

Avsedd för

Kraftringen Energi AB

Typ av dokument

Rapport

Datum

April, 2020

RISKUTREDNING AMMONIAKTANK KOMPLETTERING TILL KRAFTRINGEN- MILJÖTILLSTÅND

RISKUTREDNING AMMONIAKTANK KOMPLETTERING TILL KRAFTRINGEN-MILJÖTILLSTÅND

Projektnamn **Riskutredning ammoniaktank**
Projekt nr **1320035858-004**
Beställare **Kraftringen Energi AB**
Typ av dokument **Rapport**
Version **Slutrapport**
Datum **2020-04-24**
Förberett av **Elsa Axelsdóttir**
Kontrollerad av **Per Stein/Johan Hortberg**
Godkänd av **Håkan Hellström**
Beskrivning **Riskutredning av ny ammoniaktank hos Kraftringens LHVC-anläggning i Lund.**

Ramboll
Krukmakargatan 21
Box 17009
10462 Stockholm

T +46 (0)10 615 60 00
<https://se.ramboll.com>

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning	2
1.1	Syfte	2
1.2	Omfattning och avgränsningar	2
1.3	Revideringar	3
1.4	Kvalitetskontroll	3
1.5	Regelverk	3
2.	Metod	4
2.1	Risکانالys och riskvärdering	5
2.1.1	Individrisk	5
2.1.2	Samhällsrisk	6
2.1.3	Riskvärdering	7
2.2	Termer och definitioner	7
3.	Anläggningsbeskrivning	9
3.1	Ammoniaktank	9
3.1.1	Förbrukning av ammoniak.	10
3.1.2	Påfyllning	10
3.1.3	ATEX klassning	10
3.2	Bemanning av anläggningen	10
3.2.1	Anläggningens persontäthet	10
4.	Beskrivning av omgivningen	12
4.1	Befolkningstäthet	12
5.	Ammoniaklösning - egenskaper	13
5.1	Ammoniaklösningens produkttegenskaper	13
5.1.1	Skadliga effekter för människors hälsa	13
5.1.2	Gränsvärde	13
6.	Risکانالys	14
6.1	Riskidentifiering	14
6.2	Identifierade scenarier och konsekvenser	15
6.2.1	Identifierade scenarier	15
6.2.2	Storlek på pöl och utbredning	15
6.2.3	Resultat från konsekvensberäkningar	16
6.3	Sannolikhet och frekvenser för scenarier	16
6.3.1	Händelseträäd	17
6.3.2	Frekvenser för starthändelse	17
6.3.3	Sannolikhet att omkomma	17
6.4	Väderförhållande	18
7.	Risکانالysens resultat och Riskvärdering	20
8.	Riskreducerande åtgärder	22
9.	Osäkerheter och känslighetsanalys	23
9.1	Storlek och utbredning av vätskapölen	23
9.2	Väderförhållande	23
10.	Slutsatser	25
	Referenslista	26

1. INLEDNING

Ramboll Sweden AB har fått uppdrag av Krafringen Energi AB att genomföra riskutredning av ammoniaktank.

1.1 Syfte

Syftet med riskutredning av ammoniaktanken utförs i samband med yttrande från Länsstyrelsen i Skåne (Dnr. 551-2001-2020, 1281-115A). Utredningen är en komplettering till Krafringen Energi AB:s ansökan om tillstånd för fortsatt och utökad verksamhet vid Lunds Hetvattencentral (LHVC) på fastigheten Plogen 2 i Lunds kommun.

Länsstyrelsens yttrande är följande gällande säkerhet inom och utom anläggningen:

- Punkt 22
”Ansökningshandlingarna behöver kompletteras med en riskutredning avseende bolagets planerade användning av ammoniak. Även 25 %-ig ammoniaklösning kan vid läckage bilda ett gasmoln som är giftigt, brandfarligt och explosivt. En riskutredning är motiverad för att tillhandahålla information om hur långt ammoniak kan sprida sig från verksamheten, vilka koncentrationer som kan uppkomma vid olika avstånd och hur personer inom och utom verksamhetsområdet kan påverkas. Påverkan på människor behöver bedömas utifrån känsliga personer, till exempel enligt Acute Exposure Guideline Levels (AEGL).”
- Punkt 23
”Med utgångspunkt från den i punkt 22 efterfrågade riskutredningen behöver bolaget redovisa hur man avser att förvara och hantera ammoniak och vilka säkerhetsåtgärder man avser att vidta för att säkerställa en säker hantering vid leverans, lagring och användning av ammoniak. Till exempel behöver bolaget redovisa om man avser att förvara ammoniaktanken inomhus eller utomhus samt om man avser att installera överfyllnadsskydd, gaslarm samt utrustning för att skapa vattenridåer vid läckage.”

1.2 Omfattning och avgränsningar

- Denna riskutredning avgränsas till olycksrisker med ammoniaktanken som kan leda till plötsliga konsekvenser för människors liv och hälsa.
- Riskkällan är själva ammoniaktanken och rörledning i omedelbar närhet av tanken.
- Skyddsobjektet är personal på Krafringens anläggning samt tredje man som bor, arbetar och vistas i anläggningens omgivning.
- Individ- och samhällsrisk är beräknad utifrån identifierade riskscenarier härrörande från ammoniaktanken. Riskanalysen baseras på värsta troliga olycksscenario.
- Riskutredningen är baserad på information från Teknisk Beskrivning för anläggningen [1], samt information från verksamheten (Peter Ottosson, Projektledare, Krafringen).
- Utredningen tar inte hänsyn till materiella skador för anläggningsägaren eller tredje mans egendom, skador på miljön eller skador orsakande av långvarig exponering.
- Riskutredningen enligt ATEX-direktivet ingår inte.
- Riskutredning av arbetsmiljö ingår inte.

1.3 Revideringar

Denna handling är första version av dokumentet och innehåller därmed inga revideringar.

1.4 Kvalitetskontroll

Denna handling omfattas av internkontroll i enlighet med Rambolls kvalitetssystem, certifierat enligt ISO 9001 och ISO 14001. Detta innebär t.ex. att granskning alltid sker av förutsättningar och redovisade lösningar.

1.5 Regelverk

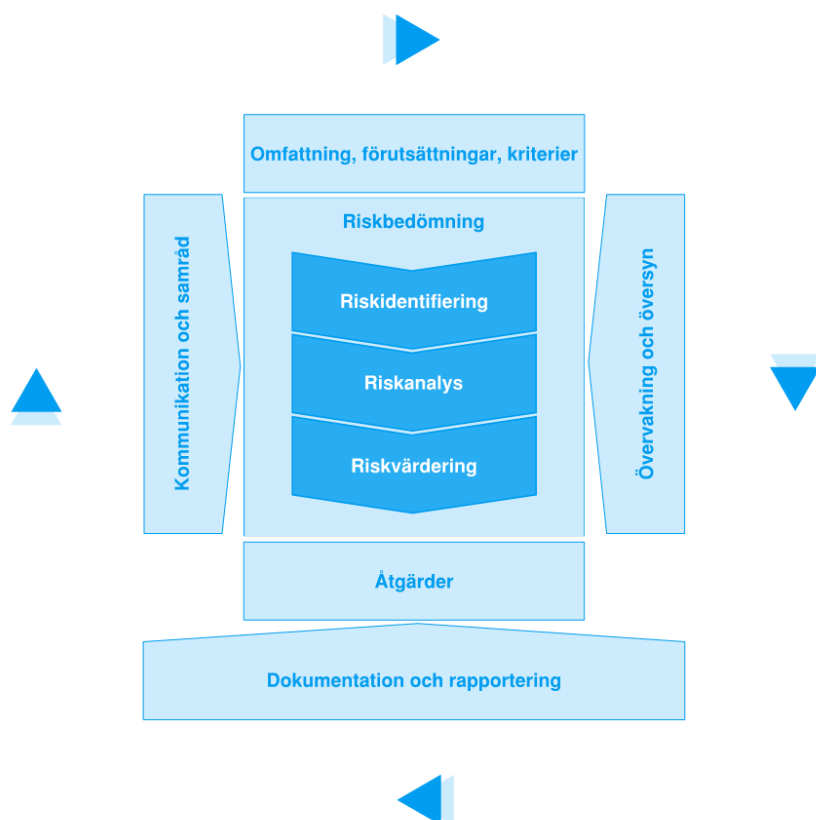
Som styrande lagstiftningar och riktlinjer knyts riskhantering i den fysiska planeringen till:

- Plan- och bygglagen
- Miljöbalken

2. METOD

Riskutredningen är utförd i följande steg (Figur 1):

- Definiera syfte/mål och avgränsningar
- Utför riskidentifiering
- Genomföra riskanalys
- Värdering av analyserade risker
- Utarbeta förslag till riskreducerande åtgärder



Figur 1. Riskhanteringsprocessen. Illustration är adapterat från ISO 31000:2018 [13].

Först sker en bestämning och ett förtydligande av vilka **mål och avgränsningar** som riskutredningen grundar sig på. Därefter görs en **riskidentifiering**, en arbetsprocess, där aktuella risker som förknippas med objektet identifieras.

Efter **identifieringen** av riskerna, bedöms dessa sedan utifrån frekvens och konsekvens för att ge en uppfattning av vilken **risknivå** dessa medför. Denna del av utredningen kallas för **riskanalys**. I denna del av processen brukar de flesta analyserna skilja sig åt i tillvägagångsätt, beroende på bland annat hur objektet ser ut och vilken indata som finns tillgänglig.

Efter att risknivån fastställts sker den så kallade **riskvärderingen**. Där värderas den framtagna risknivån genom att jämföras med **acceptabla kriterier**. Utifrån riskvärderingen lyfts behovet av **riskreducerande åtgärder** fram, för att kunna anpassa de befintliga riskerna till acceptabla risknivåer.

2.1 Riskanalys och riskvärdering

Det finns inget nationellt framtaget kriterium för riskvärdering och riskpolicy i Sverige men vissa publicerade dokument och kriterier används generellt i samband med riskanalyser. I detta avsnitt refereras till några av dessa.

2.1.1 Individrisk

Individrisk är risken som en enskild individ som befinner sig i närheten av en riskkälla utsätts för och med individrisk menas sannolikheten att en viss individ omkommer under ett år.

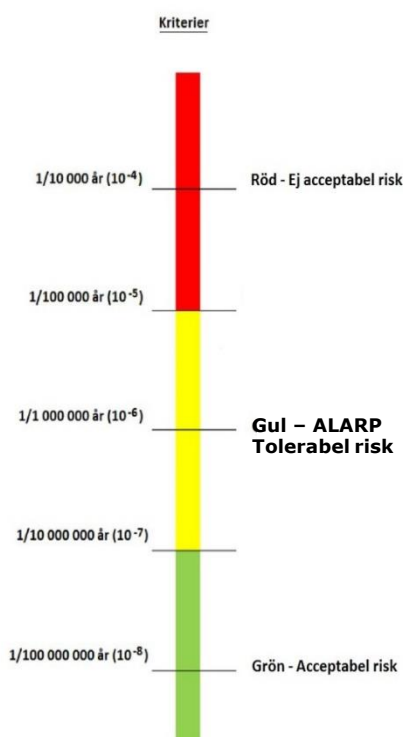
Individriska är oberoende av antalet personer som befinner sig på ett område eftersom individriska avser enskilda personer medan samhällsriska påverkas av mängden personer som befinner sig på ett utsatt område.

Individriska beräknas normalt under antagandet att en individ är kontinuerligt närvarande på en given plats, det vill säga platsspecifik risk. Individriska kriterier bör i detta fall tillämpas på risker för "verkliga" individer som inte är kontinuerligt närvarande.

I Värdering av risk [12] har Det Norske Veritas (DNV), gett förslag till individ- och samhällsrisk kriterier.

Följande kriterier används för individriska:

- Övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras: $1 \cdot 10^{-5}$ per år
- Övre gräns för område där risker kan anses som små: $1 \cdot 10^{-7}$ per år.



Figur 2. Visualisering av individriska kriterier

Figuren ovan illustrerar acceptanskriterier/tolerabel risknivå för tredje man som vistas i området till riskkällan.

2.1.2 Samhällsrisk

Samhällsrisk är ett mått för hur stor risk en riskkälla utsätter människor för. Samhällsrisk är risken att ett antal människor omkommer vid olycka i samhället under ett år. Samhällsriskbegreppet är tillämpligt på alla i området såsom boende, arbetande, trafikanter etc.

Samhällsrisken är direkt beroende av hur många individer som befinner sig i ett område medan individrisken är oberoende av antalet personer på området.

Generellt är det färre händelser (olyckor) som leder till att många omkommer vilket gör att olycksfrekvensen normalt minskar med ökat antal omkomna.

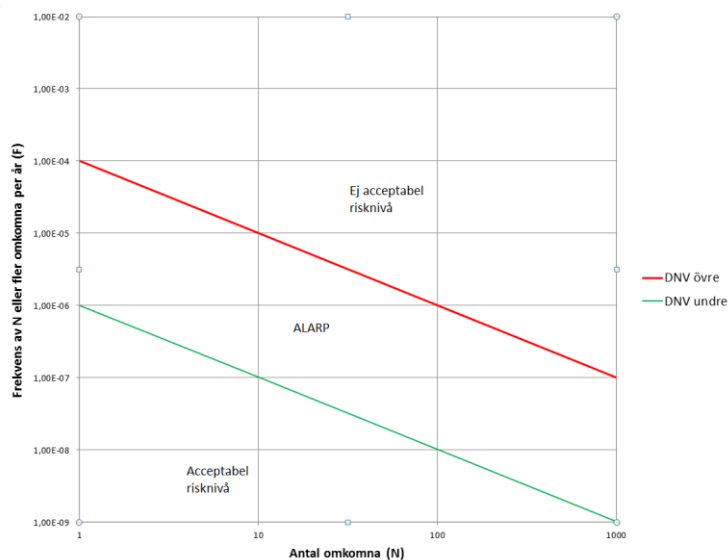
Samhället har lättare att acceptera flera olyckor med begränsande konsekvenser än ett fåtal med mycket allvarliga eller katastrofala konsekvenser. Detta innebär att riskacceptansen eller toleransen blir lägre ju fler personer som förväntas kunna drabbas vid en olycka.

Samhällsrisken presenteras och värderas i F/N-diagram (Frequency/Number of fatalities) där F anger den summerade olycksfrekvensen för alla händelser som leder till ett visst antal omkomna (N).

F/N-diagrammet illustrerar acceptanskriterier/tolerabel risknivå för 3:e man, dvs. boende och andra personer som vistas i området.

I Sverige finns det idag inga nationellt beslutade kriterier för hur hög samhällsrisk som kan accepteras. DNV har utarbetat förslag på gränsvärden för acceptabel risknivå med avseende på samhällsrisken [12]:

- Övre gräns: $N=1 \cdot 10^{-4}$ per år, d.v.s. 1 omkommen på 10 000 år
- Nedre gräns: $N=1 \cdot 10^{-6}$ per år, d.v.s. 1 omkommen på 1000 000 år



Figur 3. F/N-diagram med DNV: kriterier inritade [12].

För risknivåer som ligger mellan de uppsatta kriterierna (övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan accepteras och övre gräns för område där risker kan anses som små) ska säkerhetshöjande åtgärder införas som bedöms vara rimliga ur kostnads - nytta synpunkt. Detta område kallas ALARP-området som står för "As Low As Reasonably Practicable" och betyder att om risken med rimliga medel kan minskas så ska åtgärder vidtas. Risken i ALARP-området är sålunda tolerabel om alla rimliga åtgärder är vidtagna.

2.1.3 Riskvärdering

Det finns ett antal viktiga utgångspunkter för riskvärdering [12]. De är följande:

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

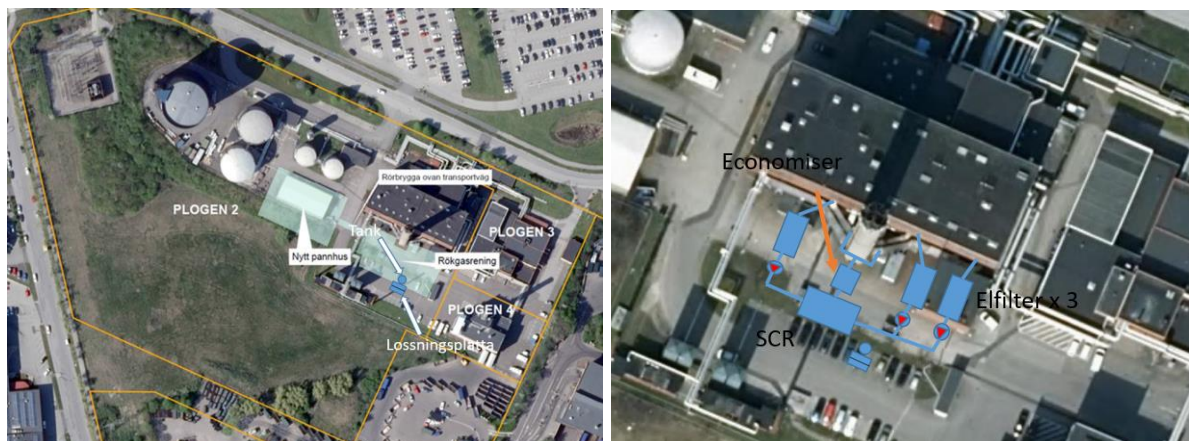
2.2 Termer och definitioner

Begrepp	Definition
Risk	En sammanvägning av hur ofta en händelse eller olycka inträffar alternativt hur sannolik den är samt vilka konsekvenser händelsen/olyckan får uttryckt i antal omkomna personer
Riskkälla	Verksamhet, process eller aktivitet som kan påföra personer, miljön eller omgivningarna en risk. Exempel på riskkällor är lagringskärl, lossningsplats eller transport med farligt gods
Konsekvensavstånd	Det avstånd på vilket en riskkälla kan påverka sin omgivning med konsekvens
Riskidentifiering	Systematisk kartläggning av verksamheter och aktiviteter, t ex transport av farligt gods, som kan innebära risk
Riskutredning	Bedöma eller uppskatta hur omfattande en risk är. Oftast genom att skatta frekvens/sannolikhet och konsekvens kvalitativt eller genom att beräkna detta kvantitativt
Händelseträd	Ett sätt att åskådliggöra vad som kan ske efter en händelse. Från en initierande händelse byggs ett träd upp där varje förgrening visar olika typer av konsekvenser som uppstår pga. händelsen. Konsekvenserna är både av positiv och negativ typ.
Individrisk	Vid kvantitativ riskutredning kan individrisken beräknas. Individrisk är frekvens för att en person som vistas på exakt samma geografiska plats omkommer till följd av en risk orsakad av en eller flera olyckor
Samhällsrisk	Vid kvantitativ riskutredning kan samhällsrisk beräknas. Samhällsrisk beräknas genom att redovisa frekvensen för att ett antal personer omkommer vid ett eller flera identifierade olycksscenarier. Samhällsrisk används för att ange hur personer i området exponeras av en eller flera riskkällor

Riskvärdering	Jämförelse mellan beräknade risker (konsekvenser och sannolikhet) med lämpliga kriterier för vad som kan anses vara en tolerabel risknivå. Denna riskvärdering ligger till grund för beslut om risker kan accepteras, om riskreducerande åtgärder behöver vidtas eller om riskerna inte kan accepteras
Riskreducerande åtgärder	Åtgärder som vidtas för att lindra konsekvensen av en risk alternativt reducera frekvensen för att risken ska inträffa

3. ANLÄGGNINGSBESKRIVNING

Figur 4 redovisar planerad placering av tillkommande ammoniaktank samt var lossningsplattan och NOx reduktionssystemet placeras i förhållande till tanken.



Figur 4. Förväntad placering av tillkommande ammoniaktank och lossningsplatta. Figur till högre visar även tänkt placering av systemet för NOx reduktion. Förklaringsbilder upprättat av Krafringen¹.

3.1 Ammoniaktank

Tanken är en lagringstank för ammoniumhydroxid (<25%) dvs. ammoniaklösning.

Ammoniaktanken är av typ vertikal stående. Den är tillverkad i rostfritt stål och är dubbelmantlad. Enligt uppgift från verksamheten² kommer tanken att kunna rymma maximalt 20 m³ av ammoniaklösning. Tanken står utomhus.

Rörledning från tanken till där NOx reduktion sker uppskattas vara ca. 20 meter.² Rörledningen förutsätts ha diameter under 70 mm.

Enligt teknikbeskrivningen av systemet för NOx reduktion är tanken försedd med följande [1]:

- Larm som notifierar när tanken behövs fyllas på
- Larm vid låg nivå av ammoniaklösning
- Signal för aktuell tanknivå
- Överfyllnadsskydd som stoppar fyllnadspumpen (lokalt)
- Larm ventilläge inlopp tankfyllnad som blockerar fyllnadspumpen (lokalt)
- Larm vid läckage i dubbelmanteln
- Signal för tanktryck samt larm vid högt eller lågt tryck i tanken

Pumpmodulen för reduktionsmedel (PMR) förutsätts vara placerat i anslutning till lagringstanken. Den har nominell kapacitet ca 1 m³/h. Enligt teknikbeskrivningen är PMR försedd med följande [1]:

- Pumpbord med separat dränage
- Ger signal om pumpläge, dvs. om den är i drift eller ej
- Larm vid lågt pumptryck och larm vid högt pumptryck, samt signal om aktuellt pumptryck
- Larm ventilläge inlopp/utlopp
- Gaslarm vid två nivåer. Systemet stoppar vid hög gaskoncentration.

¹ Peter Ottosson. Projektledare Krafringen.

² Peter Ottosson. Projektledare Krafringen.

3.1.1 Förbrukning av ammoniak.

Ammoniaktanken är en del av systemet för NO_x reduktion. Ammoniaklösningen används som reduktionsmedel i rökgasreningsprocessen.

Verksamheten förutsätter maximalt 35 m³ årsförbrukning, fördelat under månaderna december, februari och mars³.

3.1.2 Påfyllning

Enligt uppgifter från verksamheten⁴ förväntas leverans av ammoniak två till fyra gånger per år.

3.1.3 ATEX klassning

Denna riskutredning avser inte till ATEX-klassning av tanken eller tankområdet. Det bör dock noteras att området inuti tanken är EX-klassat (enligt teknisk beskrivning av YARA SNCR-systemet [1]). Följaktligen är instrumenten på tanken också EX-klassade. Området där tanken placeras klassas däremot inte som EX-zon.

I stängda tankar med ammoniaklösning kan ammoniakgas bilda explosiv blandning med luft. Systemet måste därför tömmas och rengöras ordentligt innan heta arbeten påbörjas [2].

Ammoniaklösning är ej lika farligt som ammoniak i sin rena form. I avsnitt 5.1 presenteras ämnets egenskaper. Det bedöms att det mycket osannolikt att ammoniaklösningen (<25%) bildar explosiv luftblandning utanför tanken.

3.2 Bemanning av anläggningen

Anläggningen är enbart bemannat under dagtid på vardagar mellan klockan 07–16. Dagskiften består av 4 personer som är stadigvarande. Under enstaka tillfällen kan tillkomma elektriker och annan underhållspersonal. Under nätter och helger rondernas anläggning av driftspersonal från Örtoftaverket.⁵

3.2.1 Anläggningens persontäthet

Anläggningsytan uppskattas till ca. 0,0288 km² (se Figur 5). Det antas att den obebyggda marken är ej avstängd mot allmänheten, därför har anläggningsytan reducerats till markerat område i Figur 5 jämfört med Figur 6. Det förutsätts att inom markerat område drivs anläggningen och enbart personal befinner sig inom verksamhetsområdet. Utanför anläggningsområdet förutsätts att tredje man kan befinna sig.

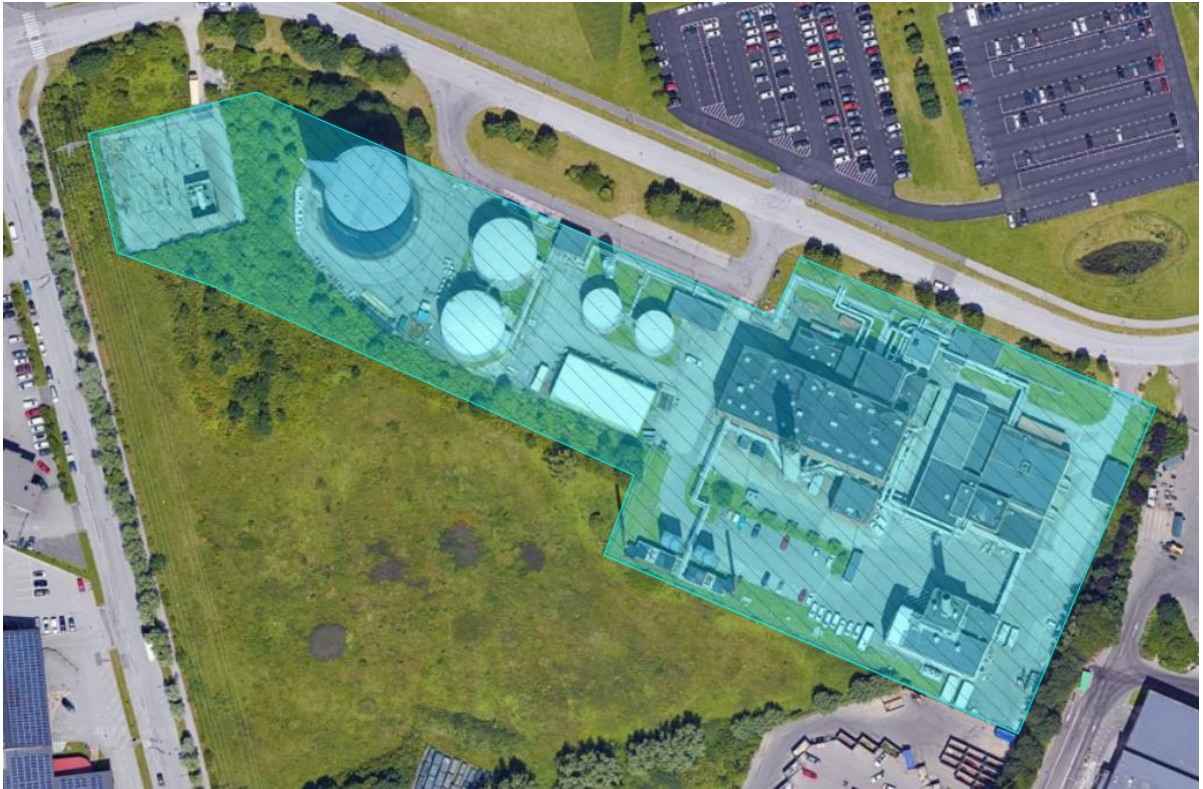
Vid uppskattning av persontäthet inom anläggningsområdet används 4 personer och uppskattad anläggningsyta. Inom anläggningsområdet är persontätheten $1,44 \cdot 10^{-4}$ personer/m².

Uppskattat persontäthet inom anläggningen används tillsammans med befolkningstätheten i avsnitt 4.1 vid beräkning av samhällsrisk.

³ Peter Ottosson. Projektledare Krafringen.

⁴ Peter Ottosson. Projektledare Krafringen.

⁵ Peter Ottosson. Projektledare Krafringen.



Figur 5. Kraftingen, LHV-anläggningen. Grönmarkerade ytan har använts vid uppskattning av arean för anläggningen. Google Earths mättningsverktyg har använts vid skattningen. Underlag hämtat från karttjänsten: ©Google Earth (hämtat april 2020).

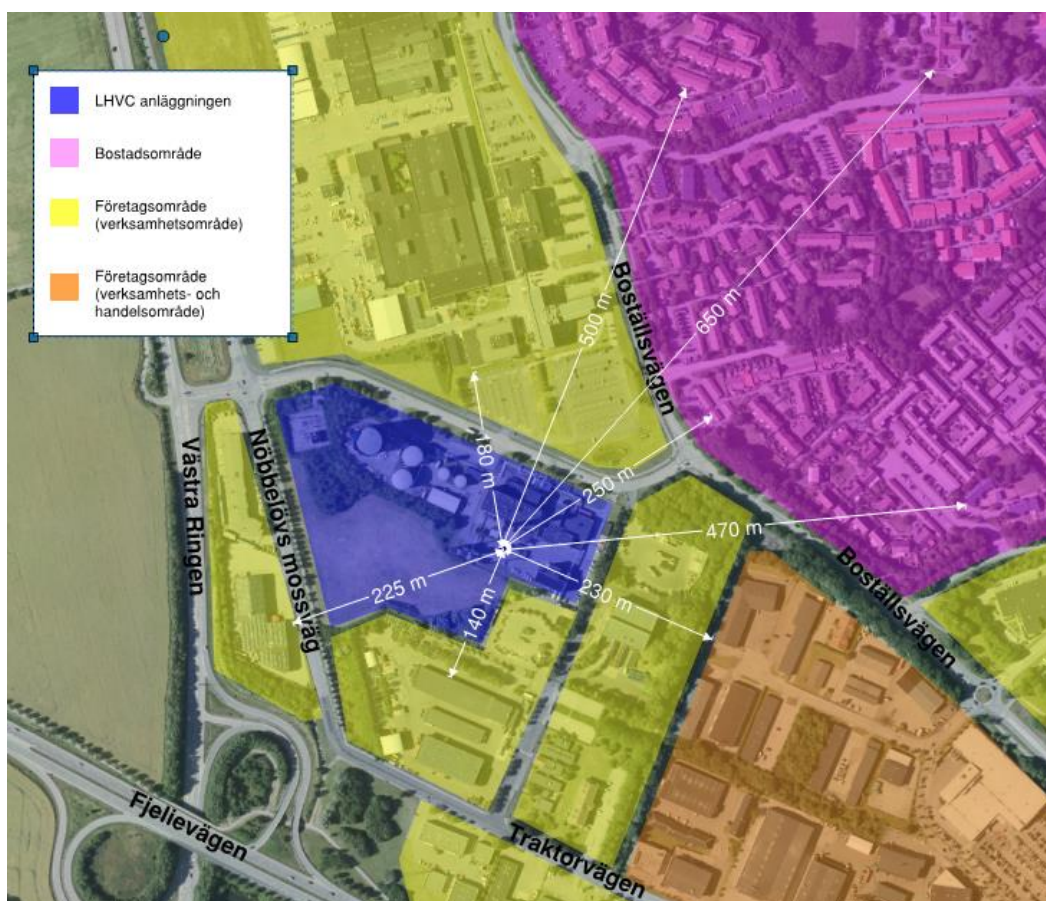
4. BESKRIVNING AV OMGIVNINGEN

Lunds Hetvattencentral (LHVC) är en anläggning tillhörande Krafteringen Energi AB belägen i stadsdelen Gunnesbo i Lund.

Områdena runt LHVC anläggningen utnyttjas huvudsakligen av företag, bortsett från bostadsområde som ligger nordöster/öster om anläggningen (se Figur 6).

Bostadsområdet ligger som närmast ca. 250 meter från ammoniaktanken. Inom bostadsområdet ligger ett antal förskolor och grundskola.

Avståndet från ammoniaktanken till de tre förskolor som antas ligga närmast LHVC-anläggningen är ca. 470 m (till öst) respektive ca. 500 m och 650 m (till nordost).



Figur 6. Företags- och bostadsområden i närheten av LHVC anläggningen i Lund. Underlag hämtat från Lunds kommuns kartportal: ©Lund kommun (hämtat april 2020).

4.1 Befolkningstäthet

Riskanalysen tar både hänsyn till personalen på anläggningen och befolkningen utanför anläggningen. Inom anläggningen används persontätheten angiven i avsnitt 3.2.1 och befolkningstätheten för Lund används utanför anläggningen.

Befolkningstätheten för Lund har hämtats från statistikdatabasen SCB [10]. I slutet av året 2019 beräknades befolkningstätheten 35,29 invånare/km².

5. AMMONIAKLÖSNING - EGENSKAPER

5.1 Ammoniaklösningens produktegenskaper

Ammoniumhydroxid (<25%) är ammoniaklösning i vatten. Lösningen är färglös med lätt identifieringsbar lukt som är stark stickande.

Ammoniak är frätande och toxiskt ämne. Den är lättflyktig och ångorna är lättare än luft. Ammoniaklösning tillhör ADR-S/RID-s klass 8 (ref. [2] & [3]).

Enligt säkerhetsdatablad [2] är ammoniak ej brandfarlig vara.

Ammoniak omfattas av ATEX direktivet enligt handbok SEK 426 [14].
Brännbarhetsområde (LEL= 15%(V), UEL = 33%(V)) [3].

5.1.1 Skadliga effekter för människors hälsa

Enligt säkerhetsdatablad [1][2] kan ammoniaklösningen orsaka allvarliga frätskador på hud, ögon och slemhinnor samt orsaka irritation i luftvägar.

Om explosiv luft-/ångblandning antänds så kan det orsaka dödsfall och brännskador.

Vid ett utsläpp av ammoniaklösning kan giftiga ångor spridas med vinden och mängden som avdunstar beror på bland annat väderförhållanden och vätskepölens area.

Enligt 'Purple book' [8] analyseras ammoniak enbart som toxisk händelse. Därmed har riskanalysen enbart tagit hänsyn till toxisk spridning i luften från avdunstande pöl.

5.1.2 Gränsvärde

De finns olika hygieniska gränsvärden vid bedömning av toxiska effekter på människor. I denna analys används AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) som gränsvärde. AEGL anger tröskelvärde för toxisk påverkan i luften för allmänna befolkningen inklusive känsliga individer under kort exponering. AEGL beräknas under 10 min, 30 min, 1 timme, 4 timmar och 8 timmar [4].

AEGL har tre nivå beroende på hur allvarliga effekterna av effekterna av toxisk exponering är [4]:

- **AEGL-1:** Exponerad befolkning kan drabbas av anmärkningsvärt obehag, irritation eller vissa asymtomatiska icke-sensoriska effekter. Effekterna påverkar ej förmågan att agera. Effekterna är kortvariga och reversibla när exponeringen har upphört.
- **AEGL-2:** Exponerad befolkning kan drabbas av irreversibel eller andra allvarliga, långvariga negativa hälsoeffekter eller drabbas av nedsatt förmåga att komma undan exponeringen.
- **AEGL-3:** Exponerad befolkning kan drabbas av livshotande hälsoeffekt eller död.

I riskanalysen används AEGL med exponeringstid 30 minuter. Det antas att person som är exponerad av toxisk spridning i luften hinner reagera och ta sig i säkerhet under denna tid. AEGL gränsvärden vid 30 minuters exponering för ammoniakkoncentration är följande [5]:

- AEGL-1: 30 ppm
- AEGL-2: 220 ppm
- AEGL-3: 1600 ppm

6. RISKANALYS

Kapitlet beskriver identifierade skadehändelser, scenarier, potentiella konsekvenser samt sannolikheter och frekvenser för scenarierna.

6.1 Riskidentifiering

Tabell 1 redovisar de identifierade riskerna samt vilket skydd som finns mot händelsen. Vid värdering av skydd har riskutredningen tagit del i teknisk beskrivning för anläggningen [1].

Tabell 1. Identifierade skadehändelser och skydd mot händelsen. Utrustning som skyddar mot händelsen hämtas från ref. [1] för tank och pump.

Identifierad skadehändelse	Skydd mot händelsen
Överfyllnad av tank	<ul style="list-style-type: none">- Tanken är försedd med överfyllnadsskydd- Tanken är försedd med nivåmätare- Tanken är försedd med tryckgivare
Rörbrott	Underhållsplan och drifrutiner
Mänskliga felhandlingar	Riskutredningen förutsätter att verksamheten har rutiner och övningar som minskar risken
Implosion av tank	Tanken är försedd med tryck-/vakuumentil för tryckutjämning
Transporter i närområdet av tanken (exempelvis pelletstransporter som kör förbi lossningsplattan till pelletsplattorna)	Åtgärd rekommenderas i denna riskutredning
Fel på ventilerna i gasåterföringssystem vid lossning	Undanviks om regler kring kontroll och testning efterlevs.
Fel på kopplingar vid lossning	Gaslarm som stoppar pump
Pump (PMR) läckage	<ul style="list-style-type: none">- Är försedd med pumpbord med separata dränage.- Avstängningsventiler (manuell och fjärrmanövrerad).- Gaslarm för övervakning av tankområdet. Vid hög koncentration stoppas systemet automatiskt.- Säkerhetsbrytare för motor.
Påkörning av tank	Åtgärd rekommenderas i denna riskutredning
Obegränsad spridning av vätskepöl	Åtgärd rekommenderas i denna riskutredning
Korrosion	Tanken är dubbelmantlad och tillverkad av rostfritt stål. Riskutredningen förutsätter att det ger skydd mot korrosion samt minskar risken.

6.2 Identifierade scenarier och konsekvenser

De händelser som förväntas kunna uppstå vid utsläpp av ammoniaklösning som kan påverka människan är stänk från utsläppet och förångning från vätskepölen.



Figur 7. Konsekvensscenario som kan förväntas uppstå vid utsläpp av ammoniaklösning

Stänk från utsläppet innebär direkt exponering av vätskan. Risken för frätskador är begränsade till närområdet av utsläppet på anläggningen [7]. Att någon omkommer på grund av frätskador bedöms mycket osannolikt. Därmed utesluts denna sluthändelse och analyseras ej vidare.

Avdunstning av vätskepölen sprids i luften med vinden. Ångorna är giftiga och frätande vid inandning. Hälsoriskerna beror på koncentrationen i luften och exponeringstiden (ref. [2] & [3]). Detta scenario förväntas kunna påverka tredje man samt personalen på anläggningen.

Ammoniaklösning är ej brandfarlig, men det finns explosionsrisk om koncentrationen av ammoniakångan i luften hamnar inom ämnets brännbarhetsområde (LEL= 15%(V), UEL = 33%(V))[3]. Enligt 'Purple book' analyseras ämnen som har låg reaktivitet, exempelvis ammoniak, dock enbart som giftig händelse [8]. Därmed analyseras denna sluthändelse ej vidare.

Riskerna som anses kunna resultera i negativ påverkan på människor (både personal och tredje man), delas in i potentiella händelse-scenarier.

6.2.1 Identifierade scenarier

De scenarier som bedöms kunna påverka människor negativt (finns risk att omkomma) bedöms vara utsläppsscenario avseende avdunstning från ammoniakpöl.

Nedanstående scenarier har analyserats för 8 vindriktningar och 3 vindhastighetskategorier:

- **Scenario 1:**
Stort utsläpp. Utsläpp från tanken där hela tankens maximala innehåll rinner ut (20 m³).
- **Scenario 2:**
Litet utsläpp. Utsläpp från rörledning där 1 m³ rinner ut.

6.2.2 Storlek på pöl och utbredning

Hur ammoniakutsläppet kan sprida sig är kopplat till själva vätskan, utsläppets volym och underlaget/terräng.

På grund av begränsningar i simuleringsprogrammet ALOHA (se bilaga 1) görs följande antaganden om vätskepölen:

- Pölen är uniformt fördelad över marken
- Underlaget under pölen är konstant

Storleken på pöl som antas kunna bildas i analyserade scenarion redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Pölstorlek för analyserade scenarier

Scenario	Antagande om vätskepölen	
1	Pöl area:	400 m ²
	Volym i pöl:	20 m ³
	Pölens djup:	0,05 m
2	Pöl area:	100 m ²
	Volym i pöl:	1 m ³
	Pölens djup:	0,01 m

6.2.3 Resultat från konsekvensberäkningar

Här redovisas konsekvensavstånden för toxisk spridning i luft vid avdunstning av ammoniakösning från pöl för respektive utsläppsscenario.

Konsekvensberäkningarna har genomförts med mjukvaran ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) version 5.4.7 från EPA (United States Environmental Protection Agency) och NOAA.

I bilaga 1 redovisas nedanstående:

- Listar några av ALOHAs begränsningar
- Förutsättningar av ingångsvärden
- Exempel på hur textsammanfattning från ALOHA-simulering ser ut.

Tabellvärden i Tabell 3 och Tabell 4 redovisar avstånd till gränsvärden AEGL-1, AEGL-2 och AEGL-3 under 30 minuters exponering för scenario 1 och 2. Enbart avstånd till AEGL-3 används i beräkningar av individ- och samhällsrisik, eftersom det antas att individer kan omkomma vid gränsvärdet AEGL-3.

Tabell 3. Scenario 1 – AEGL-avstånd

Vindhastighet	AEGL-1(30 min) 30 ppm	AEGL-2 (30 min) 220 ppm	AEGL-3 (30 min) 1600 ppm
2 m/s	2300	777	221
5 m/s	865	296	85
10 m/s	919	324	96

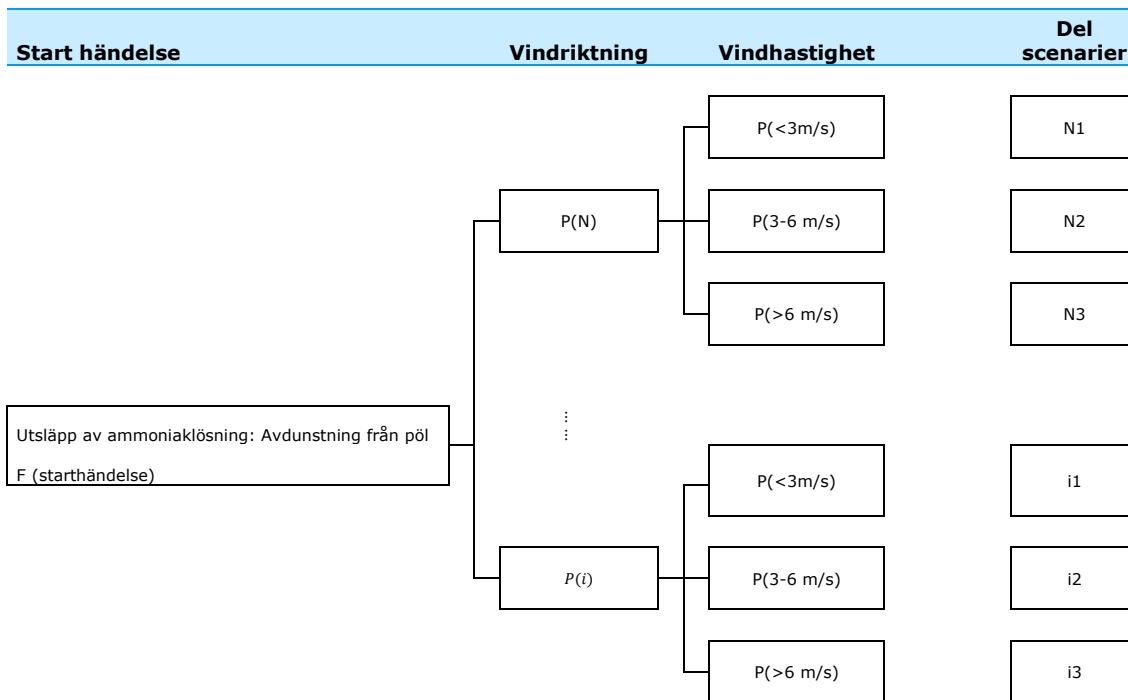
Tabell 4. Scenario 2 – AEGL-avstånd

Vindhastighet	AEGL-1(30 min) 30 ppm	AEGL-2 (30 min) 220 ppm	AEGL-3 (30 min) 1600 ppm
2 m/s	910	317	111
5 m/s	432	154	45
10 m/s	391	137	38

6.3 Sannolikhet och frekvenser för scenarier

6.3.1 Händelseträd

Figur 8 redovisar händelseträd för spridning i luft från avdunstande ammoniakpöl.



Figur 8. Händelseträd för scenarion. Notera; P(i) betyder att händelseträdet fortsätter för de andra sex vindriktningarna som inte visas, i=NÖ, Ö, SÖ, S, SV, V och NV.

6.3.2 Frekvenser för starthändelse

Frekvenser för starthändelserna för utsläppsscenario har tagits från 'Purple book' [8].

Scenario	Utsläppstyp		Frekvens
1	Stort utsläpp	Dubbelmantlad tank – Kontinuerligt, 10 minuter. Utsläpp till yttre manteln.	$1,25 \cdot 10^{-8} \text{ år}^{-1}$
		Dubbelmantlad tank – Kontinuerligt, 10 minuter. Utsläpp till atmosfären.	$+5 \cdot 10^{-8} \text{ år}^{-1}$
	Total		= $6,25 \cdot 10^{-8} \text{ år}^{-1}$
2	Litet utsläpp	Rörbrott Rörledning, $d < 75 \text{ mm}$ Aktuell rörledning förutsätts vara 20 m	$1,0 \cdot 10^{-6} \text{ år}^{-1} \text{ m}^{-1} \cdot 20 \text{ m}$
Total		= $1,0 \cdot 10^{-5}$	

6.3.3 Sannolikhet att omkomma

Gränsvärdet AEGL-3 (30 min) används vid bedömning av konsekvensavstånd. Det antas att alla inom AEGL-3 (30 min) omkommer, dvs.

$$P_d = 1$$

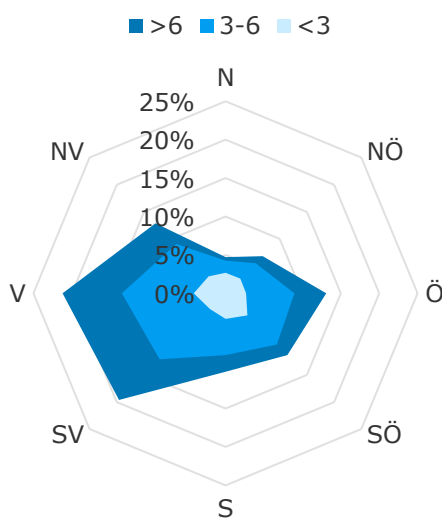
Utanför konsekvensavståndet AEGL-3 (30 min) antas att individer ej omkommer.

Spridningsvinkelen antas vara 15° vid beräkning av individrisk och samhällsrisk.

6.4 Väderförhållande

Vid luftkvalitetsutredning av Lunds hetvattencentral (LHVC) har Ramboll Sweden [11] använt platspecifika meteorologiska data i form av WRF-data som har producerats av Lakes Environmental i Canada. Meteorologiska data som används i riskanalysen är samma som har använts vid luftkvalitetsutredningen, dvs. extraherad data för en punkt vid själva anläggningen 2014-12-31 till 2018-01-02.

Meteorologiska data visar att väst- och sydvästvindriktningarna är vanligaste vindriktningarna (se Figur 9).



Figur 9. Vindros

Tabell 5 redovisar fördelningen mellan de åtta olika vindriktningarna.

Tabell 5. Fördelning mellan vindriktningar

	Vindriktning								Total
	N	NÖ	Ö	SÖ	S	SV	V	NV	
Andel	4,70%	6,80%	13,10%	11,40%	10,20%	19,60%	21,20%	12,90%	100%

Vindhastigheterna har delats upp i tre vindhastighetskategorier som representerar svag vind (<3 m/s), medelvind (3 – 6 m/s) och kraftig vind (>6 m/s). Tabell 6 redovisar vindhastighetsfördelningen med hänsyn till vindriktning.

Tabell 6. Vindhastighetsfördelning med hänsyn till vindriktning

Vindhastighet	Vindriktning								Total
	N	NÖ	Ö	SÖ	S	SV	V	NV	
<3 m/s	56,5%	40,2%	20,5%	35,4%	32,6%	14,7%	19,5%	24,2%	25,6%
3-6 m/s	33,7%	41,2%	48,0%	47,5%	46,2%	47,2%	44,1%	46,2%	45,4%
>6 m/s	9,8%	18,7%	31,5%	17,1%	21,2%	38,1%	36,4%	29,6%	29,0%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Dessa fördelningarna har använts i riskanalysen och de representerar sannolikheten för att vinden blåser från viss vindriktning samt sannolikheten för respektive vindhastighetskategorier.

Vid konsekvensberäkningarna används följande vindhastigheter som representerar svag vind, medelvind och kraftig vind:

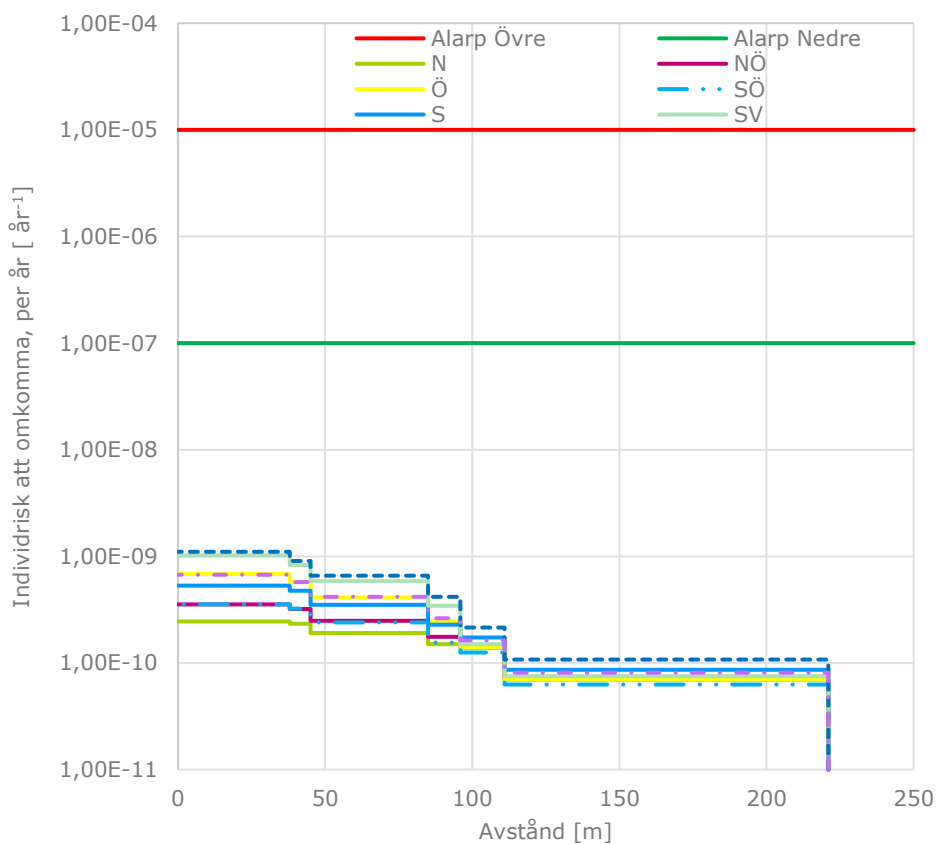
- Svag vind – 2 m/s
- Medelvind – 5 m/s
- Kraftig vind – 10 m/s

7. RISKANALYSENS RESULTAT OCH RISKVÄRDERING

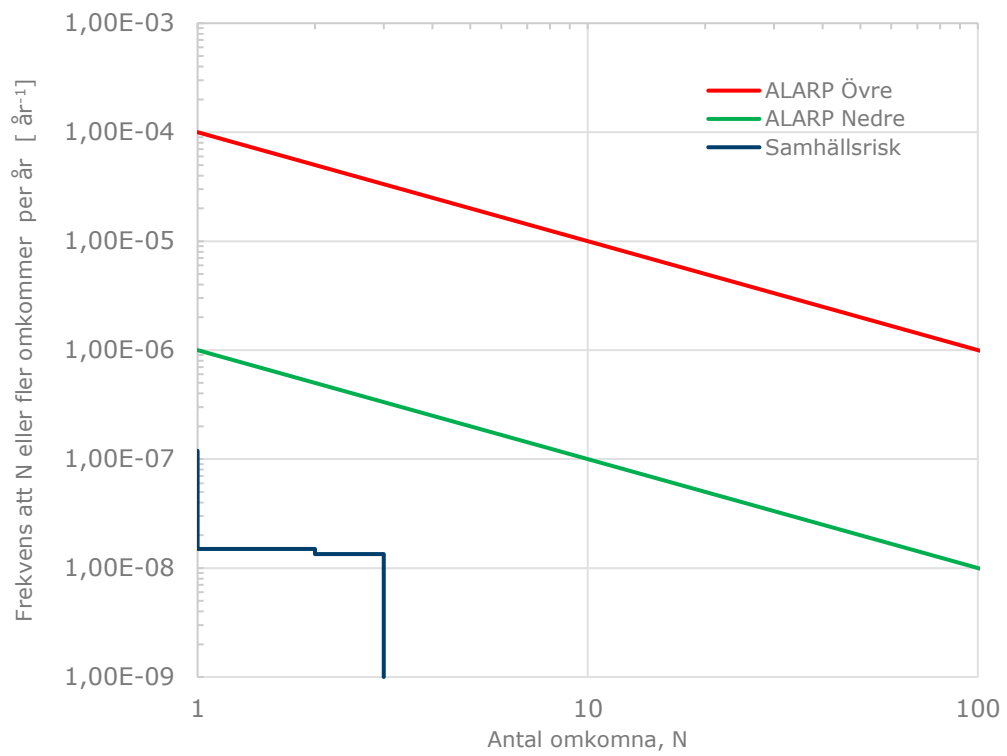
I kapitlet redovisas resultaten från riskanalysen och riskerna värderas mot acceptanskriterierna för individrisk och samhällsrisk framtagna av DNV [12].

Figur 10 visar individrisken i respektive vindriktning. Individrisken bedöms acceptabel i och med att individrisk kurvorna hamnar under nedre ALARP-gränsen.

Figur 11 visar att samhällrisken för analyserade scenario bedöms acceptabel då samhällsriskkurvan hamnar under nedre ALARP-gränsen.



Figur 10. Individrisk avseende utsläpp från ammoniaktank.



Figur 11. Samhällsrisk avseende utsläpp från ammoniaktank.

8. RISKREDUCERANDE ÅTGÄRDER

Riskreducerande åtgärder kan förekomma i både sannolikhets- samt konsekvensreducerande art. Framtagna samhälls- och individrisker visar att risken hamnar inom området där risken anses vara acceptabel.

Ramboll Sweden AB rekommenderar att Kraftringen inför följande åtgärder, i linje med ALARP-kriteriet, även om risken bedöms acceptabel:

- Påkörningskydd för tanken.
- Begränsa trafik vid lossning av tankbil till ammoniaktank.
- Säkerhetsrutiner vid påfyllning och underhåll
- Skyddsbarriär mellan asfalt och grönyta (exempelvis kantsten). Skyddsbarriär kan begränsa fri spridning av vätskepoLEN vid olycka.

9. OSÄKERHETER OCH KÄNSLIGHETSANALYS

Riskutredningar är aldrig utan osäkerheter eftersom det görs mängd olika antaganden samt att det används olika ingångsvärde vid beräkningar för identifierade scenarier och tillhörande delscenarier som kan påverka slutresultatet. Även underlag för beräkningar som antagandena grundar sig på och beräkningsmodeller innefattar osäkerheter.

Osäkerhets-/känslighetsanalyser studerar hur robust riskanalysen är, dvs. till vilken grad resultatet är beroende av olika parametrar, och vilka marginaler det finns. De osäkerheter i föreliggande analys som har störst inverkan på resultatet är storlek och utbredning av ammoniakpölen och väderförhållande.

Som grundläggande metodik för att hantera dessa osäkerheter har beräkningar och antaganden genomgående gjorts konservativt.

9.1 Storlek och utbredning av vätskepölen

Ammoniakutsläppet kan sprida sig fritt till en minimum pöl höjd. Hur den sprider sig är kopplad inte enbart till själva vätskan och utsläppets volym, men även underlaget och terräng. Brister finns i modellering av avdunstning för växande pöl vid kontinuerligt utsläpp, samt modellering av avdunstning från pöl med variation på djuplek och markunderlag.

Pölens yta har stor betydelse för avdunstande pöl. Ju större yta pölen sprider sig över desto högre massflöde som avdunstar från pölen och därmed blir konsekvensavståndet längre. Tabell 7 redovisar hur olika förutsättningar av pölstorlek kan påverka massflödet (avdunstningen) till omgivningen och konsekvensavståndet.

Tabell 7. Känslighetsanalys. För känslighetsanalys 1 och 2 har använts samma in-data som har använts för scenario 1 och 2, vid beräkning av konsekvensavstånd vid vindhastighet 5 m/s.

	Scenario 1	Känslighetsanalys 1	Scenario 2	Känslighetsanalys 2
Volym	20 m ³	0,5 m ³	1 m ³	15 m ³
Ytstorlek	400 m ²	50 m ²	100 m ²	300 m ²
Pöl djuplek	5 cm	1 cm	1 cm	5 cm
Massflöde ⁶	84,3 kg/min	12,1 kg/min	23,3 kg/min	64,4 kg/min
AEGL-3 (30 min)	85 m	33 m	45 m	74 m

9.2 Väderförhållande

Hur spridning i luft utvecklas är mycket beroende på väderförhållandet, det inkluderar även påverkan på konsekvensavståndet vid spridning av giftiga ångor från avdunstande vätskepöl. Ett exempel är att lägre omgivningstemperatur ger kortare konsekvensavstånd än hög temperatur. Övriga faktorer som påverkar spridningen och uppskattat konsekvensavstånd är stabilitetsklasser, vindhastigheter, fuktighet och andel moln/sol.

Känslighetsanalys har genomförts med hänsyn till väderförhållande och påverkan på konsekvensavståndet (se Tabell 8). I känslighetsanalysen har använts generellt samma ingångsvärden för beräkningarna i ALOHA och för scenario 1 och 2, utom i känslighetsscenario används omgivningstemperaturen 2 °C istället för 17 °C, samt att simuleringen använder vintertid istället för sommar.

⁶ ALOHA beräknar massflöde som maximum genomsnittliga hållbara massflöde.

Känslighetsanalysen visar att AEGL-3 konsekvensavstånden under sommartid (scenario 1 och scenario 2) är ungefär dubbelt avståndet under vintertid.

Tabell 8. Känslighetsanalys – 2 m/s stabilitetsklass F

	Scenario 1	Känslighetsanalys 1	Scenario 2	Känslighetsanalys 2
Volym	20 m ³	20 m ³	1 m ³	1 m ³
Ytstorlek	400 m ²	400 m ²	100 m ²	100 m ²
Pöl djuplek	5 cm	5 cm	1 cm	1 cm
Temperatur	17 °C	2 °C	17 °C	2 °C
AEGL-3 (30 min)	221 m	111 m	111 m	50
AEGL-2 (30 min)	777 m	515 m	317 m	231
AEGL-1 (30 min)	2300 m	1700 m	910 m	703

10. SLUTSATSER

Riskutredningen har använt AEGL som gränsvärde vid bedömning av toxisk påverkan på personers liv och hälsa vid spridning av ammoniak i luft. AEGL-gränsvärdet inkluderar känsliga personer. I riskanalysen antas att alla som befinner sig inom AEGL-3 koncentrationen (exponeringstid 30 min) kommer att omkomma. De som är utanför omkommer inte. Beräkningarna har genomförts utifrån avståndet till AEGL-3 (30 min). Dock kan toxisk spridning i luft påverka hälsan på längre avstånd vid annan allvarlighetsgrad (AEGEL-2 och AEGEL-1).

Den genomförda riskutredningen för ammoniaktanken påvisar att individrisken samt samhällrisken bedöms acceptabla för både personal samt tredje man. Båda beräknade riskkurvorna hamnar under nedre ALARP gränsen.

Ramboll Sweden AB rekommenderar att Kraftringen inför följande åtgärder, i linje med ALARP-kriteriet, även om risken bedöms acceptabel:

- Påkörningskydd för tanken.
- Begränsa trafik vid lossning av tankbil till ammoniaktank.
- Säkerhetsrutiner vid påfyllning och underhåll
- Skyddsbarriär mellan asfalt och grönyta (exempelvis kantsten). Skyddsbarriär kan begränsa fri spridning av vätskepoLEN vid olycka.

Rekommenderade åtgärder bedöms vara i linje med punkt 23 i Länsstyrelsens yttrande för *"...att säkerställa en säker hantering vid leverans, lagring och användning av ammoniak"*.

Länsstyrelsen skriver i punkt 22 följande åtgärder som bör kommenteras:

- Överfyllnadsskydd
- Gaslarm
- Utrustning för att skapa vattenridåer vid läckage

Enligt teknisk beskrivning [1] förses tanken med överfyllnadsskydd och pumpmodulen (PMR) förses med gaslarm för övervakning av tankområdet. Vid hög gaskoncentration kommer hela ammoniaksystemet att automatiskt stoppas.

Utrustning för att skapa vattenridåer vid läckage är inte del av ammoniaksystemet. Enligt yttrandet behöver verksamheten redovisa om de avser att installera det. Ramboll Sweden anser att utrustning för att skapa vattenridåer vid läckage kan installeras, men att det inte är ett krav då resultatet från riskanalysen visar att risken är låg.

REFERENSLISTA

- [1] YARA. (2014). *Teknisk beskrivning av ett automatiskt YARA SNCR system* (Rev. 0, datum för revision: 2014-10-03).
- [2] YARA. (2017). *Säkerhetsdatablad – Ammoniaklösning 24,5%* (version 5.0, utgivningsdatum 03.03.2017).
- [3] MSB. (u.å.). RIB - Farliga ämnen: Identitet – Ammoniaklösning. Hämtad från <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Substance.aspx?id=4348&q=ammoniak&p=1> (2020-04)
- [4] EPA. (u.å.). About Acute Exposure Guideline Levels (AEGs). Hämtad från <https://www.epa.gov/aegl/about-acute-exposure-guideline-levels-aegls> (2020-04)
- [5] CAMEO Chemicals. (u.å.). Chemical Datasheet: Ammonia, solution, with more than 10% but not more than 35% ammonia. Hämtad från <https://cameochemicals.noaa.gov/chemical/19288> (2020-04)
- [6] NOAA & EPA. (2016). ALOHA (Version 5.4.7).
- [7] Davidsson, G., Haeffler, L., Ljungman, B. & Frantzich, H. (2003). *Handbok för riskanalys*. Karlstad: Räddningsverket.
- [8] VROM. (2005). *Guideline for quantitative risk assessment (PGS 3) (CPR 18E 'Purple book')*. Holland: VROM.
- [9] CCPS. (1999). *Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis* (2 ed). New York: American Institute of Chemical Engineers (AIChE).
- [10] SCB. (2020-03-24). *Statistik tätorter 2018, landareal, befolkningstäthet per tätort*. Hämtat från <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/tatorter/> (2020-04).
- [11] Ramboll Sweden. (2019). *Luftkvalitetsutredning – Bilaga D2: Ansökan om tillstånd för befintlig och planerad verksamhet på Lunds hetvattencentral*.
- [12] Davidsson, G., Mett, L. & Lindgren, M. (1997). *Värdering av risk*. Karlstad: Räddningsverket.
- [13] ISO 31000:2018. *Risk Management – Guidelines*
- [14] SEK Svensk Elstandard. (2019). *Handbok 426 Klassning av explosionsfarliga områden – Områden med explosiv gasatmosfär* (utgåva 5.1). KST Infoservice.
- [15] Lunds kommun. (u.å.). Kartportalen. Hämtat från: <https://kartportalen.lund.se/> (2020-04)
- [16] Google Earth. (u.å.). Karttjänst

BILAGA 1 KONSEKVENSBERÄKNINGAR

1. ALOHA

Konsekvensberäkningarna har genomförts med mjukvaran ALOAH (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) version 5.4.7 från EPA (United States Environmental Protection Agency) och NOAA

1.1 ALOHA begränsningar

ALOHA, som andra mjukvaror, har inbyggda begränsningar eftersom den gör förenklingar för att simulera verkligheten. Begränsningar inkluderar men är ej begränsat till följande:

- ALOHA beräknar konsekvenserna för utsläpp av ammoniaklösning enbart utifrån utsläppskälla i form av vätskepöl. Därmed kan ALOHA ej ta hänsyn till växande pöl vid kontinuerligt utsläpp och pågående avdunstning under tiden som pölen växer. Med hänsyn till dessa begränsningar antas att utsläppet resulterar i en momentan pöl som avdunstar.
- ALOHA kan ej ta hänsyn till terräng. Med hänsyn till spridningen av vätskepölen, så antas pölen vara med uniformfördelad volym eller ha genomsnitt djup på pölen över pölens area.
- ALOHA är begränsad till att simulera utifrån en typ av markunderlag exempelvis betong, som antas vara likadana till asfalt.

2. Förutsättningar och antagande

2.1 Ämne

Ammoniaklösning 24,5%.

2.2 Scenario beskrivning

Scenario 1

Ammoniaktanken antas vara fylld med 20 m³ av ammoniaklösning, vilket förutsätts vara maximala mängden som Krafringen kommer att fylla tanken.

Vid en olycka antas att hela tankens volym släpps ut (20 m³) och bildar vätskepöl som avdunstar och giftiga ångor sprider sig med vinden.

Utifrån granskning av området i karttjänsten Google Earth, så förutsätts att marken lutar ned mot gräsmattan söder/söderväst om planerad placering av tanken. Ingen kantsten skiljer av asfaltytan och gräsmattan som stoppar utsläppet⁷. Det antas att utsläppet kommer delvis att hamna och absorberas ned i marken och delvist hamna på asfalten. Pga ALOHA:s begränsningar så görs följande antagande för här i beskrivet scenario. Det antas att utsläppet av vätska bildar en pöl med ytan 400 m² med genomsnitt djuplek 5 cm, samt att pölen är uniformt fördelad på asfalten och den del som förväntas hamna i gräsmattan.

Scenario 2

I det här scenariot antas att det blir rörbrott på rördelen mellan ammoniaktanken och Yara-SNCR.

Vid olyckshändelsen antas att 1 m³ av ammoniaklösningen hamnar på asfalten och bildar pöl med yta 100 m² och har genomsnittlig djuplek 1 cm.

Mängden uppskattas i samband med pumpens maximala kapacitet (1 m³/timme).

⁷ Peter Ottosson. Projektledare Krafringen.

2.2.1 Storlek på pöl

Storleken på pöl som antas kunna formeras i analyserade scenarion redovisas i Tabell 9 angående utsläppet från ammoniaktanken och rörledning i omedelbar närhet av tanken.

Tabell 9. Pöl storlek för analyserade slutscenarior

Scenario	Antagande om vätskepölen	
1	Pöl area:	400 m ²
	Volym i pöl:	20 m ³
	Pölens djup:	0,05 m
2	Pöl area:	100 m ²
	Volym i pöl:	1 m ³
	Pölens djup:	0,01 m

2.3 Övriga förutsättningar och antagande för indata i ALOHA

ALOHA behöver indata om väderförhållanden för att mäta toxisk spridning i luft och arean den sprider sig. Konsekvens avstånd har beräknats i ALOHA vid tre olika vindhastigheter.

Nedanstående har använts som indata för väderförhållande:

- Vindhastigheter: 2 m/s, 5 m/s och 10 m/s.
- Stabilitetsklass: stabilitetsklass F används för 2 m/s och stabilitetsklass D för 5 m/s och 10 m/s.
- Tid: sommar, dagtid för 5 m/s och 10 m/s, och nattid för 2 m/s.
- Fuktighet: 50%
- Molntäckning: 50%
- Omgivningstemperatur: 17 °C (medeltemperatur under sommartid i Lund enligt meteorologiska data)

2.4 Exempel på in- och utdata från ALOHA

Tabell 10 redovisar exempel av textsammanfattningen från ALOHA samt hur den grafiskt redovisar toxiska spridningsområdet i luften.

Tabell 10. Textsammanfattning från ALOHA och figur som visar det toxiska spridningsområdet i luften, avseende utsläpp från ammoniaktanken/rörledning från tanken. Toxiska spridningsområdet ("Threat zone") visas vid AEGL-1 (30 min) (gult), AEGL-2 (30 min) (orange) och AEGL-3 (30 min) (rött).

SITE DATA:

Location: LUND, SWEDEN, SWEDEN
Building Air Exchanges Per Hour: 0.33 (sheltered double storied)
Time: July 1, 2018 1600 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: AQUEOUS AMMONIA
Solution Strength: 24.5% (by weight)
Ambient Boiling Point: 37.3° C
Partial Pressure at Ambient Temperature: 0.41 atm
Ambient Saturation Concentration: 411,874 ppm or 41.2%
Hazardous Component: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 17° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Evaporating Puddle (Note: chemical is flammable)
Puddle Area: 400 square meters Puddle Volume: 20 cubic meters
Ground Type: Default soil Ground Temperature: 17° C
Initial Puddle Temperature: Ground temperature
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 84.3 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Hazardous Component Released: 1,899 kilograms

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red: 85 meters --- (1600 ppm)
Orange: 296 meters --- (220 ppm)
Yellow: 865 meters --- (30 ppm)

