför vara mer rättvisande vid användandet av Aloha.

Aloha har förmågan att översiktligt karaktärisera omgivningen, med avseende på bebyggelseform och bebyggelsestäthet. Även om beräkningarna är genomförda under förutsättningar att utsläppet har placerats i en bebyggd omgivning, finns det en osäkerhet i faktumet att den verkliga situationen bidrar till ett än större skydd vad gäller spridningen.

Förutsättningarna avseende väderförhållanden som används i beräkningarna är osäkra och har stor påverkan på resultatet. Osäkerheterna har hanterats genom att använda olika värden för vindhastighet utifrån de fördelningar som har tagits fram utifrån statistiken.

3.6 Känslighetsanalys

Flera parametrar utgör indata till spridningsberäkningarna, bland annat vind, stabilitetsklass, temperatur och pölstorlek. För att utreda hur parametrarna påverkar den beräknade spridningen genomförs en känslighetsanalys. I känslighetsanalysen varieras en av parametrarna pölstorlek eller temperatur samtidigt som övriga parametrar hålls fixa. Som utgångspunkt i känslighetsanalysen används scenario 1 med vindhastighet 2 m/s och gränsvärdena AEGL-2 och AEGL-3 för 30 minuters exponering. Känslighetsanalysen av olika parametrars påverkan på konsekvensavstånden är även gällande för övriga beräknade scenarier. Grundförutsättningarna för scenario 1 med normalt väder är stabilitetsklass E, 15 ° C och 2 m/s. Variationen för respektive parameter har valts för att representera ett rimligt intervall för den aktuella platsen. Variationen i spridningsavstånd har därefter kontrollerats för att säkerställa att känsligheten i respektive parameter utretts tillräckligt. Variation i vindstyrka och stabilitetsklass har redan undersökts i de beräknade scenarierna.

Tabell 5 Beräknade spridningsavstånd i känslighetsanalysen. Avstånden anges i meter.

	Standard	Pölstorlek		Temperatur	
		100 m ²	600 m ²	0 °C	30 °C
AEGL-2	416	218	502	269	679
AEGL-3	107	62	126	52	242

Känslighetsanalysen visar att både pölstorlek och temperatur påverkar konsekvensavstånden i stor omfattning. Temperaturen som används i beräkningarna bedöms dock vara den mest representativa för platsen. Vid lägre temperatur är de beräknade konsekvensavstånden mindre. Pölstorleken som använts i beräkningarna är ett antagande. Känslighetsanalysen visar att det finns stora fördelar med att införa

åtgärder för att minska pölutbredningen, då pölstorleken ger stort utslag på konsekvensavstånden.

4 Riskreducerande åtgärder

Eftersom det är en helt ny anläggning bedöms det finnas goda möjligheter att införa riskreducerande åtgärder på ett kostnadseffektivt sätt. Detta eftersom införandet av åtgärder inte innebär ändringar på befintlig anläggning eller ingripanden i pågående process. Åtgärderna som presenteras är baserade på beräknad risk och konsekvens. Beräkningarna visar att den största påverkan finns inom verksamhetsområdet och att omgivningen endast i undantagsfall kommer att påverkas allvarligt av ett utsläpp av ammoniak. Åtgärder för att minska påverkan inom verksamhetsområdet omfattar till stor del rutiner för hantering, transporter och lossning av ammoniak, men även åtgärder som omfattar utrymning och skyddsutrustning för personal. Ett stort utsläpp kan dock komma att påverka omgivningen och därför rekommenderas även åtgärder för att minska konsekvenserna av ett sådant. De rekommenderade åtgärderna beskrivs nedan:

- Rutiner för transport av ammoniaktransport inom verksamhetsområdet, t.ex. hastighetsgränser och anvisningar var transporten ska köra.
- Rutiner för lossning av ammoniaklösning från tankbil till lagringstank. Rutinerna ska innefatta vad som ska göras vid ett utsläpp av ammoniaklösning under lossningen.
- Rutiner för larm till räddningstjänst vid utsläpp av ammoniaklösning.
- Rutiner för larm till räddningstjänst vid större utsläpp så att räddningstjänst kan varna allmänhet vid behov.
- Rutiner för utrymning alternativt inrymning av personal från området vid större utsläpp av ammoniak, beroende på var utsläppet sker.
- Påkörningsskydd för lagringstank av ammoniaklösning
- Gaslarm inomhus för detektion av ett utsläpp på de delar av anläggningen med ammoniaklösning som finns inomhus. Larmet bör åtminstone göra personal uppmärksamma på utsläppet för att möjliggöra utrymning.
- Larm på tanken, t.ex. nivåalarm, larm vid rörbrott.
- Tekniska system för att hindra utsläpp från rör eller tank. Dubbelmantlad tank är en förutsättning för beräkningarna. Rörbrottsventil på rör som är placerade utomhus minskar konsekvensavstånden

- Begränsning av pölarean. Begränsning av pölarean kan minska konsekvensavstånden vid ett utsläpp. Lagringstanken bör placeras i en lågpunkt eller i någon form av invallning. För att förhindra att regnvatten samlas upp behöver ytan vara försedd med en dagvattenbrunn. Brunnen utformas med fördel med en ventil samt förregling som hindrar att vätskeformig ammoniak når dagvattensystemet vid ett utsläpp.
- Skyddsutrustning för personal i form av skyddsmask som kan användas vid utsläpp av ammoniaklösning.
- Utrustning för att täcka över en pöl med ammoniaklösning för att minska avångningen och därmed spridning inom och utanför området. Utrustningen behöver inte vara mer avancerad än en presenning.

5 Slutsats

Resultatet från beräkningar och bedömningar visar att påverkan från anläggningen med ammoniaklösning avseende akut olycksrisk i omgivningen är att betrakta som acceptabel. Detta baseras främst på de beräkningar av individrisk, risknivå för AEGL-2 och samhällsrisk som genomförts. Samtliga av dessa beräkningar visar att risken är att betrakta som acceptabel utifrån använda acceptanskriterier.

Konsekvensanalysen visar att de flesta scenarion som beaktats innebär låg påverkan på omgivningen avseende både dödsfall (AEGL-3) och allvarlig skada (AEGL-2). Vid ett stort utsläpp, där hela lagringstankens innehåll läcker ut, kan omgivningen komma att påverkas. Vid ett sådant utsläpp i kombination med den lägsta vindhastigheten kan personer som befinner sig utomhus inom bostadsområden och två förskolor komma att skadas allvarligt (AEGL-2). Vid ett stort utsläpp i kombination med övriga vindhastigheter kan personer som befinner sig utomhus inom närliggande koloniområden komma att skadas allvarligt (AEGL-2). Även om konsekvenserna är allvarliga bör det beaktas att dessa konsekvenser uppstår vid de ovanligaste vindriktningarna enligt statistiken. Konsekvensanalysen ger upphov till att riskreducerande åtgärder bör införas för att minska de längsta beräknade konsekvensavstånden.

Vid ett utsläpp kan höga koncentrationer ammoniak uppstå inom verksamhetsområde, både inom aktuell fastighet Östervång 2:64 och angränsande fastighet Östervång 2:77. Ett utsläpp av hela tankens innehåll i kombination med låga vindhastigheter kan innebära att dödliga koncentrationer uppnås inom i princip hela verksamhetsområdet. Enligt beräkningarna av individrisk är risknivåerna inom delar av området inom ALARP vilket innebär att rimliga riskreducerande åtgärder ska införas.

Sammanfattningsvis bedöm risken kopplad till lagringstank och tillhörande utrustning som acceptabel om de rekommenderade riskreducerande åtgärderna införas. Detta gäller både inom verksamhetsområdet och i omgivningen. Föreslagna åtgärder utgör en övergripande uppsättning som kan komma att förändras om andra lösningar medför samma effekt.

Referenser

Räddningsverket. (2003). Handbok för riskanalys. Karlstad: Räddningsverket.

Räddningsverket. Värdering av risk. Karlstad : Statens räddningsverk, 1997.

SMHI, 2022, Ladda ner meteorologiska observationer (hemsida), hämtat från <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=wind,stations=core,stationid=52240>

TNO, Guidelines for quantitative risk assessment "Purple book", The Hague, 2005

