

Rapport

RISKUTREDNING STÄDET 2, MARIESTAD



Slutrapport

2024-06-10

Uppdrag: 341670 Riskutredning Städet 2 och Reningsverket
2, Mariestad
Titel på rapport: Riskutredning Städet 2, Mariestad
Status: Slutrapport
Datum: 2024-06-10

Medverkande

Beställare: Vänerborgen AB
Kontaktperson: Sven Arne Engvall
Konsult: Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Max Gunnarsson
Kvalitetsgranskare: Cecilia Sandström

Innehållsförteckning

1 Inledning	4
1.1 Syfte och mål	4
1.2 Omfattning och avgränsning	4
1.3 Metod.....	5
1.4 Principer för riskvärdering	6
1.4.1 Allmänna principer för riskvärdering	6
2 Förutsättningar	9
3 Riskidentifiering	10
4 Riskanalys	11
4.1 Transporter med farligt gods	11
4.1.1 Farligt gods-transporter på väg	11
4.1.2 Farligt gods-transporter på järnväg	14
4.2 Brandfarlig och explosiv vara	15
4.3 Ammoniak.....	15
4.3.1 Egenskaper hos ammoniak.....	15
4.3.2 Beräkningar	17
5 Riskvärdering	20
5.1 Farligt gods	20
5.2 Ammoniak.....	20
6 Slutsats	22
Egenskaper för väg.....	24
Beräkning av sannolikhet för olycka med farligt gods på väg	24
Konsekvensberäkningar	24

1 Inledning

Tyréns har på uppdrag av Vänerborgen AB upprättat en riskutredning för att utreda olycksrisk i samband med upprättande av detaljplan inom Städet 2 i Mariestad.

Syftet med planläggningen är att möjliggöra byggnation av bostäder i form av flerbostadshus, skola, centrum och parkering.

Då planerade bebyggelser ligger närmare led för farligt gods än 150 meter rekommenderar Länsstyrelsen Västra Götaland att en riskhanteringsprocess ska genomföras för att avgöra om planerad bebyggelse är lämpligt utifrån ett olycksperspektiv (Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006). Inom uppdraget genomförs även en riskidentifiering av andra riskkällor samt utredning av dessa om det bedöms erforderligt. Denna rapport är ett steg för att visa om det ur riskperspektiv är planlägga området enligt framtaget förslag.

1.1 Syfte och mål

Syftet med riskutredningen är att ta fram rimliga skyddsavstånd för planerad markanvändning avseende akuta olycksrisker samt att ge förslag på lämpliga åtgärder som kan införas om rimliga skyddsavstånd inte kan upprätthållas.

Målet är att identifiera vilka olycksrisker som kan påverka den planerade bebyggelsen, utreda om risknivån är tolerabel samt att föreslå eventuella riskreducerande åtgärder.

Riskutredningen utgör således underlag till detaljplanearbetet i form av rekommendationer avseende skyddsavstånd och riskreducerande åtgärder för att hantera akuta olycksrisker inom planområdet.

1.2 Omfattning och avgränsning

Riskutredningen avser akuta olycksrisker som kan påverka den föreslagna bebyggelsen.

Riskanalysen besvarar följande centrala frågeställningar:

- Hur påverkas planområdet till följd av identifierade riskkällor?
- Hur påverkas riskbilden av det förslag som har tagits fram?
- Vilka åtgärder kan införas för att hantera akuta olycksrisker inom planområdet?

Riskutredningen beaktar kvantitativt risknivån på planområdet med avseende på farligt gods-transporter på väg och järnväg i anslutning till planområdet. Riskutredningen beaktar risker kopplade till närliggande hantering av ammoniak semikvantitativt och hantering av brandfarlig vara på omgivande verksamheter kvalitativt.

Vid utformning av en detaljplan är det betydelsefullt att visa riskhänsyn. Plan- och bygglagen (Näringsdepartementet, 2010) utgår från att kommunerna i sina planer och beslut beaktar sådana risker för säkerhet som har samband med markanvändning och bebyggelseutveckling.

Analysen omfattar inte buller, vibrationer, elektromagnetisk strålning, översvämning, ras, skred, luft- eller markföroreningar.

1.3 Metod

Arbetet med riskutredningen genomförs i följande steg:

- Inventering och informationsinsamling: Topografi, farligt gods som fraktas, inventering av skyddsvärt samt riskkällor etcetera.
- Beräkning av individrisk avseende transport av farligt gods, vilket innefattar bedömning av de identifierade riskernas omfattning och frekvens. Samhällsrisik beräknas vid behov (t.ex. hög persontäthet eller hög individrisknivå).
- Bedömning av risknivå kopplat till närliggande identifierade riskkällor.
- Bedömning och översiktlig beskrivning av osäkerheter som är kopplade till bedömningen av riskerna.
- Värdering av risker med transport av farligt gods genomförs enligt riktlinjerna från Länsstyrelsen Västra Götaland m.fl. (Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län, 2006) samt rapporten "Värdering av risk" från Räddningsverket (nuvarande Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) (Räddningsverket, 1997).
- Värdering av övriga riskkällor genomförs med hjälp av tillämpliga föreskrifter, vägledning och liknande.
- Utifrån resultatet från ovanstående delmoment tas rekommenderade skyddsavstånd till olika typer av markanvändning och riskreducerande åtgärder fram.

Riskanalysmetoden för beräkning av individrisken kopplad till transport av farligt gods bygger på beräkningsmodeller med syfte att ge bästa möjliga beslutsunderlag. Riskerna värderas utifrån de acceptanskriterier som

föreslås. Det avslutande steget beskriver på vilket sätt riskhänsyn ska eller bör visas i den fortsatta planeringen.

Analysen av risker kopplade till farligt gods-transporter utgår från följande frågeschema:

- Vad kan hända? (Riskidentifiering)
- Hur ofta kan det hända? (Beräkning av sannolikhet)
- Vilka blir konsekvenserna? (Konsekvens av skadehändelse)
- Vad blir risken? (Beräkning av risknivå)
- Vilka skyddsavstånd och åtgärder krävs för att möjliggöra genomförandet? (Värdering av risk)

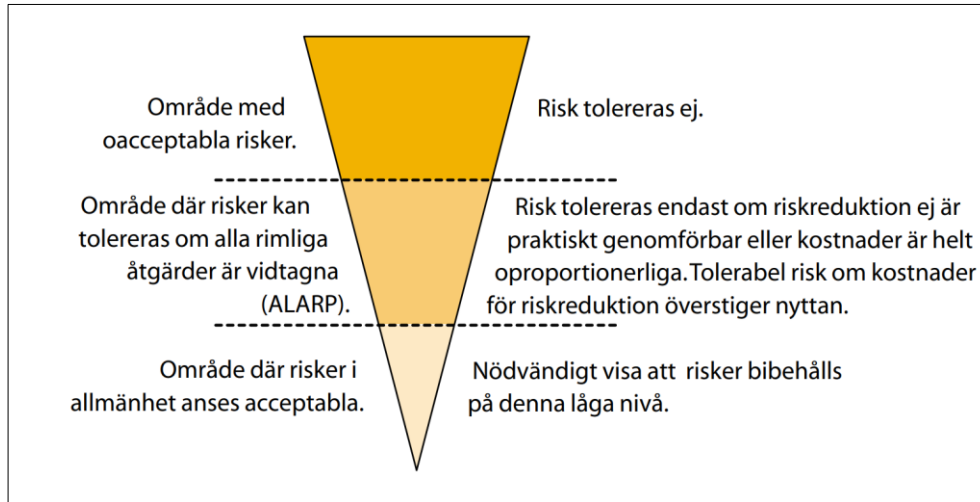
1.4 Principer för riskvärdering

1.4.1 Allmänna principer för 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 1 nedan beskriver principen för riskvärdering (Räddningsverket, 2003).



Figur 1 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):

Individerisk

- Individeriskenivåer på 10^{-5} per år som övre gräns för område där risker under vissa förutsättningar kan tolereras.
- Individeriskenivåer 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

Samhällsrisik

- 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.

Det är nödvändigt att skilja på två grupper av personer när kriterier för risktolerans diskuteras för människors liv och hälsa. Dessa är dels personer ur allmänheten, s.k. "tredje man", dels personer med anknytning till den analyserade riskkällan.

Privatpersoner, människor i sina bostäder, människor på offentliga platser och exempelvis i affärer etc. är att betrakta som "tredje man". Denna indelning grundar sig i fördelningsprincipen, vilken innebär att enskilda

grupper inte skall vara utsatta för oproportionerligt stora risker från en verksamhet i förhållande till de fördelar som verksamheten innebär för dem.

För "tredje man" innebär detta att risken från ett analysobjekt inte bör utgöra en betydande del av den totala risken som personer i denna grupp utsätts för eftersom "tredje man" har mycket liten, eller ingen nytta av att utsättas för risken.

2 Förutsättningar

Planområdet är beläget i Mariestads kommun. Planområdet ligger inom fastigheten Städet 2 och delar av Högelid 1:1. Planområdet avgränsas i väst och söder av industri- och verksamhetsområde. I norr finns i dagsläget också verksamheter i direkt anslutning till planområdet, vilka bedöms avvecklas i framtiden kopplat till framtida stadsutveckling med bland annat bostäder. I öster finns grönområden och senare bostadsområden med villor och flerbostadshus.

Syftet med detaljplanen är att möjliggöra bostäder i form av flerbostadshus, skola, centrum och parkering. Bebyggelse planeras i direkt anslutning till gata och trottoar. Markanvändningen medger stadigvarande vistelse inom- och utomhus. Både sovande och vakna personer kommer att befinna sig inom planområdet.

3 Riskidentifiering

En förutsättning för riskutredningen var att bedöma risker kopplade till transport av farligt gods med påverkan på planområdet. Väg som avses är sträckan Mariagatan-Norra vägen-Katthavsvägen som är sekundär transportled för farligt gods. Järnväg som avses är Kinnekullebanan.

Utöver transport av farligt gods har verksamheter som bedöms kunna bidra till olycksrisken inom planområdet inventerats. Detta omfattar verksamheter som är tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter, sevesoanläggningar (verksamheter som hanterar stora mängder av vissa farliga ämnen), verksamheter med tillstånd enligt LBE samt en specifik verksamhet som hanterar ammoniak i planområdets närhet.

Ingen ytterligare riskidentifiering har genomförts inom ramen för utredningen.

Identifierade riskkällor i form av närliggande fastigheter samt behov av ytterligare utredning av dem presenteras i Tabell 1.

Tabell 1 Identifierade verksamheter och behov av ytterligare utredning

Verksamhet	Typ av risk	Avstånd till planområdet	Utreds vidare
Lundgruppen skadecenter –	Brandfarlig gas (1000 l gasol)	12	Ja
Vänerygymnasiet Olins	Brandfarlig gas och vätska (Gas 60 l, Vätska flampunkt <30°C 100 l, Vätska flampunkt >30°C 20 l)	150	Nej, avståndet bedöms betryggande
Klings Glass AB	Ammoniak och brandfarlig gas (500 l Gasol)	170	Ja
Cardells Bensinservice AB	Brandfarlig vätska (Diesel 20000 l, Bensin 30000 l, Spolarvätska 400 l)	150	Nej, avståndet bedöms betryggande
Ingo i Mariestad	Brandfarlig vätska (Bensin 70000 l, Diesel 40000 l, E85 10000 l)	200	Nej, avståndet bedöms betryggande

4 Riskanalys

I detta avsnitt redovisas risknivåerna för aktuella riskkällor. Riskkällorna analyseras var för sig och presenteras i respektive avsnitt nedan.

Detaljerad indata, beräkningar, justeringar och antaganden presenteras i Bilaga 1 respektive Bilaga 2.

4.1 Transporter med farligt gods

För transporter av farligt gods på väg och järnväg finns regelverket som reglerar bl.a. hur godset förpackas, märks och etiketteras, vilka mängder som tillåts, vilken utbildning föraren ska ha samt vilken utrustning fordonet ska medföra. Gods klassificeras som "farligt gods" beroende på ämnens inneboende egenskaper. Farligt gods redovisas vanligen genom att ange vilken godsklass som godset utgör.

En del av farligt gods-klasserna utgör normalt inte en fara vid en olycka med transport av farligt gods, eftersom konsekvenserna stannar i fordonets närhet. Detta gäller vanligtvis brandfarliga fasta ämnen (klass 4), oxiderande ämnen och organiska peroxider (klass 5), frätande ämnen (klass 8), samt övriga farliga ämnen och föremål (klass 9). För olyckor med farligt gods är det framförallt fyra konsekvenser samt kombinationer av dessa som utgör riskkällorna:

- Explosion (både från explosivämnen och från snabba brandförlopp i brännbara gasblandningar)
- Brand
- Utsläpp av giftig gas
- Utsläpp av frätande vätska (även om konsekvenserna oftast begränsas till fordonets närhet)

4.1.1 Farligt gods-transporter på väg

Längs planområdet går en rekommenderad led för transport av farligt gods. Den rekommenderade leden är sekundär vilket innebär att den ska användas för transport till målpunkter snarare än som genomfartsled. Leden går förbi planområdet på Mariagatan-Norra vägen-Katthavsvägen. Leden fortsätter norrut och senare västerut in mot centrala Mariestad samt österut mot E20.

För att utreda vilka risker som kan förväntas på den aktuella transportleden för farligt gods förbi planområdet genomförs en inventering av möjliga målpunkter för farligt gods. Inventeringen beaktar både farligt gods som

härstammar från centrala Mariestad och transporter som kommer från E20 och har målpunkter i Mariestad. Utgångspunkten är att transporter med farligt gods ska använda rekommenderade leder i största möjliga mån och sedan använda den kortaste vägen till målpunkten. För eventuella transporter med farligt gods som härstammar från Mariestad gäller det omvända, alltså att de ska använda kortast möjliga väg för att nå rekommenderad transportled för farligt gods.

Med hänsyn till den aktuella dragningen av den sekundära transportleden för farligt gods bedöms verksamheter som ligger norr om planområdet längs leden utgöra möjliga målpunkter för transporter som passerar planområdet. Detta innefattar verksamheter i centrala Mariestad och längs Strandvägen. Utöver detta bedöms också verksamheter som utgör målpunkt längs Norra vägen väster om planområdet kunna medföra att farligt gods kan passera planområdet.

Inventeringen av målpunkter genomförs genom inhämtning av underlag från kartor och tidigare utredningar samt kontakt med räddningstjänsten.

Insamlingen av underlag från kartor hanterar verksamheter som är tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter samt s.k. Sevesoverksamheter. Denna inventering visar att en sådan verksamhet är placerad så att transporter med farligt gods bedöms passera planområdet. Det är reningsverket som är en tillståndspliktig miljöfarlig verksamhet (Länsstyrelsen, 2024).

Utöver inventering har tidigare utredning (Norconsult, 2016) för planområden längs transportleden för farligt gods använts. I den utredningen antas maximalt en transport med brandfarlig vätska passera utredningsområdet vid Strandvägen varje vecka där målpunkten är Mariestads hamn med bland annat en tankstation för båtar. Utredningen har dock genomförts för planområde längre in mot centrala Mariestad vilket innebär att färre potentiella målpunkter beaktas. I aktuellt fall finns det som tidigare beskrivet några målpunkter längs Strandvägen och Norra vägen väster om planområdet som behöver beaktas.

De verksamheter som bedöms kunna vara målpunkter för farligt gods är verksamheter, reningsverket, bussdepå samt en industri. Inom de områden som bedöms kunna medföra att farligt gods passerar planområdet har verksamheter som hanterar brandfarliga gaser och vätskor identifierats genom kontakt med räddningstjänsten. Verksamheterna har tillstånd enligt Lagen om brandfarliga och explosiva varor (LBE). Hanteringen som inte kräver tillstånd kan förekomma men bedöms inte medföra transporter med farligt gods förbi planområdet. Bland de identifierade verksamheterna finns

en bussdepå på fastigheten Sutaren 1 (längs Strandvägen) som bedöms medföra flest antal transporter, då hanteringen av brandfarlig vätska är relativt omfattande. Här antas att en transport per vecka passerar planområdet. Utöver detta är det en verksamhet som hanterar brandfarlig gas på fastigheten Släggan 22 (längs Norra vägen). Det har grovt antagits att det passerar en transport med brandfarlig gas förbi planområdet per vecka, vilket inkluderar transporter till verksamheten på Släggan 22.

För reningsverket bedöms transporter kunna utgöras av fällningskemikalier som vanligtvis klassificeras som frätande ämnen (klass 8). En transport i månaden med klass 8 bedöms passera planområdet.

Det bedömda antalet transporter avser fulla tankbilar med respektive ämne då beräkningarna bygger på olyckor med sådana mängder. För mindre transporter, styckegods eller liknande förväntas inte motsvarande konsekvenser.

Sammantaget bedöms identifierade verksamheter kunna ge upphov till transporter av brandfarliga gaser, brandfarliga vätskor och frätande ämnen förbi planområdet. Med bakgrund i tidigare antaganden och underlag bedöms antal transporter och fördelning mellan farligt gods-klasser enligt Tabell 2.

Tabell 2 Antal transporter med farligt gods och fördelning mellan farligt gods-klasser som antas passera planområdet.

	ADR-klass	Antagande om antal transporter per år	Fördelning (%)
1	Explosiva ämnen och föremål	0	0,0%
2	Komprimerade, kondenserade eller under tryck lösta gaser	52	31,0%
3	Brandfarliga vätskor	104	61,9%
4.1	Brandfarliga fasta ämnen	0	0,0%
4.2	Självantändande ämnen	0	0,0%
4.3	Ämnen som utvecklar brandfarlig gas vid vattenkontakt	0	0,0%
5.1	Oxiderande ämnen	0	0,0%
5.2	Organiska peroxider	0	0,0%
6.1	Giftiga ämnen	0	0,0%
6.2	Smittförande ämnen	0	0,0%
7	Radioaktiva ämnen	0	0,0%
8	Frätande ämnen	12	7,1%
9	Övriga farliga ämnen och föremål	0	0,0%
	Totalt	168	100,0%

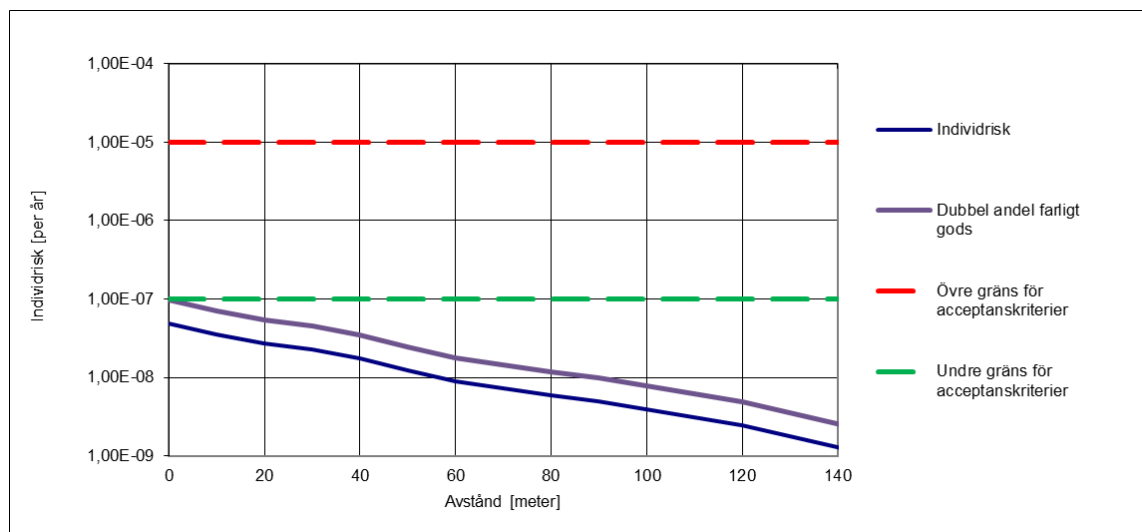
Det totala antalet transporter med farligt gods som passerar planområdet antas enligt inventeringen vara cirka 170 per år.

Individrisk

Individrisken beskriver sannolikheten (per år) för en person att omkomma på olika avstånd från en riskkälla.

Beräkningarna baseras på den metodik som användes, och med utgångspunkt i de antaganden som gjordes, vid framtagandet av RIKTSAM samt med justeringar enligt bilaga A. Med antaganden enligt tidigare avsnitt, information om olika olyckors konsekvensområde, fördelningen av transporterat gods i olika klasser samt det förväntade antalet olyckor med fordon som medför farligt gods kan individrisken beräknas.

För att ta höjd för osäkerheter kopplade till antaganden om antalet transporter med farligt gods som passerar planområdet har beräkningar även genomförts för dubbelt så mycket farligt gods. Individrisken presenteras i Figur 2.



Figur 2 Individrisk för väg förbi planområdet

Beräkningarna visar att individrisken är under 10^{-7} per år i direkt anslutning till väggkant. I känslighetsanalysen med antagande om dubbelt så mycket farligt gods är risken också under 10^{-7} per år i direkt anslutning till väggkant.

4.1.2 Farligt gods-transporter på järnväg

Norr om planområdet går Kinnekullebanan. Järnvägen trafikeras av persontrafik men även godstrafik i mindre omfattning. Alla järnvägssträckor bedöms generellt kunna medföra godstransporter och även transporter

med farligt gods. Kinnekullebanan ligger mer än 150 meter från planområdet och bedöms inte behöva beaktas avseende akut olycksrisk.

4.2 Brandfarlig och explosiv vara

Enligt tidigare genomförd riskidentifiering finns en verksamhet som hanterar brandfarlig gas så nära planområdet att risken behöver beaktas.

Verksamheten ligger inom fastigheten Flamman 8 direkt söder om planområdet, dock med en väg mellan planområdet och Flamman 8. Tillståndet omfattar hantering 1000 liter gasol.

Hanteringen antas konservativt ske i fastighetsgräns vilket innebär att alla angivna avstånd mäts därifrån.

Risken kopplad till denna hantering har bedömts kvalitativt med hjälp av schablonavstånd i föreskrifter (MSBFS 2020:1 Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om hantering av brandfarlig gas och brandfarliga aerosoler). Enligt föreskrifterna ska det finnas ett avstånd om 3 meter mellan hantering av aktuell omfattning och byggnad i allmänhet och ett avstånd om 25 meter mellan sådan hantering och utrymningsväg från svårutrymda lokaler. Planerad markanvändning inom planområdet bedöms inte utgöra svårutrymda lokaler men det bedöms rimligt att säkerställa att det är möjligt att utrymma bort från fastigheten Flamman 8 och den hantering av gasol som förekommer där. Detta ska säkerställas med planbestämmelse om att utrymning bort från Flamman 8 ska vara möjlig inom 25 meter från fastighetsgräns.

4.3 Ammoniak

Inom fastigheten Poppeln 28 cirka 170 meter sydväst om planområdet finns en kylanläggning med cirka 2000 kg ammoniak. Vid ett utsläpp sprids gasformig ammoniak med vinden. Utredning avseende ammoniak påbörjas genom att beskriva egenskaper hos ammoniak för att få underlag för hur ett utsläpp sker och hur det påverkar människor. Sedan genomförs beräkningar för ett utsläpp som bedöms vara det värsta fallet.

Sannolikheten för utsläppet beaktas inte och det bedöms därför rimligt att utgå från det värsta fallet och bedöma om risken är acceptabel.

4.3.1 Egenskaper hos ammoniak

Ammoniak är ett frätande och toxiskt ämne. Kokpunkten för ammoniak vid atmosfärstryck är -33 °C vilket innebär att ammoniak är i gasfas inom det normala intervallet för utomhustemperaturer i Mariestad. Ammoniak i

gasfas är lättare än luft. Gasen är färglös med en karaktäristisk stark och irriterande lukt. Ammoniak är lätt att lösa i vatten, ammoniak i gasfas reagerar med vatten och bildar då en vit dimma.

Exponering av ammoniak kan beroende på halt och exponeringstid orsaka irritation i ögon och luftvägar, frätskador på hud, slemhinnor och ögon, långtidsskador på ögon och andningsorgan, kramp i andningsorgan, andnöd, medvetslöshet och död (Haeffler, 2000). Vid exponering av flytande ammoniak, till exempel i utsläppets direkta närhet kan köldskador uppstå.

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 skadeverknings. I Tabell 3 presenteras ett antal gränsvärden från olika källor, med fokus på AEGL-gränsvärden (US EPA, 2023). Dessa har blivit praxis i Sverige för bedömning av akut påverkan av ammoniak. I aktuellt fall presenteras exponeringstider om 30 respektive 60 minuter då det bedöms rimligt utifrån förväntad utsläppstid. Nivågränsvärdet är endast intressant som referensvärde eftersom det egentligen används inom arbetsmiljö. Det innebär att upprepad och långvarig exponering för dessa nivåer är möjlig, något som inte är utgångspunkten i denna riskanalys. Gränsvärden presenteras i Tabell 3.

Tabell 3 Gränsvärden för ammoniak i luft, påverkan på människor.

Gränsvärde	Koncentration [ppm]	Varaktighet av exponering [min]	Effekter
AEGL-1	30	10	Den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man beräknat att den allmänna befolkningen, inklusive känsliga individer, kan uppleva besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom. Effekterna är dock övergående och påverkar inte personens förmåga att agera.
	30	30	
	30	60	
AEGL-2	220	10	Den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man

	220	30	beräknat att den allmänna befolkningen, inklusive känsliga individer, kan få irreversibla eller andra allvarliga och långvariga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen.
	160	60	
AEGL-3	2700	10	Den luftburna koncentrationen av ett ämne över vilken man beräknat att den allmänna befolkning, inklusive känsliga individer, kan drabbas av livshotande hälsoeffekter eller död
	1600	30	
	1100	60	
Nivågränsvärde	20	8 timmar	Hygieniskt gränsvärde för exponering under en arbetsdag, normalt 8 timmar
Takgränsvärde	50	5 minuter	Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 5 minuter

Förutom de gränsvärden som har definierade skadeverkningar vid fasta koncentrationer kommer även en så kallad probitfunktion att användas. Probitfunktionen används för att utifrån koncentration och exponeringstid bestämma sannolikheten att avlida. Probitfunktionen är lämplig att använda när exponeringstiden inte går att jämföra med gränsvärdenas exponeringstid. Nackdelen med probitfunktionen är i detta fall att endast sannolikheten att avlida kan beräknas, vilket betyder att andra effekter inte kan bestämmas. Det ligger dock i linje med den värdering som genomförs kopplad till farligt gods och beräknad individrisk. Probitfunktionen beräknas med konstanter som i detta fall är framtagna av RIVM (Netherlands' National Institute of Public Health and the Environment) (RIVM, 2017).

4.3.2 Beräkningar

För att beakta värsta fallet har det antagits att hela innehållet av ammoniak läcker ut samtidigt och bildar en pöl på marken varifrån ammoniak förångas och sprids med vinden. Beräkningarna har inte tagit hänsyn till om det finns säkerhetsåtgärder inom anläggningen som minskar sannolikhet för eller konsekvens av ett utsläpp. Vindriktningen har inte beaktats, det antas att

spridningen sker mot planområdet. Beräkningarna genomförs i beräkningsprogrammet ALOHA. Indata och resultat presenteras i bilaga 2.

I beräkningarna har två olika väderscenarion beaktats. Det första bedöms vara mer troligt med en vindhastigheten 5 m/s och stabilitetsklass D. Det andra beräknas med vindhastigheten 2 m/s och stabilitetsklass F. Stabilitetsklass F innebär att atmosfären är väldigt stabil vilket medför längre spridning av ammoniak. Avstånd till där de beaktade gränsvärdena uppnås enligt beaktade väderscenarier presenteras i Tabell 4. Det kortaste avståndet mellan kylanläggningen och planområdet är cirka 170 meter.

Tabell 4 Beräknat avstånd till de beaktade gränsvärdena för de två väderscenarierna.

	AEGL-1 (60 min)	AEGL-2 (60 min)	AEGL-3 (60 min)
2 m/s, stabilitetsklass F	1500	648	271
5 m/s, stabilitetsklass D	681	287	105

Beräkningarna visar att AEGL-3 och AEGL-2 för 60 minuter uppnås utomhus inom planområdet för båda väderscenarierna. Exponeringstiden för koncentrationen som motsvarar AEGL-3 (60 minuter) är dock väldigt kort (mindre än 5 minuter) och bedöms inte medföra förväntade skador enligt gränsvärdena. Högsta koncentrationen som beräknas utomhus vid planområdet ligger strax över AEGL-3 för 10 minuter. Koncentrationen utomhus når relativt snabbt en hög nivå för att sedan sjunka snabbt och sedan följer en längre period där koncentrationen minskar långsammare.

För att utreda hur koncentrationen ser ut inom planområdet har en punkt valts 170 meter från kylanläggningen med ammoniak. Detta är det kortaste avstånden mellan kylanläggning och planområde. Resultatet presenteras i Tabell 5.

Tabell 5 Högsta beräknade koncentrationen av ammoniak inom- och utomhus vid planområdet samt uppskattad varaktighet för de angivna koncentrationerna.

	Högsta koncentration utomhus (uppskattad varaktighet av angiven koncentration)	Högsta koncentration inomhus (uppskattad varaktighet av angiven koncentration)
2 m/s, stabilitetsklass F	2720 ppm (< 5 minuter)	176 ppm (30 minuter)
5 m/s, stabilitetsklass D	440 ppm (< 5 minuter)	39,3 (30 minuter)

För att beräkna sannolikheten för att någon omkommer till följd av den beräknade koncentrationen och exponeringstiden har en Probit-funktion använts. Den aktuella Probit-funktionen är framtagen för ammoniak och indata är koncentration och exponeringstid. För att beräkna sannolikheten för att omkomma har den högsta beräknade koncentrationen vid planområdet använts. Denna koncentration beräknas endast vara aktuell under cirka 5 minuter utomhus respektive 30 minuter inomhus men koncentrationen används i Probit-beräkningar tillsammans med exponeringstiden 60 minuter för att inte underskatta riskerna. Resultatet presenteras i Tabell 6.

Tabell 6 Sannolikhet att omkomma vid högsta beräknade koncentration vid planområdet och aktuell exponeringstid.

	Sannolikhet att omkomma utomhus	Sannolikhet att omkomma inomhus
2 m/s, stabilitetsklass F,	1 % (2720 ppm, 60 minuter)	0 % (176 ppm, 60 minuter)
5 m/s, stabilitetsklass D,	0 % (440 ppm, 60 minuter)	0 % (39,3 ppm, 60 minuter)

Beräkningarna med Probit-funktionen visar att sannolikheten att omkomma är 0 % förutom för vädersscenariot med 2 m/s och stabilitetsklass F, där sannolikheten att omkomma utomhus är 1 %. Det ska beaktas att stabilitetsklass F enbart kan inträffa under natten då det inte är någon solinstrålning. Det bedöms rimligt att anta att färre personer befinner sig utomhus nattetid vilket alltså minskar sannolikheten för att någon påverkas vid ett utsläpp av ammoniak. För personer inomhus är risken att omkomma 0 % för båda vädersscenarierna. Exponeringstiden har i Probit-beräkningarna medvetet överskattats för att ta hänsyn till att personer eventuellt inte kan förflytta sig och för att ta höjd för osäkerheter i spridningsberäkningarna. Det bedöms konservativt eftersom de höga koncentrationer som uppnås i beräkningarna inte har förutsättning att bibehållas under så lång exponeringstid för de förutsättningar som finns.

5 Riskvärdering

I detta kapitel presenteras riskvärdering för de identifierade riskkällorna som bedöms påverka planområdet. Riskvärderingen avseende hantering av brandfarlig gas på närliggande verksamhet genomfördes direkt i riskanalysen och presenteras där.

5.1 Farligt gods

För att bedöma risker kopplade till transport av farligt gods har individrisken beräknats. Beräkningarna visar att individrisken understiger 10^{-7} per år i direkt anslutning till vägen. Enligt de använda riktlinjerna för värdering av individrisk är denna risknivå att anse som acceptabel utan införande av riskreducerande åtgärder. Detta innebär att risken i aktuellt fall är acceptabel för alla typer av markanvändning i direkt anslutning till vägen. För att ta hänsyn till osäkerhet kopplade till antalet transporter med farligt gods har ytterligare en beräkning med dubbelt så många transporter tagits fram. Även denna beräkning visar att risken är acceptabel i direkt anslutning till vägen.

Utöver beräkningarna beaktas också att det generellt krävs ett bebyggelsefritt avstånd i förhållande till transportleder för farligt gods. Det bedöms också rimligt att hantera riskerna eftersom det bedöms att transporter med farligt gods passerar området. Därför rekommenderas riskreducerande åtgärder genom planbestämmelser. De riskreducerande åtgärderna är valda för att hantera olyckor med de ämnestyper som bedömts passera planområdet. Planbestämmelserna reglerar val av fasadmateriell för att undvika brandspridning i fasad, placering och teknisk lösning av ventilationssystem, utrymning samt åtgärd för att förhindra att brandfarlig vätska rinner mot byggnader inom planområdet.

5.2 Ammoniak

Beräkningarna visar att skadliga nivåer kan uppkomma inom planområdet, men att sannolikheten att omkomma är väldigt låg. För det vädersscenario som medför längst spridning av ammoniak är sannolikheten att omkomma utomhus 1 % förutsatt att ett utsläpp enligt antaganden sker. Detta vädersscenario kan endast inträffa på natten vilket minskar sannolikheten för att personer befinner sig utomhus. Innan de koncentrationer som gränsvärdena anger uppnås på beräknade avstånd uppfattas den karakteristiska lukten av ammoniak. De låga halter av ammoniak som uppfattas genom dess starka lukt är inte akut farliga vilket innebär att

evakuering av utsläppsområden utomhus kan vara möjlig innan skadliga halter uppnås. Detta förutsätter att de människor som finns i utsläppsområdet har goda möjligheter till förflyttning. Vid lukt av ammoniak förflyttar sig människor ofta utan ytterligare varning, eftersom lukten är så stark och obehag uppfattas. För personer som befinner sig inomhus är sannolikheten att omkomma noll, vilket även gäller både inom- och utomhus för det andra vädersscenariot.

I riskvärderingen beaktas att beräkningarna utgår från det förmodade värsta fallet, där hänsyn inte tagits till sannolikheten för ett sådant scenario. Sannolikheten för att alla faktorer som ger upphov till de beräknade fallen bedöms vara låg. De beräknade fallen innebär att det först ska ske ett utsläpp där hela innehållsläcker ut och senare att de valda parametrarna avseende väder medför att planområdet påverkas. Trots att sannolikheten för ett utsläpp och konsekvenserna vid ett sådant utsläpp bedöms vara låga är det rimligt att införa åtgärder. De riskreducerande åtgärderna avser att minska och förhindra att ammoniak når inomhus via ventilationen. Planbestämmelser ska reglera att ventilationssystem till byggnader för stadigvarande vistelser ska vara centralt avstängningsbara och att friskluftsintag till ventilationssystem placeras på tak eller på byggnaders östra sida.

6 Slutsats

En riskbedömning har genomförts för olycksrisker som kan påverka planområdet. De beaktade riskkällorna är transport av farligt gods på väg, hantering av brandfarlig gas på närliggande verksamhet och hantering av ammoniak på närliggande verksamhet. För dessa riskkällor har riskanalys och efterföljande riskvärdering genomförts. Riskvärderingen visar att risken är acceptabel om riskreducerande åtgärder regleras i plankartan. Följande riskreducerande åtgärder ska regleras i plankartan:

- Byggnader ska utformas med minst en utrymningsväg mot skyddad sida med hänsyn till transport av farligt gods på väg och hantering av brandfarlig gas på närliggande verksamhet. Regleringen ska gälla inom 30 meter från transportled för farligt gods och inom 25 meter från verksamhet med hantering av brandfarlig gas.
- Byggnader inom 30 meter från, och med fasad direkt emot Mariagatan eller Norra vägen ska utformas med fasad i tändskyddat material om minst B-1, d0 eller motsvarande
- Byggnader för stadigvarande vistelse ska ha centralt avstängningsbart ventilationssystem.
- Byggnader för stadigvarande vistelse ska utformas med friskluftsintag endast på tak eller på byggnadernas östra sida.

Referenser

- Haeffler, L. (2000). *Vägledning för riskbedömning av kyl- och frysanläggningar med ammoniak.*
- Länsstyrelsen. (2024). *LST NikITa Tillståndspliktiga miljöfarliga verksamheter (extern) - punkter.* Hämtat från <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/GetMetaDataByld?id=a2f2a14f-3baa-4393-8333-7a33108eb7ec>
- Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län. (2006). *Riskhantering i detaljplaneprocessen - riskpolicy för markanvändning intill transportleder för farligt gods.* Stockholm: Länsstyrelserna, Skåne län, Stockholms län och Västra Götalands län.
- Norconsult. (2016). *Riskanalys transport av farligt gods Mariestads centrum.*
- Øresund Safety Advisers AB. (2004). *Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen, Bilaga A - Riskanalys.* Malmö: Länsstyrelsen i Skåne län.
- Räddningsverket. (1996). *Farligt gods - Riskbedömning vid transport. Handbok för riskbedömning av transporter med farligt gods på väg eller järnväg.* Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (1997). *Värdering av risk.* Karlstad: Räddningsverket.
- Räddningsverket. (2003). *Handbok i riskanalys.* Karlstad: Räddningsverket.
- RIVM. (2017). *Probit function technical support document Ammonia.*
- US EPA. (2023). *Ammonia Results - AEGL Program.* Hämtat från Ammonia Results - AEGL Program: <https://www.epa.gov/aegl/ammonia-results-aegl-program>

Bilaga 1 – Individriskberäkningar

För att genomföra en riskanalys som är kopplad till transporter av farligt gods på behövs information om den sträckan samt vilka klasser och hur mycket farligt gods som transporteras. Nedan följer en genomgång av tillvägagångssättet som har använts för att ta fram denna information.

Egenskaper för väg

Den aktuella transportleden för farligt gods går genom Mariestad. Vägen har två mötande körfält och hastighetsgräns 50 km/h. Antalet transporter med farligt gods har tagits fram genom inventering av potentiella målpunkter samt med hjälp av tidigare detaljplaner och riskutredningar som ligger längs samma transportled för farligt gods.

Beräkning av sannolikhet för olycka med farligt gods på väg

Förväntat antal farligt gods olyckor på Mariagatan-Norra vägen-Katthavsvägen beräknas enligt VTI-metoden med antaganden och indata redovisade i Tabell 7 (Räddningsverket, 1996).

Tabell 7 Indata för beräkning av förväntat antal farligt godsolyckor per år på väg.

Vägtyp	Vanlig väg
Vägsträcka [meter]	300
Antal transporter med farligt gods [per år]	168
Olyckskvoten (antal olyckor per miljon fordonskilometer)	1,2
Andel singelolyckor	0,15
Index för farligt gods-olycka	0,03
Förväntade antalet olyckor med farligt gods [per år]	$1,12 \cdot 10^{-4}$
Förväntade antalet olyckor med farligt gods som leder till utsläpp [per år]	$3,4 \cdot 10^{-6}$

Konsekvensberäkningar

Beräkningar och antaganden är i huvudsak de som redovisas i Øresund Safety Advisers rapport Riktlinjer för riskhänsyn i samhällsplaneringen (avseende transport av farligt gods på väg och järnväg), Bilaga A,

Risikanalyt som togs fram på uppdrag av Länsstyrelsen i Skåne (Øresund Safety Advisers AB, 2004).

Följande justeringar av antaganden har utförts:

- Justering av sannolikheten för farligt gods olycka för individrisk

Då frekvensen för en farligt gods-olycka beror på hur stort konsekvensområdet för de enskilda klasserna blir, justeras frekvensen. Frekvensen för en olycka beräknas för en specifik sträcka förbi programområdet. Denna justeras sedan för respektive klass baserat på konsekvensavståndet.

Olycksfrekvensen förändras utifrån följande formel:

$$\begin{aligned} & \textit{Frekvens för scenario} \\ & = \textit{frekvensen för olycka vid } x \textit{ meter} \frac{\textit{dimensionerade avstånd} \times 2}{x \textit{ meter}} \end{aligned}$$

Bilaga 2 – Indata och resultat ammoniakberäkningar

I denna bilaga presenteras indata till och resultat av beräkningarna för spridning av ammoniak. Beräkningarna är genomförda i beräkningsprogrammet ALOHA vilket sammanställer relevanta indata och resultat. Indata för vädersscenario med 5 m/s och stabilitetsklass D respektive 2 m/s och stabilitetsklass F presenteras i figurer nedan.

