

## Risikanalyt

Skymningen

Underlag till detaljplan

2019-06-26



**Dokumenttyp:** Riskanalys  
**Uppdragsnamn:** Skymningen  
Kristinehamn  
**Uppdragsnummer:** 111509  
**Datum:** 2019-06-26  
**Status:** Underlag till detaljplan  
**Uppdragsledare:** Rosie Kvål  
**Handläggare:** Rosie Kvål  
Tel: 08-588 188 84  
E-post: rosie.kval@brandskyddslaget.se  
**Uppdragsgivare:** Kristinehamns kommun

Datum	Egenkontroll	Internkontroll	Revidering avser
2019-01-07	RKL	PWT	Granskningshandling
2019-06-26	RKL	PWT	Komplettering med spridningsberäkningar

## Sammanfattning

Kristinehamns kommun undersöker tillsammans med Sommarvik AB möjligheten att skapa en upplevelseanläggning inom fastigheten Presterud 1:1 i Kristinehamns kommun. I direkt anslutning till fastigheten bedriver Akzo Nobel Adhesives verksamhet. Anläggningen är en Sevesoklassad verksamhet vilket innebär att de har en omfattande kemikaliehantering som kan innebära risker mot omgivningen. I anslutning till det aktuella området finns även Fiskartorpets avloppsreningsverk där bland annat rötgas hanteras.

Med hänsyn till möjliga risker kopplade till verksamheterna vid Akzo Nobel och Fiskartorpets avloppsreningsverk görs denna riskanalys.

Syftet med analysen är att undersöka lämpligheten med att uppföra en upplevelseanläggning inom den aktuella fastigheten genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

I riskanalysen studeras enbart plötsliga, oväntade och oplanerade händelser med akut påverkan på människors liv. Effekter av långvarig exponering, buller, ljus eller lukt studeras inte i analysen.

Vid Akzo Nobels anläggning hanteras stora mängder kemikalier, framförallt brännbara vätskor, giftiga ämnen och pulver som vid en olycka kan innebära omfattande brand, spridning av giftiga gaser samt explosion. Verksamheten har gjort en riskanalys för sin verksamhet. Ett antal olycksscenarier har identifierats kunna påverka områden utanför verksamheten. Några spridningsberäkningar för att se hur denna påverkan kan se ut finns inte sedan tidigare. Verksamheten planerar en viss utökning i framtiden men ingen förändring i placering av de olika riskkällorna.

Vid Fiskartorpets avloppsreningsverk hanteras kemikalier i reningsprocessen samt för uppvärmning. I processen ingår rötning av slam vilket ger upphov till rötgas (metan) som förvaras i en gasklocka inom området. Gasen används för uppvärmning. Identifierade risker vid anläggningen är kopplade till hanteringen av eldningsolja och rötgas som genom brand och explosion kan påverka omgivningen.

En övergripande bedömning av identifierade risker har gjorts och spridningsberäkningar genomförts för de scenarier med bedömt störst påverkan på planområdet.

Slutsatsen av genomförd analys är att det finns scenarier som kan komma att påverka planområdet vid en olycka. För områden närmast Akzo Nobels, Fiskartorpets avloppsreningsverks verksamheter samt Fiskartorpsvägen behöver därför åtgärder vidtas i form av skyddsavstånd och/eller byggnadstekniska åtgärder. Förslag på åtgärder och skyddsavstånd redovisas i tabell 6.1.

Eftersom den planerade verksamheten kan omfatta ett stort antal personer som dessutom kan anses vara svårutrymda är det viktigt vid planering av verksamheten beakta detta i kombination med identifierade risker. Exempelvis så bör delar av verksamheten med lägre persontäthet (t.ex. personalutrymmen, förråd och liknande) placeras närmare riskkällan än

mer personintensiva verksamheter. Områden utomhus med hög persontäthet placeras med fördel skyddade bakom byggnader.

Den övergripande slutsatsen är att det bör gå att kombinera upplevelseanläggning med identifierade riskkällor men att utformningen av området behöver beakta möjliga risker och utformas på ett sådant sätt att inte befintliga verksamheter (riskkällorna) begränsas eller människor inom planområdet utsätts för fara.

## Innehållsförteckning

<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1 Bakgrund.....	6
1.2 Syfte.....	6
1.3 Omfattning.....	6
1.4 Underlag.....	6
1.5 Internkontroll.....	6
1.6 Styrande dokument.....	7
<b>2. ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV OMRÅDET</b> .....	<b>9</b>
2.1 Områdesbeskrivning.....	9
2.2 Planförslaget.....	10
<b>3. RISKINVENTERING</b> .....	<b>11</b>
3.1 Allmänt.....	11
3.2 Identifiering av riskkällor.....	11
<b>4. INLEDANDE ANALYS</b> .....	<b>16</b>
4.1 Metodik.....	16
4.2 Identifiering av olycksrisker.....	16
4.3 Kvalitativ uppskattning av risk.....	16
4.4 Slutsats.....	24
<b>5. FÖRDJUPAD ANALYS</b> .....	<b>26</b>
5.1 Allmänt.....	26
5.2 Resultat av beräkningar.....	26
<b>6. FÖRSLAG PÅ SÄKERHETSHÖJANDE ÅTGÄRDER</b> .....	<b>28</b>
6.1 Allmänt.....	28
6.2 Resonemang kring åtgärder och riskhänsyn.....	28
6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder.....	29
<b>7. BILAGOR</b> .....	<b>32</b>
<b>8. REFERENSER</b> .....	<b>32</b>

## 1. Inledning

### 1.1 Bakgrund

Sommarvik AB undersöker tillsammans med Kristinehamns kommun möjligheten att skapa en upplevelseanläggning inom fastigheten Presterud 1:1 i Kristinehamns kommun. Fastigheten rymmer idag fotbollsplaner. I direkt anslutning till fastigheten bedriver Akzo Nobel Adhesives verksamhet. Anläggningen är en Sevesoklassad verksamhet vilket innebär att de har en omfattande kemikaliehantering som kan innebära risker mot omgivningen. Kommunen har skyldighet att i sin planering både beakta dessa risker och att inte begränsa möjligheten till utveckling av verksamheten genom sin planering.

I anslutning till området ligger även Fiskartorpets avloppsreningsanläggning som hanterar kemikalier och rötgas, vilket kan innebära risker mot omgivningen.

Med anledning av områdets närhet till Akzo Nobel Adhesives och Fiskartorpets avloppsreningsanläggning görs denna riskanalys.

### 1.2 Syfte

Syftet med riskanalysen är att undersöka lämpligheten med tänkt exploatering genom att utvärdera vilka risker som människor inom det aktuella området kan komma att utsättas för samt i förekommande fall föreslå hur risker ska hanteras så att en acceptabel säkerhet uppnås.

### 1.3 Omfattning

Analysen omfattar endast plötsliga och oväntade händelser med akuta konsekvenser för liv och hälsa för människor som vistas inom det studerade området. I analysen har hänsyn inte tagits till långsiktiga effekter av hälsofarliga ämnen, buller eller miljöfarliga utsläpp.

### 1.4 Underlag

Underlag till analysen har bland annat utgjorts av följande dokument:

- Underlag till begäran om planuppdrag, Detaljplan för upplevelseanläggning, Kristinehamns kommun, 2018-01-31
- Riskanalys Casco adhesives, 2015
- Riskanalys, Akzo Nobel, 2018-12-10

Övrigt underlag som används hänvisas till löpande samt finns sammanställt i avsnitt 8 – *Referenser*.

### 1.5 Internkontroll

Riskanalysen omfattas av Brandskyddslagets kvalitetsledningssystem som innebär att en annan konsult i företaget har genomfört en övergripande granskning av rimligheten i de bedömningar som gjorts och de slutsatser som dragits (internkontroll). Signatur i kolumnen för internkontroll på sidan 2 bekräftar kontrollen.

## 1.6 Styrande dokument

### 1.6.1 Lagstiftning

Ett flertal olika lagar reglerar när riskanalyser skall utföras. Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) skall bebyggelse lokaliseras till mark som är lämpad för ändamålet med hänsyn till boendes och övrigas hälsa. Sammanhållen bebyggelse skall utformas med hänsyn till behovet av skydd mot uppkomst av olika olyckor. Översiktsplaner skall redovisa riskfaktorer och till detaljplaner ska vid behov en miljökonsekvensbeskrivning tas fram som redovisar påverkan på bland annat hälsa. Utförande av miljökonsekvensbeskrivning regleras i Miljöbalken (1998:808).

Det finns ytterligare ett antal lagar och föreskrifter avseende risk och säkerhet som kan vara relevanta i planärenden. Dessa berör i första hand hantering och rutiner för olika typer av riskkällor som kan vara värda att beakta. Exempelvis så ger Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) ut föreskrifter för hantering av olika brandfarliga och explosiva ämnen.

Vidare hanterar Lag (2003:778) om skydd mot olyckor olika verksamheters ansvar för att upprätthålla ett tillfredsställande skydd mot olyckor. En konsekvens av denna lag som kan vara av särskilt intresse i planärenden är om det i anslutning till planområdet finns anläggningar vilka klassas som "farliga verksamheter" enligt kap 2:4 i denna lag. Sådana verksamheter är ålagda att vidta nödvändiga åtgärder för att hindra eller begränsa olyckor och de är även skyldiga att analysera risker och påverkan på närområdet.

### 1.6.2 Sevesolagstiftningen

För att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor för människor och miljö har EU antagit det så kallade Sevesodirektivet.

I Sverige är direktivet infört genom Sevesolagstiftningen, som omfattar lagen (1999:381) förordningen (2015:236) och föreskrifterna (MSBFS 2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor, samt miljöbalken (1998:808), lagen om skydd mot olyckor (2003:778) och plan- och bygglagen (2010:900).

Sevesolagstiftningen ålägger verksamheter med omfattande hantering av farliga ämnen att bland annat identifiera och analysera de olycksrisker som föreligger och presentera detta i en säkerhetsrapport eller i ett handlingsprogram. Verksamheterna ska även vidta åtgärder för att förebygga och begränsa möjliga olyckshändelser. Sevesoanläggningar har ett ansvar att informera allmänheten om risker och säkerhetsarbete. Det finns två gränsvåer, den lägre och den högre, där högre krav ställs på anläggningar som omfattas av den högre kravnivån.

Syftet med Sevesolagstiftningen är att förebygga allvarliga kemikalieolyckor samt att begränsa följderna av sådana olyckor för människors hälsa och miljön.

Kommunen är skyldig att ta fram en plan för räddningsinsats vid en olycka samt se till att allmänheten blir informerad. Detta sköts av den lokala räddningstjänsten.

Sevesolagstiftningen innebär också att kommunen har skyldighet i sin planering att ta hänsyn till dessa verksamheter och inte begränsa den framtida utvecklingen av dem. Det är därför viktigt att ta höjd för eventuella framtida förändringar vid exploatering i anslutning till en Sevesoanläggning.

### 1.6.3 Riskhänsyn vid ny bebyggelse

När det gäller riskhänsyn hänvisar Länsstyrelsen i Värmlands län till de riktlinjer som Länsstyrelsen i Dalarnas län tagit fram som vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods. Enligt dessa riktlinjer ska möjliga risker studeras vid exploatering närmare än 150 meter från en riskkälla i form av transportled för farligt gods och järnväg /1/. I vägledningen redovisas dessutom rekommenderade skyddsavstånd mellan farligt godsled och olika typer av markanvändning, se figur 1.1 nedan. Riktlinjerna gäller både för väg som utgör rekommenderad transportled för farligt gods och järnväg.

Närmare än 30 meter	30-70 meter	70-150 meter	Över 150 meter
Odlingar	Bilservice	Bostäder i högst 2 plan	Bostäder i mer än 2 plan
Trafikytor	Industrier	Mindre samlingslokaler	Vård
Ytparkering	Mindre handel	Handel	Kontor i flera plan
Friluftsområden	Tekniska anläggningar	Mindre kontor (inte hotell)	Hotell
	Övrig parkering	Kultur- och idrottsanläggningar utan betydande åskådarplats	Skolor
	Lager		Större samlingslokaler Kultur- och idrottsanläggningar med betydande åskådarplats

*Figur 1.1. Sammanfattning av Länsstyrelsen i Dalarnas läns rekommendationer avseende markanvändning till farligt godsled från respektive kvartersmark /1/. Avstånden gäller från väg- och rälskant.*

De rekommenderade skyddsavstånden anger det minsta avstånd som bör hållas mellan bebyggelse och riskobjekt. Om skyddsavstånden uppnås behöver normalt inga skyddsåtgärder vidtas. Skyddsavstånden avser markområden som ej är skymda av topografi eller annan bebyggelse. Dessa parametrar kan påverka, både öka och minska, behovet av skyddsavstånd. Avsteg kan göras om risknivån bedöms som låg eller om man genom att tillämpa säkerhetshöjande åtgärder kan sänka risknivån.

Skälen till föreslagen användning av området närmast vägen är bland annat att inom 30 meter finns risk för mekanisk påverkan om ett fordon kör av vägen /1/.



## 2. Översiktlig beskrivning av området

### 2.1 Områdesbeskrivning

Det aktuella planområdet ligger i Kristinehamns tätort i Kristinehamns kommun. Planområdet omfattar del av fastigheten Presterud 1:1 som omges av en campingplats i väster (som även ligger inom planområdet), Akzo Nobel Adhesives anläggning samt Fiskartorpets avloppsreningsverk i öster och Presterudsvägen i söder (se figur 2.1).



Figur 2.1. Översikt över aktuellt område inklusive närmaste omgivningen. Aktuellt område rödmärkat, markeringen motsvarar inte planområdets exakta gräns. (källa karta: eniro.se)

Området upptas idag av en grönytor, natur- och skogsmark, fotbollsplaner samt område som tillhör campingplatsen.

Höjdskillnaderna är små inom området.

#### 2.1.1 Omgivande planer

I Kristinehamns kommuns pågår ett antal plan- och byggprojekt. Ett par av dessa ligger i planområdets närhet och redovisas nedan samt i figur 2.2.

**Presterud:** planen omfattar en omvandling av det gamla regementsområdet till en integrerad stadsdel i staden. Stadsdelen ska få en funktionsblandad bebyggelse i huvudsak bestående av bostäder, kontor och verksamheter. Inom planområdet planeras en panncentral.

**Sannakajen (f d Inre hamnen):** detaljplanen omfattar en ändring av en detaljplan som antogs 2008. Planen omfattar bland annat bostäder, centrum, förskola och idrott.



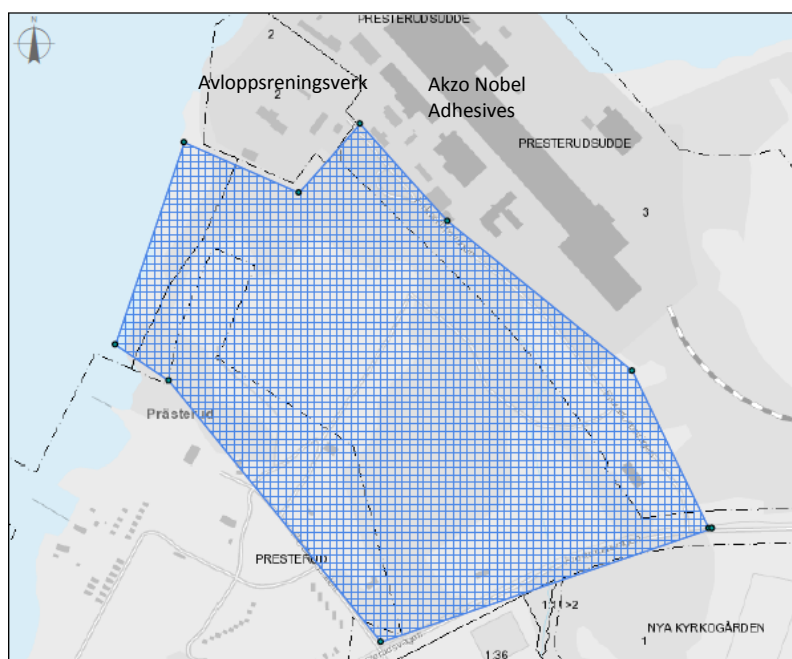
Figur 2.2. Översikt över planområdet och intilliggande planprojekt. (källa karta: eniro.se)

Pågående planarbeten i områdets närhet innebär inte att någon riskkälla tillförs närområdet. De innebär dock att persontätheten i närområdet ökar, vilket kan innebära en ökad samhällsrisk för området.

## 2.2 Planförslaget

Planförslaget innebär att det gamla övningsfältet för garnisonen tas i anspråk för en upplevelseanläggning som riktar sig till främst barn och familjer. Någon utformning av området är ännu inte bestämd avseende exakt verksamhet, omfattning eller utförande.

I figur 2.2 redovisas det aktuella planområdet.



Figur 2.2. Aktuellt planområde.

### 3. Riskinventering

#### 3.1 Allmänt

Inledningsvis görs en inventering av riskkällor i anslutning till det studerade området. Riskinventeringen omfattar de riskkällor (transportleder för farligt gods, järnvägar, verksamheter som hanterar farligt gods) som kan innebära plötsliga och oväntade olyckshändelser med konsekvens för det aktuella området.

Riskkällorna beskrivs och förekommande hantering/transport av farliga ämnen kartläggs och redovisas. Inventeringen utgör grunden för den fortsatta analysen.

##### 3.1.1 Farligt gods

Ämnen klassade som farligt gods är det som till stor del kan ge upphov till oväntade och plötsliga olyckshändelser och kunskap om dessa är därför viktigt i en riskanalys.

Farligt gods är en vara eller ett ämne med sådana kemiska eller fysikaliska egenskaper att de i sig själv eller kontakt med andra ämnen, t.ex. luft eller vatten, kan orsaka skada på människor, djur och miljö eller påverka transportmedlets säkra framförande. Farligt gods delas in i klasser (riskkategorier) utefter de egenskaper ämnet har. De olika ämnesklasserna delas i sin tur in i underklasser.

I *Tabell 3.1* redovisas de olika klasserna samt typ av ämnen.

*Tabell 3.1. Farligt gods indelat i olika klasser enligt ADR/RID.*

Klass	Ämne	Beskrivning
1	Explosiva ämnen	Sprängämnen, tändmedel, ammunition, krut, fyrverkerier etc.
2	Gaser	2.1. Brandfarliga gaser (acetylen, gasol etc.) 2.2- Icke brandfarliga, icke giftiga gaser (kväve, argon etc.) 2.3. Giftiga gaser (klor, ammoniak, svaveldioxid etc.)
3	Brandfarliga vätskor	Bensin, etanol, diesel- och eldningsolja, lösningsmedel och industrikemikalier etc.
4	Brandfarliga fasta ämnen m.m.	Kiseljärn (metallpulver), karbid, vit fosfor etc.
5	Oxiderande ämnen och organiska peroxider	Natriumklorat, väteperoxider, kaliumklorat etc.
6	Giftiga ämnen	Arsenik, bly- och kvicksilversalter, cyanider, bekämpningsmedel etc.
7	Radioaktiva ämnen	Medicinska preparat. Transporteras vanligen i mycket små mängder.
8	Frätande ämnen	Saltsyra, svavelsyra, salpetersyra, natrium, kaliumhydroxid (lut) etc.
9	Övriga farliga ämnen	Gödningsämnen, asbest etc.

#### 3.2 Identifiering av riskkällor

I aktuellt projekt har endast Akzo Nobel och Fiskartorpets avloppsreningsverk identifierats som möjliga riskkällor att påverka det aktuella planområdet.

Akzo Nobels anläggning är klassad som en Sevesoanläggning till följd av sin omfattande hantering av kemikalier. Avståndet mellan planområdet och Akzo Nobels verksamhetsgräns är några enstaka meter. Även transportvägar till och från verksamheten utgör riskkällor och kommer att studeras i analysen.

Fiskartorpets avloppsreningsverk ligger även det i direkt anslutning till planområdet. Vid reningsverket hanteras bland annat olika kemikalier. Det sker även rötning av avloppsslam vilket innebär att brandfarlig rötgas hanteras inom anläggningen.

Andra riskkällor såsom transportleder för farligt gods, bensinstationer, värmeverk etc. ligger ca 2,5 km, 1,5 km respektive 300 meter från planområdet varför de inte beaktas vidare i denna analys.

### 3.2.1 Akzo Nobel Adhesives

*Informationen i detta avsnitt är sammanfattad från Akzo Nobel Adhesives egna riskanalyser /2, 3/.*

Allmänt

Öster om planområdet ligger Akzo Nobel Adhesives (f.d. Casco Adhesive) anläggning i Kristinehamn. Fastigheten omfattar en yta på ca 298 000 m<sup>2</sup> varav 36 500 m<sup>2</sup> utgör vattenområde. Det har bedrivits verksamhet på platsen sedan 1940-talet. Vid anläggningen sker tillverkning, lagring och distribution av i huvudsak vid anläggningen framställda kemiska produkter. Även köpta varor från externa leverantörer och varor tillverkade hos andra koncernföretag lagras och distribueras. Verksamheten har 120 anställda på plats i Kristinehamn.

I figur 2.2 redovisas läget för Akzo Nobels anläggning i Kristinehamn i förhållande till det studerade området.

Kemikalier som hanteras vid anläggningen

Inom anläggningen hanteras flertalet miljö- och/eller hälsofarliga kemikalier både genom att kemikalier används i produktion, men även att det produceras nya kemikalier.

Kemikalier som produceras vid anläggning är:

- formaldehydbaserade bindemedel för spånskive-, plywood- och träförädlingsindustrin
- våtstyrkemedel för pappersindustrin
- Flytande och pulverprodukter för träförädlingsindustrin (främst härdare)
- Formalin (40 %, 52 %) används som råvara för tillverkning av övriga produktionsenheter

Kemikalier som hanteras vid anläggningen är:

- Ureaformaldehydharts
- Melaminformaldehydharts
- Fenolformaldehydharts
- Fenolresorcinolformaldehydharts
- Polyamidharts
- Acetonformaldehydharts

Epiklorhydrin har tidigare hanterats inom anläggningen men gör inte det längre. Det kan dock inte uteslutas att ämnet kan komma att hanteras i framtiden. Ämnet kommer därför tas med i den fortsatta analysen.

Huvudråvarorna till ovanstående är urea som levereras med tankbåt, formalin som produceras i formalinfabriken, melamin och fenol som levereras med tankbil. Huvudråvaran för tillverkning av formalin är metanol som levereras med tankbåt var 3:e-4:e vecka. Varje leverans omfattar ca 3 500 m<sup>3</sup> metanol. Lossningen av metanol sker ute i sjön, ca 700 meter från aktuellt planområde.

Hantering av kemikalier

Brandfarliga varor (klass 3) lagras i cisterner och tankar från några m<sup>3</sup> till 5 000 m<sup>3</sup> inom en specifik del av fabriksområdet som är låst och inhägnat. Den brandfarliga varan pumpas sedan till respektive förbrukningsställe.

Leveranser av brandfarlig vara sker med tankbil. Metanol som utgör den största andelen av brandfarlig vara levereras med båt.

Förbrukningen av metanol uppgår till 30 000 ton per år.

Fenol (klass 6) lagras i en tank på 100 m<sup>3</sup> och levereras med tankbil. Lossningsplatsen är försedd med uppsamlingsbassäng för eventuellt spill. Fenolen varmhålls på grund av hög smältpunkt.

Epiklorhydrin (klass 6.1) lagrades tidigare i två tankar om 35 m<sup>3</sup> vardera. Leverans skedde med järnvägsvagn.

Formalinfabriken: I Formalinfabriken tillverkas 40-52 %-ig formalin av i huvudsak metanol. Merparten av ämnet används i Hartsfabriken. Andra ämnen som används är bland annat natronlut. Formalinet lagras i 3 tankar om 1100 m<sup>3</sup> (52 %) samt två tankar om 200 m<sup>3</sup> (40 %). Ytterligare tre mindre tankar finns för justering och försäljning. Formalinet som inte ska förbrukas internt lastas på tankbil för vidare transport till kund.

Konsthartsfabriken: I Konsthartsfabriken tillverkas harts (klass 3) och bindemedel samt flytande härdare för industrin. De flesta av hartserna är tillverkade av formalin. I tillverkningsprocessen används också myrsyra (85 %) eller natriumhydroxid (45 %). Den färdiga hartsen pumpas till tankbil, tankvagn eller lagertank.

Tekniska fabriken: I Tekniska fabriken tillverkas flytande härdare och dispersionsbaserade limprodukter samt även till viss del mixning av rena pulverråvaror. Tappning sker direkt till tankbilar eller emballage.

Reningsverk: Reningsverket renar allt processvatten från all produktion och även delar från det sanitära systemet. Processen omfattar både kemisk- och biologisk rening. De kemikalier som används utgörs i huvudsak av hjälpkemikalier, bl a natriumhydroxid, syror och fosforsyra. PAC lagras i en tank på 10 m<sup>3</sup>, övriga kemikalier hanteras i mindre förpackningar.

Säkerhet

Företaget har vidtagit ett antal förebyggande åtgärder med syfte att förhindra uppkomst av olycka samt begränsa spridningen. Åtgärderna omfattar både rutiner och tekniska system. Nedan redovisas de förebyggande åtgärder som vidtagits för att förhindra att en allvarlig kemikalieolycka kan inträffa:

- Samtliga anställda utbildas i hälsa, säkerhet och miljö
- Beredskapssystem finns
- Datoriserade system för avhjälpande och förebyggande underhåll samt obligatoriska besiktningar och fortlöpande tillsyn
- Entreprenörer får genomgång av säkerhetsregler innan arbete påbörjas

- Räddningsplan
- System för tillbudsrapportering
- Anläggningen har tillträdesskydd
- Bevakningsföretag ronderar anläggningen
- Anläggningen är utförd i enlighet med gällande lagar och regler
- Processer som kan medföra någon risk är försedda med ett eller flera säkerhetssystem, bland annat
  - o Detektion
  - o Larm
  - o Nödstopp
  - o Nöd Kylning
  - o Säkerhetsventiler
  - o Nödkraft
  - o Invallning av tankar
- Sprinkler i vissa delar

Räddningstjänstens insattid är 4-5 minuter.

Verksamheten är klassad utifrån Sevesolagstiftningen, den högre nivån.

Transporter till och från anläggningen

Enligt ovan sker transporter med kemikalier till anläggningen via båt, väg och tidigare även järnväg. Inga leveranser av farligt gods sker sedan sommaren 2018 på järnvägen till Akzos anläggning. Det är dock osäkert hur användningen i framtiden kommer att se ut. Transporter på järnvägen kommer därför att beaktas tillsammans med de andra trafikslagen i den fortsatta analysen.

Framtid

Verksamheten vill använda fler olika typer av brandfarliga varor i framtiden samt större mängder av befintliga produkter. Dessa kommer då att placeras i cisterner i anslutning till övriga cisterner med brandfarliga varor (se figur 4.1). De vill även bygga en ny formalinfabrik. Tillstånd för detta kommer att lämnas in och omfattar en byggnad på 12x12 meter i anslutning till den befintliga formalinfabriken.

Verksamheten kan också tänka sig att hyra ut delar av verksamheten. Detta kan påverka vilka ämnen som hanteras inom, och som transporteras till, området.

Några andra planer på utbyggnader eller mer omfattande förändringar finns inte.

### 3.2.2 Fiskartorpets reningsverk

*Merparten av informationen i detta avsnitt är hämtat från kommunens hemsida och riskutredning för reningsverket /4,6/.*

Allmänt

Fiskartorpets avloppsreningsverk uppfördes på 1960-talet och drivs av Kristinehamns kommun. Reningsverket tar emot spillvatten från Kristinehamns tätort, Ölme och Björneborg. Nuvarande tillstånd medger rening av avloppsvatten och externslam från 18 000 personekvivalenter.

Avloppsvattnet renas i fyra steg: mekanisk, kemisk, biologisk samt filtrering. Uppkommet slam behandlas genom rötning i två rötkammare. Den bildade biogasen lagras i en gasklocka (150 nm<sup>3</sup>) och används för uppvärmning av anläggningens byggnader. Överskottet facklas bort.

I figur 2.2 redovisas lokaliseringen av Fiskartorpets avloppsreningsverk.

## Hantering av kemikalier

Vid avloppsreningsverket hanteras följande kemikalier:

- Huvudsakliga processkemikalier
- Järnsulfat: hanteras i pulverform, lossas i bulk till två lagringsilos som rymmer 40 ton. Förbrukningen är 140 ton per år.
- Sediflock (polymer): levereras i pulverform och blandas till lösning. Levereras i storsäck (750 kg). Total förbrukning är 2,2 ton per år.
- Skumdämpningsmedel
- Övriga kemikalier
- Diesel
- Färger
- Labbkemikalier
- Lösningsmedel
- Oljor
- Bekämpningsmedel

I pannrummet i huvudbyggnaden finns en cistern för eldningsolja som rymmer 7,5 m<sup>3</sup>.

Eldningsoljan levereras med tankbil. Förbrukningen är 20 m<sup>3</sup> per år.

I anläggningen hanteras även 2 flaskor svetsgas samt en flaska gasol.

## Framtid

Kristinehamns kommun har påbörjat en process som syftar till att få en bättre rening samt öka kapaciteten i reningsverket. Nytt tillstånd enligt 9 kap Miljöbalken behöver sökas /4/. För att klara en utökad kapacitet kommer vissa reningssteg behöva byggas ut.

## 4. Inledande analys

### 4.1 Metodik

Utifrån riskinventeringen görs en uppställning av möjliga olycksrisker som kan påverka människor inom det studerade området.

För identifierade olycksrisker görs en kvalitativ bedömning (inledande analys) av möjlig konsekvens av respektive händelse. En grov bedömning görs även av sannolikheten för att en olycka ska inträffa. Denna bedömning syftar i huvudsak till att avgöra om händelsen kan inträffa över huvudtaget, d.v.s. om riskkällan omfattar just de förutsättningar som krävs för att den identifierade olycksrisken ska finnas.

Utifrån de kvalitativa bedömningarna av sannolikhet och konsekvenser görs sedan en sammanvägd bedömning av huruvida identifierade olycksrisker kan påverka risknivån inom aktuellt planområde. För olycksrisker som anses kunna påverka risknivån inom planområdet genomförs en fördjupad (kvantitativ) riskanalys. Olycksrisker som med hänsyn till små konsekvenser och/eller låg sannolikhet ej anses påverka risknivån inom planområdet bedöms vara acceptabla och bedöms därför ej nödvändiga att studera vidare i en fördjupad analys.

### 4.2 Identifiering av olycksrisker

Utifrån riskinventeringen är bedömningen att det är händelser inom Akzo Nobels anläggning, olyckor vid transport till eller från anläggningen i anslutning till planområdet samt olycka vid reningsverket som skulle kunna medföra konsekvenser som kan påverka planområdet.

Följande olycksrisker bedöms kunna påverka det aktuella planområdet:

1. Olycka inom Akzo Nobels anläggning
2. Olycka vid transport av farligt gods till/från Akzo Nobel
3. Urspårning från industrijärnvägen
4. Olycka inom Fiskartorpets avloppsreningsverk
5. Olycka vid transport av farligt gods till avloppsreningsverket

### 4.3 Kvalitativ uppskattning av risk

#### 4.3.1 Olycka inom Akzo Nobels anläggning

I verksamhetens säkerhetsrapport /2/ har en grovanalys gjorts av möjliga olyckshändelser inom anläggningen.

Scenarierna har först analyserats utan hänsyn tagen till befintliga säkerhetssystem och barriärer. Då bedömdes 39 scenarier vara tolerabla och 13 oacceptabla. Med hänsyn tagen till befintliga säkerhetssystem och barriärer bedömdes 26 scenarier vara tolerabla och inga oacceptabla. Ytterligare åtgärder för de tolerabla scenarierna har diskuterats. I grovanalysen har ingen bedömning gjorts av risken för dammexplosion eftersom verksamheten själva inte har den kompetensen. En separat utredning av områden där risk för dammexplosiv atmosfär kan uppstå har genomförts som underlag till det interna säkerhetsarbetet. En särskild utredning har även gjorts avseende metanolförvaringen.

De största riskerna i anläggningen har enligt verksamhetens säkerhetsrapport bedömts vara brand/explosion, okontrollerade reaktioner och miljöförorening utsläpp.



Okontrollerad reaktion vid tillverkning och/eller kemikalieutflöde kan leda till dödsfall inom fabriksområdet eller skadade med varaktiga obehag. Dock bedöms inga personer omkomma utanför Akzo Nobels område.

Mängden brandfarliga och brännbara varor kan göra att en brand kan bli omfattande, intensiv och långvarig. Upphettnings av flytande eller fasta ämnen kan ge upphov till ohälsosamma sönderdelningsprodukter.

I säkerhetsrapporten anges följande händelser vid anläggningen kunna påverka omgivningen:

- Brand/explosion
- i produktionslokaler
- lagerutrymmen inomhus
- tanklager/tankgården för brandfarlig vara
- analyslab utomhus

Om läckage av metanol sker till följd av exempelvis överpumpning samlas vätskan upp och leds till en uppsamlingsbassäng. Tändkällor har eliminerats i anslutning till hanteringen för att undvika risken för antändning.

Övriga tankar för brandfarlig vara är invallade och anpassade utifrån risken för uppkomst av explosiv atmosfär i enlighet med gällande lagar och föreskrifter. Det innebär bland annat krav på utrustning samt att inga tändkällor ska finnas inom de zoner där explosiv atmosfär kan uppstå. Även här leds eventuella läckage till uppsamlingsbassängen.

De största riskerna enligt säkerhetsrapporten är:

- Brand/explosion
  - i tankgården för brandfarlig vara
  - i metanolager
  - i formalinfabriken

Av identifierade olyckor innebär merparten konsekvenser endast inom verksamhetens område. Några olyckor kan dock få så stora konsekvenser att omgivningen inom 300 meter påverkas. Inga livshotande skador bedöms enligt säkerhetsrapporten uppstå i omgivningen till följd av olycka vid verksamheten. I rapporten beaktas dock nuvarande exploatering i omgivningen.

I anläggningens säkerhetsrapport har en undersökning gjorts om omgivande verksamheter skulle kunna påverka risken för kemikalieolycka vid verksamheten. Ingen av verksamheterna bedöms i rapporten kunna medföra någon sådan påverkan.

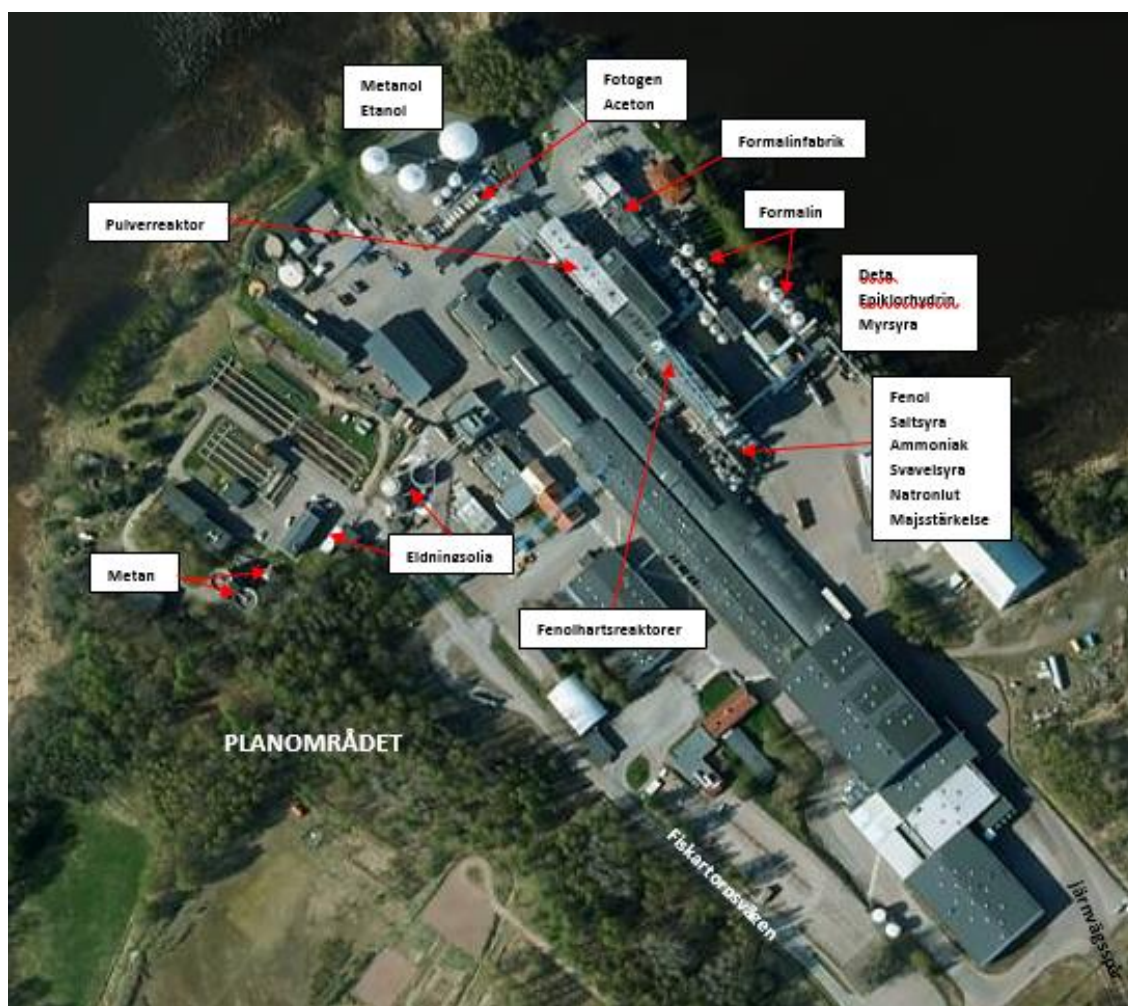
Verksamheten har även gjort en sammanställning av möjliga olyckor som kan komma att påverka omgivningen /5/. I tabell 4.1 redovisas slutsatserna från sammanställningen. Endast ämnen och hantering av bulk redovisas. Hantering av emballage eller fat redovisas inte och har av verksamheten inte heller bedömts påverka omgivningen vid en olycka.

I figur 4.1 redovisas platser för förvaring av de olika ämnena.

Tabell 4.1. Sammanställning av möjliga risker vid Akzo Nobels anläggning i Kristinehamn som verksamheten bedömer kan påverka omgivningen.

Ämne	Farotyp	Förvaring och transport	Bedömning av påverkan vid en olycka
<b>Formalin</b>	Brandfarlig. Klass 3 vid transport.	Tillverkas på området. Stödköp av ca 500 ton per år. Förvaras i 7 cisterner om totalt 1 875 m <sup>3</sup> i storlekar om 185-400 m <sup>3</sup> .	Troligen inga konsekvenser i form av skador/dödsfall utanför Akzos område.
<b>DETA (dietylentriamin)</b>	Frätande. Klass 8 vid transport.	Förvaras i två cisterner om 40 m <sup>3</sup> . Leverans av 350 ton per år.	Exponering av giftiga ångor vid läckage.
<b>Metanol</b>	Brandfarlig. klass 3 vid transport.	Förvaras i 4 cisterner på totalt 10 300 m <sup>3</sup> . Levereras med båt, totalt 22 000 ton per år.	Vid brand i tankarna är det möjligt att omgivningen påverkas.
<b>Fenol</b>	Giftig. klass 6 vid transport.	Förvaras i en tank om 100 m <sup>3</sup> . Leverans av 1 264 ton per år.	Troligen ingen påverkan utanför verksamhetens område.
<b>Epiklorhydrin</b>	Giftig och brandfarlig. Klass 6 vid transport.	Förvaras i två cisterner på 35 m <sup>3</sup> vardera. Leverans av 240 ton per år.	Bildar giftiga och frätande ångor vid brand. Exponering utanför området möjlig.
<b>Saltsyra</b>	Frätande. Klass 8 vid transport.	Förvaras i en cistern om 15 m <sup>3</sup> . Leverans av 80 ton per år.	Risk för påverkan utanför området. Spridning ej beräknad.
<b>Ammoniak (24,5 %)</b>	Frätande. Klass 8 vid transport.	Förvaras i en cistern om 40 m <sup>3</sup> . Leverans av 500 ton per år.	Troligtvis ingen påverkan utanför området.
<b>Svavelsyra (96 %)</b>	Frätande. Klass 8 vid transport.	Förvaras i en cistern på 20 m <sup>3</sup> . Leverans av 190 ton per år.	Ingen påverkan utanför området.
<b>Natronlut (50 %)</b>	Frätande. Klass 8 vid transport.	Förvaras i en cistern på 30 m <sup>3</sup> . Leverans av 900 ton.	Ingen påverkan utanför området.
<b>Fotogen</b>	Brandfarlig. Klass 3 vid transport.	Förvaras i cistern på 25 m <sup>3</sup> .	Ingen påverkan utanför området.
<b>Myrsyra</b>	Frätande. Klass 8 vid transport.	Förvaras i cistern på 40 m <sup>3</sup> . Leverans av 1 100 ton per år.	Ingen påverkan utanför området.
<b>Aceton</b>	Brandfarlig. Klass 3 vid transport.	Förvaras i cistern på 5 m <sup>3</sup> . Leverans av 5 ton per år.	Ingen påverkan utanför området.
<b>Majsstärkelse</b>	Dammexplosion	Förvaras i cistern på 100 m <sup>3</sup> .	Kan påverka omgivningen.
<b>Eldningsolja</b>	Brandfarlig. Klass 3 vid transport.	Förvaras i cistern på 300 m <sup>3</sup> .	Kan påverka omgivningen.

Metanol levereras med båt som lossar ca 300 meter öster om Akzo Nobel. Avståndet till planområdet är ca 700 meter. Avståndet bedöms vara tillräckligt stort för att inte lossning av metanol ska utgöra en risk.



Figur 4.1. Översikt över riskkällor vid Akzo Nobel och Fiskartorpets reningsverk.

## Riskbedömning

Verksamheten har bedömt vilka av ovan redovisade riskkällor som kan medföra påverkan mot omgivningen utanför Akzo Nobels område. Dessa redovisas i tabell 4.2. Någon utredning av strålning, spridning eller i övrigt i vilken omfattning omgivningen kan påverkas har inte gjorts. För respektive verksamhetsdel görs därför en kvalitativ bedömning av uppskattningen av påverkan på det aktuella planområdet. Bedömningen utgår från erfarenheten från andra liknande projekt med hantering av motsvarande ämnen i motsvarande mängder. Någon bedömning av sannolikheten för att händelse ska inträffa har inte gjorts.

Tabell 4.2. Kvalitativ bedömning av identifierade riskers påverkan mot omgivningen.

Riskkälla	Risk	Minsta avstånd till planområde (m)	Riskbedömning
<b>Deta</b>	Spridning av giftig gas.	250	Ligger på andra sidan av verksamheten från planområdet sett.  Spridning av giftig gas kan ske över stora områden men utspädning sker vid passage av byggnader och växtlighet samt med avståndet. Spridningsavstånd beror av väder och vind samt mängd som läcker ut.  Troligtvis liten påverkan inom planområdet. Persontäta verksamheter utomhus bör undvikas närmast Akzo Nobel och byggnader bör anpassas för att försvåra inläckage av giftig gas.
<b>Metanol</b>	Värmestrålning och giftiga brandgaser.	200	Avståndet bedöms vara tillräckligt stort för att förhindra skador till följd av värmestrålning. Persontäta områden utomhus bör undvikas närmast Akzo Nobel och byggnader bör anpassas för att försvåra inläckage av brandgas.
<b>Epiklorhydrin</b>	Spridning av giftig gas.	250	Samma placering och bedömning som för Deta.
<b>Saltsyra</b>	Spridning av frätande ämnen.	175	Förvaring sker på andra sidan byggnader från planområdet sett. Påverkan mot planområdet bedöms vara mycket begränsad med hänsyn till avståndet. Inga åtgärder bedöms vara nödvändiga för att hantera risken.
<b>Ammoniaklösning</b>	Spridning av giftig gas.	175	Placering på andra sidan byggnader från planområdet sett.  Samma bedömning som Deta.
<b>Majsstärkelse</b>	Dammexplosion.	175	Placering av silo och tillhörande delat är på andra sidan byggnader från planområdet sett.  Troligtvis begränsad påverkan mot planområdet men åtgärder avseende utrymning, inga stora glasade ytor direkt mot Akzo Nobel och liknande kan vara lämpliga att vidta av försiktighetsskäl.
<b>Eldningsolja</b>	Värmestrålning och giftiga brandgaser.	35	Påverkan kan ske både avseende värmestrålning och brandgaser på detta avstånd.  Åtgärder bör vidtas, dels genom att hålla ett tillräckligt avstånd, men också med lokalisering av olika verksamheter m.m.

Riskkälla	Risk	Minsta avstånd till planområde (m)	Riskbedömning
<b>Fenolhartsreaktorer 653 och 658 (inomhus)</b>	Spridning av hälsofarliga aerosoler.	180	Troligtvis begränsad påverkan mot planområdet på grund av placeringen inomhus.  Visst skyddsavstånd bör tillämpas för säkerhets skull.
<b>Pulverreaktor 85 (inomhus)</b>	Dammexplosion.	185	Se bedömningen av majsstärkelse.
<b>Transport av farligt gods</b>	Se avsnitt 4.3.2		

I avsnitt 5 redovisas förslag till hur identifierade risker kan hanteras.

#### 4.3.2 Olycka vid transport av farligt gods till/från Akzo Nobel

Transporter till och från Akzo Nobel går på Fiskartorpsvägen och det lokala industrispåret (se figur 4.1). Leveranser sker även med båt. Lossning av metanol sker dock ca 700 meter från planområdet och själva tankfartyget eller båttransporten utgör ingen risk mot planområdet och kommer inte att studeras vidare.

Fiskartorpsvägen består av en fil i vardera riktningen. Endast trafik till och från Akzo Nobel och Fiskartorpets avloppsreningsverk förekommer på vägen. Avståndet mellan Fiskartorpsvägen och planområdet är några enstaka meter.

Järnvägsspåret in till Akzo Nobel består av ett spår som ansluter till stambanan vid Kristinehamns station. Avståndet till spåret från planområdet är ca 120 meter. Sedan sommaren 2018 sker inga transporter av farligt gods på järnvägsspåret. Det kan dock inte uteslutas att det i framtiden kan förekomma sådana transporter på spåret.

Som tidigare nämnts delas farligt gods in i nio olika klasser utifrån ADR-S/RID-S.

I tabellen nedan görs en övergripande beskrivning av vilka ämnen som tillhör respektive klass och vilka konsekvenser en olycka med respektive ämne kan leda till. Endast ämnen som hanteras vid Akzo Nobel redovisas.

Tabell 4.3. Konsekvensbeskrivning för olycka med respektive ADR/RID-klass.

Klass	Konsekvensbeskrivning
3. Brandfarliga vätskor	Brand, strålningseffekt, giftig rök. Konsekvensområden vanligtvis inte över 40 m.
6. Giftiga ämnen	Giftigt utsläpp. Konsekvenserna vanligtvis begränsade till närområdet. Om giftiga gaser bildas kan de spridas hundratalet meter.
8. Frätande ämnen	Utsläpp av frätande ämne. Konsekvenser begränsade till närområdet.

Möjliga skadeområden skiljer sig stort mellan om transport sker i mindre förpackningar eller i bulk (t.ex. tankbil). Avstånden som redovisas ovan utgår från bulktransporter.

Utifrån beskrivningen ovan bedöms det vara ämnen ur följande klasser som kan vara relevanta att beakta vid bedömning av risknivån för det aktuella planområdet:

- Klass 3. Brandfarliga vätskor

## - Klass 6. Giftiga ämnen

Konsekvenserna av olycka med klass 8 är begränsade till det absoluta närområdet och bedöms därför inte påverka risknivån inom planområdet.

Nedan redovisas separata bedömningar av de farligt godsklasser som redovisas ovan med avseende på hur de bedöms påverka risknivån inom planområdet.

Riskbedömning

### **Klass 3. Brandfarliga vätskor**

Ett läckage av brandfarliga vätskor (t.ex. aceton och eldningsolja) kan orsakas av trasiga ventiler eller skada på tanken till följd av exempelvis kollision. Vätskan som läcker ut kan samlas till en pöl på vägen samt rinna ner i diken eller ut på omgivande markområden. Om vätskan förångas och det finns en tändkälla närvarande (t.ex. en het motor) kan pölen antändas och orsaka hög värmestrålning mot omgivningen. Olika vätskor förångas vid olika temperaturer. För att eldningsolja ska förångas krävs att vätskan först värms upp medan aceton förångas vid låga temperaturer.

Hög värmestrålning kan vid brand uppkomma inom ca 30-40 meter från den uppkomna pölen. Inom det avståndet kan människor utomhus skadas och byggnader antändas.

Händelseförloppet ser likartat ut oavsett om olyckan sker på väg eller järnväg.

Påverkan mot omgivningen blir begränsad i och med det korta skadeområdet.

### **Klass 6. Giftiga ämnen**

Giftiga ämnen kan läcka ut genom exempelvis trasiga ventiler eller om tanken går sönder. Giftiga ämnen är i första hand skadliga genom att de träffar direkt träffar en person. Vissa ämnen kan dock förångas i kontakt med värme eller andra ämnen och på så sätt spridas över stora områden. Beroende på lokala förhållanden och storlek på läckaget kan den giftiga ångan spridas hundratalet meter.

Händelseförloppet ser likartat ut oavsett om det sker på väg eller järnväg.

Påverkan mot omgivningen kan bli omfattande.

#### 4.3.3 Urspårning från industrijärnvägen

Ett tåg kan spåra ur till följd av kollision, fel på växlar eller räls, hinder på banan etc. Ett tåg spårar sällan ur mer än en vagnslängd (ca 25 meter). Urspårningsavståndet beror bland annat på hastigheten vid urspårningstillfället och höjdskillnader i omgivningen.

Avståndet mellan industrispåret och planområdet är över 100 meter. En urspårning från industrijärnvägen kommer därför inte i sig påverka planområdet.

#### 4.3.4 Olycka inom Fiskartorpets avloppsreningsverk

Vid avloppsreningsverket hanteras kemikalier i reningsprocessen. Störst förbrukning är av järnsulfat, polymer och eldningsolja. Övriga kemikalier hanteras i begränsade mängder.

Hantering av eldningsolja sker inomhus och bedöms utgöra en liten risk mot planområdet.

Störst risk med verksamheten bedöms hanteringen av rötgas (metan) vara. Gasen rötas i rötchammare och förvaras sedan i en gasklocka. Den rötgas som bildas består till stor del av metan som är en mycket brännbar gas. Hanteringen av rötgas regleras genom olika lagar och föreskrifter för att minimera riskerna med hanteringen. Eftersom gasen används som värmekälla på platsen sker inga transporter av rötgas till eller från området.

Avståndet mellan planområdet och rötammare respektive gasklocka är ca 5-15 meter.

Verksamheten har själva gjort en riskanalys avseende möjliga risker vid anläggningen /6/. Dessa redovisas tillsammans med verksamhetens bedömning i tabell 4.4.

Tabell 4.4. Verksamhetens analys av möjliga risker vid Fiskartorpets avloppsreningsverk.

Risk	Exempel på möjliga orsaker	Sannolikhet	Konsekvens	Verksamhetens föreslag på åtgärder
<b>Brand i gas i processbyggnad</b>	Brand i samband med underhåll. Åsknedslag. Gasläckage.	Låg	Låg förutom för brand i samband med underhåll som bedömts kunna orsaka personskador (dock ej dödsfall).	Utbildning av personal
<b>Brand vid gasklocka</b>	Gasläckage. Brandpåverkan av gasklocka.	Låg	Låg	Befintliga rutiner anses tillräckliga
<b>Brand i kontorsbyggnad</b>	Brand i pannrum. Brand i gästvätt. Brand i kontorslokal.	Låg	Låg	Skyltning av brandcell i pannrum. Skyltning av gästvätt kontrolleras.
<b>Gasfackla</b>	Facklan tändes ej.	Hög	Låg	Se över FU för byte av tändtråd så att denna byts innan tråden slutar fungera.
	Facklan tändes ej och oförbränd gas antänds.	Låg	Hög Kan leda till personskada, dock ej dödsfall.	Se över rutiner samt uppdatera personalens kunskaper och rutiner och risker.

För hanteringen av rötgas gäller *Anvisningar för biogasanläggningar /7/* som bland annat innehåller regler för utförande samt erforderliga skyddsavstånd. Skyddsavstånden gäller dock enbart inom anläggningen. Inom anläggningen är det största angivna skyddsavståndet 18 meter. Utöver *Anvisningar för biogasanläggningar* gäller även bland annat Sprängämnesinspektionens (numera Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) föreskrift (2000:4) om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas /8/. I denna redovisas skyddsavstånd mellan olika gasförande delar och omgivande verksamheter. I tabell 4.5 redovisas relevanta delar av dessa skyddsavstånd.

Tabell 4.5. Avstånd enligt SÄIFS 2000:4 /8/ (delar av tabell 5.1).

	Byggnad i allmänhet, antändbart material eller brandfarlig verksamhet		Material med stor brandbelastning		Utgång från svårutrymda lokaler	Pump, förångare	Fordon
	Utom anläggningen	Inom anläggningen	Utom anläggningen	Inom anläggningen			
<b>Cistern 10-100 m<sup>3</sup></b>	25*	12*	50*	25*	100*	3*	8*
<b>Pump, förångare</b>	-	3**	-	12**	-	3**	-
<b>Torr gasklocka</b>	50*	50**	100*	100**	100*	-	-

\* Med EI60-avskiljning eller högre minskas avståndet till hälften

\*\* Med EI 60-avskiljning eller högre behövs inget minsta avstånd.

Rekommendation om skyddsavstånd finns även i Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps rapport *Biogasanläggningar /9/*. Där anges ett minsta skyddsavstånd på 25 meter mellan byggnad och gasklocka med upp till 2 000 m<sup>3</sup> metangas.

#### Riskbedömning

Bedömning av möjliga risker kopplade till Fiskartorpets avloppsreningsanläggning är att det huvudsakligen är hanteringen av rötgas vid anläggningen som kan utgöra en risk mot planområdet. Denna hantering ligger dessutom mycket nära planområdets gräns.

Risken bör hanteras med hjälp av skyddsavstånd (se ovan) och eventuellt även byggnadstekniska åtgärder.

#### 4.3.5 Olycka vid transport av farligt gods till avloppsreningsverket

Transporter med farligt gods till reningsverket består av styckegods samt bulktransporter med eldningsolja. Om styckegods läcker ut rör det sig om små mängder. Påverkan mot planområdet blir då mycket begränsad och bedöms inte föranleda behov av skyddsavstånd eller andra åtgärder.

Transporter med eldningsolja kan medföra större skadeområden även om eldningsolja kräver uppvärmning för att bilda brännbara ångor.

För riskbedömning se avsnitt 4.3.2 avseende klass 3.

## 4.4 Slutsats

Genomförd riskbedömning utgör en kvalitativ uppskattning av möjliga risker som kan komma att påverka människor och byggnader inom det aktuella planområdet. Uppskattningen utgår till stor del från verksamheternas egna riskbedömningar.

Den övergripande bedömningen är att det finns behov av skyddsavstånd och åtgärder inom planområdet med hänsyn till möjliga risker vid Fiskartorpets avloppsreningsverk och Akzo Nobels anläggning. Beräkningar av värmestrålning, spridning av gaser samt explosion saknas.

För de scenarier med bedömt störst påverkan mot omgivningen görs i avsnitt 5 en fördjupad analys för att utreda behovet av åtgärder. Den hantering som beaktas i den fördjupade analysen är:

- Cisterner med metanol



- Cisterner med epiklorhydrin
- Cisterner med DETA (dietyltriämin)
- Cisterner med ammoniaklösning (24,5 %)

Övriga kemikalier som hanteras inom Akzo Nobels verksamhet innebär begränsade skadeområden och bedöms inte nödvändiga att studera vidare. Exempelvis så innebär läckage av svavelsyra och saltsyra skadeområden på upp till 50-100 meter, vilket inte innebär påverkan mot planområdet enligt nuvarande placering av dessa ämnen.

Behov av åtgärder kan även föreligga för nedanstående hantering. Någon fördjupad analys av dessa har dock inte gjorts.

- Förvaring av majsstärkelse
- Cistern för eldningsolja
- Fenolhartsreaktor
- Pulverreaktor
- Fiskartorsvägen – transporter av farligt gods
- Industrijärnvägen – transporter med giftiga ämnen
- Gasklocka

Kommunen har en skyldighet att inte begränsa en Sevesoverksamhets möjligheter till framtida utveckling. Akzo Nobel anger själva att de inte se några omfattande framtida förändringar inom en överskådlig framtid. Bedömningen blir därför att eventuella krav på skyddsavstånd och åtgärder kan utgå från den nuvarande placeringen av cisterner, produktion m.m. och inte utgå från verksamhetsgränsen.

Någon beräkning av risknivån görs inte, dels på grund av att det inte finns något exploateringsförslag inom det aktuella planområdet, dels för att det är svårt att beräkna sannolikheten för samtliga olyckor.

## 5. Fördjupad analys

### 5.1 Allmänt

I detta avsnitt görs en fördjupad analys av den hantering av kemikalier som i den inledande analysen bedömdes kunna medföra påverkan mot planområdet.

Spridningsberäkningar har genomförts och för respektive scenario har en bedömning gjorts inom vilka skadeområden som personer antas omkomma, eller skadas allvarligt, inomhus respektive utomhus. Eftersom egenskaperna hos de olika ämnena skiljer sig mycket från varandra har olika metoder använts för att beräkna skadeområdena för respektive olycksrisk.

Spridningsberäkningar för skadescenarier med utsläpp av giftiga ämnen och brandfarliga vätskor som förångas har utförts med simuleringsprogrammen Spridning Luft 2.0.0 /10/ respektive ALOHA v. 5.4.3 /11/. Värmestrålningsberäkningar har genomförts med handberäkningar.

Spridningsberäkningarna redovisas i sin helhet i bilaga A.

### 5.2 Resultat av beräkningar

#### 5.2.1 Studerade scenarier

Spridningsberäkningar är genomförda för nedanstående scenarier:

- Utsläpp av metanol
  - Värmestrålning
  - Förångning och spridning av gasmoln
- Utsläpp av epiklorhydrin
- Utsläpp av DETA
- Utsläpp av ammoniaklösning (24,5 %)

#### 5.2.2 Resultat av beräkningar

I bilaga A redovisas förutsättningar och indata till beräkningar samt metod och utförande av beräkningarna. Beräknade spridningsområden jämförs med riktvärden för akut exponering av kemiska ämnen, bland annat Acute Exposure Guideline Levels (AEGL). Vid bedömning av skadeområden har ett konservativt val av gränsvärde gjorts. Exempelvis har nivån AEGL-2 använts trots att AEGL-2 inte innebär så skadliga nivåer att en frisk person förväntas omkomma, vilket normalt är kriteriet för den här typen av risk. Med hänsyn till att den planerade verksamheten kommer att omfatta en stor andel barn som är känsligare än en normal "frisk person" bedöms dock AEGL-2 vara ett lämpligt riktvärde att utgå ifrån eftersom de koncentrationsnivåerna kan medföra att känsliga personer omkommer.

Observeras bör dock att exempelvis ammoniak har en mycket kraftig stickande lukt och att förnibarhetsgränsen är ca 4 ppm /12/ medan AEGL-2 nås först vid 220 ppm (se bilaga A).

I tabell 5.1 redovisas inom vilket avstånd dödliga koncentrationer kan uppstå för respektive scenario.

Tabell 5.1. Beräknade skadeområden för respektive scenario.

Ämne	Skadescenario	Skadeavstånd
Metanol	1. Stort utsläpp från metanolcistern till uppsamlingsbassäng – antändning (pölbrand)	Max 80 m från metanolcisterner
Metanol	2. Stort utsläpp från metanolcistern till uppsamlingsbassäng – ej direkt antändning (förångning)	Max 65 m från metanolcisterner
Metanol	3. Utsläpp av metanolånga från cistern via avluftning vid lossning	<< 65 m från metanolcisterner
Epiklorhydrin	4. Utsläpp från cistern.	< 10 m från cisternpark
DETA	5. Utsläpp från cistern	< 25 m från cisternpark
Ammoniak-lösning	6. Utsläpp från cistern.	< 300 m från cisternpark

## 6. Förslag på säkerhetshöjande åtgärder

### 6.1 Allmänt

Enligt genomförd riskbedömning finns ett antal riskkällor inom Fiskartorpets avloppsreningsverk och Akzo Nobels anläggning som kan påverka människor och verksamheter inom det aktuella planområdet.

I detta avsnitt redovisas ett förslag på hur hänsyn kan tas till dessa risker vid planering av verksamheter inom planområdet. Förslaget omfattar både skyddsavstånd och byggnadstekniska åtgärder.

Spridningsberäkningar har genomförts för de scenarier med bedömt störst skadeområden (se avsnitt 5). Behov av skyddsavstånd och byggnadstekniska åtgärder föreligger dock även till flera riskkällor.

### 6.2 Resonemang kring åtgärder och riskhänsyn

#### 6.2.1 Placering av verksamheter och utformning av obebyggda ytor

Vid lokalisering i ett utsatt område bör man alltid sträva efter att lokalisera bebyggelsen på ett tillräckligt stort avstånd från eventuella riskkällor. Vad som är tillräckligt stort är inte självklart och varierar för olika typer av riskkällor. Det är också viktigt att tänka på vad verksamheten innebär i form av antal personer, om det kan finnas människor med svårighet till utrymning etc.

Inom planområdet finns en önskan om att uppföra någon form av upplevelsepark för familjer. En förutsättning för åtgärder blir då att verksamheten rör ett stort antal personer, särskilt vid vissa tidpunkter, samt att det rör sig om vad som normalt anges vara en svårutrymd verksamhet. Barn har svårt att uppfatta fara och förstå hur de ska bete sig i samband med en utrymning.

En grundtanke är att försöka placera de delar av verksamheten där en hög persontäthet kan förutsättas längre från identifierade riskkällor än t.ex. lager, förråd, personalutrymmen etc. där en längre persontäthet är att vänta. Även ytor för parkering kan vara lämpliga att placera närmare riskkällan även om det under vissa tider kan vara mycket folk på en parkering så är det en yta som är lätt att överblicka och lätt att ta sig ifrån. Närmast de olika riskkällorna bör ett område utan verksamhet planeras. Detta område utförs lämpligen som naturmark gärna med träd och buskage som kan ge ett visst skydd mot spridning av gaser. Området bör inte locka till vistelse. Det innebär att inga lekplatser, parkbänkar o.dyl. bör placeras inom detta område.

Byggnader kan utgöra skydd mot påverkan mot en olycka så i vissa fall kan det vara lämpligt att placera byggnader mellan riskkällan och persontäta områden utomhus.

Om infart till området placeras från Fiskartorpsvägen kommer persontrafik blandas med de transporter av farligt gods som går till Akzo Nobel och avloppsreningsverket. Det innebär att sannolikheten för olycka ökar. Denna blandning bör minimeras, antingen genom att placera infarten närmare Presterudsvägen eller inte från Fiskartorpsvägen alls. Om en infart görs från Fiskartorpsvägen bör den inte ligga direkt invid verksamheterna och det bör även finnas en annan möjlighet att köra ut från området så att personer vid en olyckshändelse kan ta sig från området utan att först ta sig närmare olyckan.

## 6.2.2 Utformning av byggnader

### Utrymning

Utrymningsstrategin för ny bebyggelse i anslutning till identifierade riskkällor behöver utformas med beaktande av möjliga olyckor. Detta innebär att utrymningsvägar ska dimensioneras och utformas så att utrymning kan ske tillfredställande även vid en olycka. Det innebär att det i byggnader närmast riskkällorna ska finnas en möjlighet att ta sig ut mot en trygg (skyddad sida). Med hänsyn till att det är publika verksamheter som planeras så rekommenderas att huvudentréer inte planeras mot identifierade riskkällor. Detta eftersom personer har en benägenhet att ta sig ut den väg de kom in i byggnaden.

### Byggnadstekniska åtgärder

Vissa delar av Akzo Nobels verksamhet innebär risk för **explosion** som innebär risk för omfattande skador på stora avstånd. Samtliga riskkällor där explosion kan uppstå ligger på andra sidan byggnader eller inuti byggnader och på relativt stora avstånd (> 150 m), vilket ger ett relativt bra skydd. Åtgärder i byggnaders konstruktioner bedöms därför ej nödvändiga. Fönster kan dock krossas på stora avstånd så glasytor nära riskkällorna kan behöva förses med glas som inte bildar vasst splinter vid tryckpåverkan. Det kan exempelvis röra sig om härdat glas eller laminerat glas. Närmast riskkällorna bör stora glasytor till publika områden undvikas. För att reducera sannolikheten för att **brandgaser och giftiga gaser** tar sig in i byggnader kan ventilationssystemet utformas så att:

- friskluftsintag för lokaler där personer vistas stadigvarande placeras mot en trygg sida, det vill säga bort från riskkällan.
- det på ett enkelt sätt kan stängas, av t.ex. fastighetsskötare eller brandförsvaret, genom exempelvis central nödavsättning.

Det är också viktigt att skydda områden utomhus för påverkan från giftig gas.

Som skydd mot möjlig **brandpåverkan** kan fasader på byggnader som vetter mot identifierade riskkällor utföras i material som förhindrar brandspridning in i byggnaden under den tid det tar att utrymma (uppskattningsvis minst 30 minuter). Exempelvis kan väggar utföras i obrännbart material eller med konstruktioner som uppfyller brandteknisk avskiljning avseende täthet och isolering. Krav på att förhindra brandspridning gäller i sådant fall även fönster. Exempelvis kan fönster utföras så att de är intakta och sitter kvar under hela brandförloppet genom att använda brandklassade, härdade eller laminerade glas.

## 6.3 Förslag till säkerhetshöjande åtgärder


I tabell 6.1 redovisas förslag på skyddsavstånd och behov av byggnadstekniska åtgärder inom planområdet. Eftersom inga spridningsberäkningar är gjorda är de avstånd som anges uppskattade och ska ses som mycket preliminära. Spridningsberäkningar kan medföra ett ökat eller minskat behov av skyddsavstånd och bör eventuellt genomföras någon gång under planprocessen för att verifiera den tänkta lösningen.

Enligt *Samhällsplanering och riskhantering i anslutning till storskalig kemikaliehantering /13/* anges att ett minsta avstånd på 100 meter bör gälla från verksamhetsgräns till industri med storskalig kemikaliehantering.

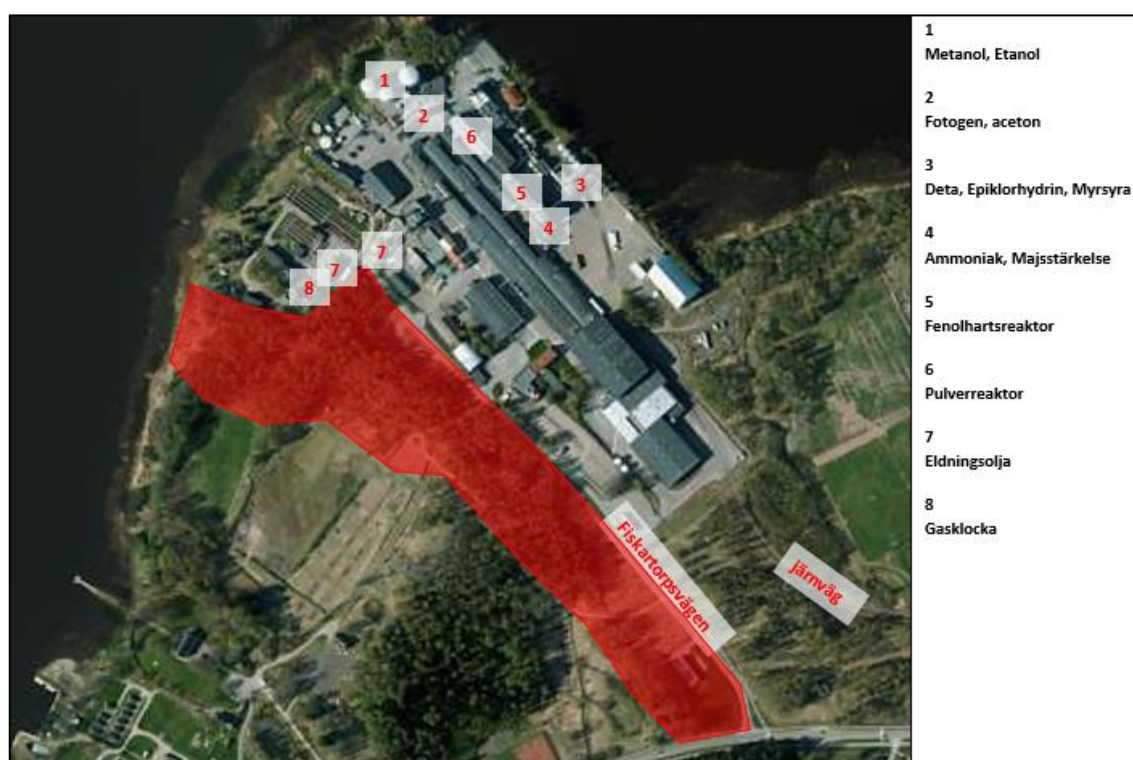
Ungefärlig placering av de olika riskkällorna redovisas i figur 4.1.

Tabell 6.1. Förslag på skyddsavstånd och byggnadstekniska åtgärder. Avstånden mäts i tabellen från riskkällan, vilket eventuellt kan innebära att avsteg görs från /13/. Avstånd för åtgärder avser oskyddade områden, om andra byggnader inom planområdet ligger mellan riskkällan och aktuell verksamhet (t.ex. områden utomhus) kan kravet på skyddsavstånd och åtgärder eventuellt minskas.

Riskkälla (ungefärligt avstånd till planområde)	Bebyggelsefritt (m)	Parkering (m)	Icke persontät byggnad (m)	Persontät verksamhet inomhus (m)	Persontät verksamhet utomhus (m)
<b>Cisterner med Deta</b> (250 m)	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt
<b>Metanolicisterner</b> (200 m)	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt
<b>Cisterner med epiklorhydrin</b> (250 m)	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt
<b>Eventuella cisterner med ammoniak</b> (175)	250	300	250 Åtgärder inom 300 meter avseende ventilation, utrymning och huvudentréer.	300	300
<b>Förvaring av majsstärkelse</b> (175 m)	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt
<b>Cistern för eldningsolja</b> (35 m)	50	50	50	100	100
<b>Fenolhartsreaktor</b> (180 m)	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt
<b>Pulverreaktor</b> (185 m)	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt	Befintligt skyddsavstånd är tillräckligt

Riskkälla (ungefärligt avstånd till planområde)	Bebyggelsefritt (m)	Parkering (m)	Icke persontät byggnad (m)	Persontät verksamhet inomhus (m)	Persontät verksamhet utomhus (m)
Fiskartorpsvägen – transporter av farligt gods <sup>1</sup> (0 m)	50	100	50	100 Åtgärder inom 150 meter avseende ventilation, utrymning och huvudentréer.	150 
Industrijärnvägen – transporter med giftiga ämnen (120 m)	-	-	-	100 Åtgärder inom 150 meter avseende ventilation, utrymning och huvudentréer.	150
Gasklocka	50	50	100	100	150

I figur 6.1 redovisas ungefärligt område som utifrån tabellen ovan påverkas av någon form av åtgärd/restriktion.



Figur 6.1. Område som påverkas av föreslagna åtgärder och där hänsyn måste tas till identifierade risker. Observera att avståndet är ungefärligt uppmätt utifrån tabell 6.1 och placering av de olika riskkällorna enligt figur 4.1.

<sup>1</sup> Mur, plank eller vall minskar inte risken för spridning av t.ex. ammoniak utan kan eventuellt medföra en ökad koncentration på andra sidan barriären. Åtgärder som skulle kunna vara effektiva är att bygga en ny väg från södra delen av Fiskartorpsvägen till ammoniakcisternerna så att ammoniaktransporterna passerar utmed en mycket liten del av planområdet. En annan lösning är att försöka styra transportererna till tider när anläggningen inte är öppen.

## 7. Bilagor

BILAGA A – Spridningsberäkningar

## 8. Referenser

---

- /1/ Farligt gods – riskhantering i fysisk planering, vägledning för planläggning intill transportleder för farligt gods, Länsstyrelsen Dalarnas län, juni 2012
- /2/ Säkerhetsrapport Casco Adhesives AB i Kristinehamn, oktober 2015
- /3/ Riskbedömning Akzo Nobel Adhesives Kristinehamn, erhållet från Akzo Nobel 2018-12-10
- /4/ Samråd Fiskartorpet, [www.kristinehamn.se](http://www.kristinehamn.se), besökt: 2019-01-02
- /5/ Sitekarta som visar hanteringen samt kvalitativ bedömning av konsekvenserna av händelser som kan påverka omgivningen, information erhållen från akzo Nobel Adhesives 2018-12-10
- /6/ Riskbedömning Fiskartorpets reningsverk, Kristinehamns kommun, 2014-11-25
- /7/ Anvisningar för biogasanläggningar, BGA 2017, Energigas Sverige
- /8/ Sprängämnesinspektionens föreskrift (2000:4) om cisterner, gasklockor, bergtrum och rörledningar för brandfarlig gas, 2000-11-01
- /9/ Biogasanläggningar – vägledning vid tillståndsprovning, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, december 2013
- /10/ Spridning i luft 2.0.0, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, RIB databas, hämtat från: <https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Kemsearch.aspx>, 2019-04-26.
- /11/ ALOHA 5.4.3, Developed by Office of Emergency Management, EPA & Emergency Response Division, NOAA
- /12/ Kemiska olyckor och katastrofer, Socialstyrelsen, SoS-rapport 1998:3, augusti 1998
- /13/ Samhällsplanering och riskhantering i anslutning till storskalig kemikaliehantering, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, november 2017



## Bilaga A – Beräkningar av konsekvenser

<b>Uppdragsnamn</b> Skymningen, Kristinehamn	<b>Uppdragsnummer</b> 111509	<b>Datum</b> 2019-06-26
<b>Uppdragsgivare</b> Kristinehamns kommun	<b>Egenkontroll</b> EMM	<b>Internkontroll</b> PWT
<b>Handläggare</b> Erik Hall Midholm	2019-06-26	2019-06-26

## 1. Inledning

I denna bilaga beräknas konsekvenser av de olycksrisker som bedöms kunna påverka risknivån inom det aktuella planområdet och på så sätt begränsa hur området kan utvecklas.

Den övergripande bedömningen är att det finns behov av skyddsavstånd och åtgärder inom planområdet med hänsyn till möjliga risker vid Fiskartorpets avloppsreningsverk och Akzo Nobels anläggning. Hänsyn bedöms enligt genomförd riskbedömning tas till följande riskkällor inom studerade verksamheter:

1. Cisterner med metanol
2. Cisterner med epiklorhydrin
3. Cisterner med DETA (dietyltriämin)
4. Cisterner med ammoniaklösning (24,5 %)

## 2. Indata

### 2.1 Brandfarliga vätskor

#### 2.1.1 Metanol

Metanol förvaras i 4 cisterner på totalt 10 300 m<sup>3</sup>.

Metanolen levereras med båt till lossningsplats som är placerad i sjön ca 300 meter öster om Akzo Nobel. Avståndet till planområdet är ca 700 meter.

Varje leverans omfattar ca 4 250 m<sup>3</sup> metanol (3 450 000 kg). Flödet vid lossning är 300 m<sup>3</sup>/h.

I tabell A.1 redovisas fysikaliska data för metanol.

Tabell A.1. Fysikaliska data för metanol /1/.

Faktor	Värde
<b>Kokpunkt</b>	65°C
<b>Smältpunkt</b>	- 98°C
<b>Flampunkt</b>	11°C vid 100% metanol
<b>Termisk tändpunkt</b>	455°C
<b>Brännbarhetsområde</b>	Nedre 6 vol-% Övre 36,5 vol-%

/1/ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, RIB databas, hämtat från:  
<https://rib.msb.se/Portal/Template/Pages/Kemi/Kemsearch.aspx>, 2019-04-26.

Densitet	810 kg/m <sup>3</sup> (vid 0°C)
Ångans densitetstal (RDT)	1,1 (luft = 1)
Ångtryck	6-7 kPa vid 7°C

Metanol är helt löslig i vatten. Flampunkten ökar med sänkt metanolkoncentration. För metanol-/vattenblandningar med mindre än 40 % vikt% metanol så är flampunkten över 25°C /2/.

Cisternparken för metanol är inte utrustad med någon invallning. Enligt uppgifter från Akzo Nobel så pågår en förundersökning kring att valla in cisternerna. Det finns idag en uppsamlingsfunktion som leder ett eventuellt utsläpp till en uppsamlingsbassäng i anslutning till cisternparken. Delar av ett läckage förväntas dessutom kunna rinna ut i sjön.

Metanolånga kan också vara giftigt vid höga koncentrationer. Exempel på gränsvärden för metanol redovisas i tabell A.2.

Tabell A.2. Gränsvärden för metanol /1/.

Koncentration (ppm)	Effekt
250 (KGV)	Korttidsgränsvärde enligt Arbetsmiljöverket (AFS 2015:7). Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter. Inga skadliga effekter för normalperson.
670 (AEGL*-1, 30 min)	Besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom kan upplevas. Effekterna är övergående och påverkar inte personens förmåga att agera.
4 000 (AEGL*-2, 30 min)	Irreversibla effekter eller andra allvarliga och långsiktiga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen vid 30 minuters exponering.
6 000 (IDLH)	Exponering som sannolikt leder till dödsfall, eller omedelbara eller fördröjda permanenta negativa hälsoeffekter, eller förhindrar möjligheten att sätta sig själv i säkerhet.
14 000 (AEGL-3, 30 min)	Livshotande hälsoeffekter eller död vid 30 minuters exponering.

\* AEGL = Acute Exposure Guideline Levels for Airborne Chemicals.

## 2.2 Giftiga och frätande ämnen

I huvuddokumentet redovisas en sammanställning av vilka kemikalier som hanteras inom anläggningen, inkl. mängder och förvaringsätt. Flera av kemikalierna förvaras i cisterner inom samma yta. Med hänsyn till hanteringsmängder och därmed potentiella utsläppsscenarioer, samt aktuella gränsvärden så kommer konsekvensberäkningarna att avgränsas till att studera utsläpp av följande ämnen:

- Epiklorhydrin
- DETA (dietyltriämin)
- Ammoniäklösning (24,5 %)

/2/ Antändning av polära vätskor uppblandade med vatten, Markus Nilsson Rapport 5167, Lunds tekniska högskola 2005

### 2.2.1 Epiklorhydrin

Epiklorhydrin är en giftig och brandfarlig vätska som förvaras i två cisterner på 35 m<sup>3</sup> vardera.

Vid utsläpp bildas giftiga och frätande ångor.

I tabell A.3 redovisas fysikaliska data för epiklorhydrin.

Tabell A.3. Fysikaliska data för epiklorhydrin /1/.

Faktor	Värde
Kokpunkt	116°C
Smältpunkt	Från -48°C till -46°C
Flampunkt	32°C
Termisk tändpunkt	385°C
Brännbarhetsområde	Nedre 3,8 vol-% Övre 21 vol-%
Densitet	1 180 kg/m <sup>3</sup> (vid 20°C)
Ångans densitetstal (RDT)	3,3 (luft = 1)

Exempel på gränsvärden för epiklorhydrin redovisas i tabell A.4.

Tabell A.4. Gränsvärden för epiklorhydrin /1/.

Koncentration (ppm)	Effekt
1 (KGV)	Korttidsgränsvärde enligt Arbetsmiljöverket (AFS 2015:7). Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter. Inga skadliga effekter för normalperson.
1,7 (AEGL-1, 30 min)	Besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom kan upplevas. Effekterna är övergående och påverkar inte personens förmåga att agera.
53 (AEGL-2, 30 min)	Irreversibla effekter eller andra allvarliga och långsiktiga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen vid 10-30 minuters exponering.
75 (IDLH)	Exponering som sannolikt leder till dödsfall, eller omedelbara eller fördröjda permanenta negativa hälsoeffekter, eller förhindrar möjligheten att sätta sig själv i säkerhet.
160 (AEGL-3, 30 min)	Livshotande hälsoeffekter eller död vid 30 minuters exponering.

### 2.2.2 Dietyltriämin (DETA)

Dietyltriämin (DETA) är en frätande vätska som förvaras i två cisterner på 40 m<sup>3</sup> vardera.

Vid utsläpp bildas giftiga och frätande ångor.

I tabell A.5 redovisas fysikaliska data för Dietyltriämin.

Tabell A.5. Fysikaliska data för dietyltriemin /1/.

Faktor	Värde
Kokpunkt	207°C
Smältpunkt	-39°C
Flampunkt	97°C
Termisk tändpunkt	395°C
Brännbarhetsområde	Nedre 2 vol-% Övre 6,7 vol-%
Densitet	960 kg/m <sup>3</sup> (vid 20°C)
Ångans densitetstal (RDT)	3,6 (luft = 1)

Exempel på gränsvärden för dietyltriemin redovisas i tabell A.6.

Tabell A.6. Gränsvärden för dietyltriemin /1/.

Koncentration (ppm)	Effekt
2 (KGV)	Korttidsgränsvärde enligt Arbetsmiljöverket (AFS 2015:7). Hygieniskt gränsvärde för exponering under en referensperiod av 15 minuter. Inga skadliga effekter för normalperson.
3 (TEEL**-1)	Besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom kan upplevas. Effekterna är övergående och påverkar inte personens förmåga att agera.
8,5 (TEEL-2)	Irreversibla effekter eller andra allvarliga och långsiktiga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen vid 15 minuters exponering.
51 (TEEL-3)	Livshotande hälsoeffekter eller död vid 15 minuters exponering.

\*\* TEEL = Temporary Emergency Exposure Limits. Gränsvärde som normalt används som liknande värde som AEGL.

### 2.2.3 Ammoniäklösning

Verksamheten hanterar ammoniaklösning med 24,5 % ammoniak. Ammoniäklösningen förvaras utomhus i en cistern på 40 m<sup>3</sup>.

Ammoniäklösning med 24,5 % ammoniak är klassad som ett svagt frätande ämne. Vid utsläpp kan ammoniakerna förångas och bilda ett giftigt gasmoln. Gasen kan under vissa förutsättningar även vara brännbar.

Exempel på gränsvärden för ammoniak redovisas i tabell A.7.

Tabell A.7. Gränsvärden för ammoniak /1, 3/.

Koncentration (ppm)	Effekt
50 (KGV)	Korttidsgränsvärde enligt Arbetsmiljöverket (AFS 2015:7). Hygieniskt gränsvärde' för exponering under en referensperiod av 5 minuter. Inga skadliga effekter för normalperson. Lukten känns tydlig av de flesta personer (luktkräns kan variera, 1-50 ppm).
30 (AEGL-1)	Besvär, irritation eller vissa effekter som inte ger symtom kan upplevas. Effekterna är övergående och påverkar inte personens förmåga att agera.
220 (AEGL-2)	Irreversibla effekter eller andra allvarliga och långsiktiga hälsoeffekter eller en nedsatt förmåga att fly från exponeringen vid 30 minuters exponering.
300 (IDLH)	Exponering som sannolikt leder till dödsfall, eller omedelbara eller fördröjda permanenta negativa hälsoeffekter, eller förhindrar möjligheten att sätta sig själv i säkerhet.
1 600 (AEGL-3)	Livshotande hälsoeffekter eller död vid 30 minuters exponering.
2 000-3 000	Krampaktig hostning, svår ögonirritation. Personer kan omkomma efter längre exponering.
5 000-7 000	Krampaktig andning, snabb kvävning. Personer kan omkomma efter kortvarig exponering.

Gasmolnet kan även vara brännbart (brännbarhetsområdet är 16-27 vol-%, vilket motsvarar 150 000-280 000 ppm).

### 2.3 Väderförhållanden

Statistik över väderförhållanden i Kristinehamn har hämtats från SMHI /4, 5/.

Medeldygnstemperaturen i Kristinehamn under den studerade mätperioden är ca 7,0°C. Detta avser hela året. Med hänsyn till planerad markanvändning inom planområdet som huvudsakligen kommer innebära verksamhet under vår och sommar så kommer beräkningarna att utgå från en medeldygnstemperatur för dessa årstider, d.v.s. april-september då medeldygnstemperaturen är ca 13°C.

Uppgifterna avseende medelvindhastighet utgår från statistik för mätpunkt vid Karlstad flygplats (ca 3 mil väster om Kristinehamn). Medelvindhastigheten för den studerade perioden är 3,0 m/s.

/3/ Vägledning för riskbedömning av kyl- och frysanläggningar med ammoniak, Räddningsverket, Karlstad, 2000

/4/ SMHI Öppna data – Meteorologiska observationer – "Lufttemperatur, dygnsvärde" för Kristinehamn respektive "Vindriktning och vindhastighet, timvärde", mätperioden 2009-01-01 – 2018-12-31, [www.SMHI.se](http://www.SMHI.se) (sökbar karta), uppgifter hämtade 2019-04-25

/5/ Vindstatistik för Sverige 1961-2004, SMHI, rapport Nr 121, 2006

### 3. Metodik

#### 3.1 Utsläpp av brandfarlig vätska – Värmestrålning

##### 3.1.1 Beräkningsgång – ekvationer

Beräkningarna av den infallande värmestrålning som det analyserade området utsätts för i händelse av olycka med påföljande brand genomförs med handberäkningar. Beräkningarna kommer att utföras med två alternativa metoder.

##### Brandeffekt (Q)

Metodik 1: För pölbränder med relativt stora diametrar (> 2 m) kan brandeffekten erhållas genom följande samband /6/:

$$\dot{Q} = \chi \times \dot{m}'' \times \Delta H_c \times A_f$$

där

Q = utvecklad effekt (kW)

$\chi$  = förbränningseffektivitet (-)

$\dot{m}''$  = förbränningshastighet per ytenhet (kg/m<sup>2</sup>s)

$\Delta H_c$  = förbränningsvärme (MJ/kg)

$A_f$  = brinnande yta (m<sup>2</sup>)

Förbränningseffektivitet, förbränningshastighet och förbränningsvärme varierar mellan olika brandfarliga vätskor. För metanol är värdena /6/:

$\chi$  = 0,9

$\dot{m}''$  = 0,025 kg/m<sup>2</sup>s

$\Delta H_c$  = 20 MJ/kg

Metodik 2: Brandeffekten kan även beräknas grovt utifrån pölarean och ansättas till att ca 1 MW genereras per kvadratmeter pölarea /7/.

##### Flamhöjd (H<sub>F</sub>)

Metodik 1: Flamhöjden (m) kan beräknas som funktion av brandeffekten och pöldiametern (D) enligt följande ekvation /6/:

$$H_f = 0,23 \times \dot{Q}^{2/5} - 1,02 \times D$$

där

D = den brinnande ytans diameter (m)

*Observera att ekvationen kan innebära att flamhöjden minskar som funktion av en ökad diameter för vätskor som har relativt låga förbränningsvärden.*

Metodik 2: Förhållandet mellan brandeffekt och pölarea enligt metodik 2 ovan innebär att flamhöjden grovt kan uppskattas till  $H_f = D / 7$ .

##### Utfallande strålning (I<sub>0</sub>)

/6/ Enclosure Fire Dynamics, Karlsson & Quintiere, 2000

/7/ Brandskyddshandboken, Rapport 3134, Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lund, 2005

Den utfallande strålningen ( $\text{kW/m}^2$ ) är beroende av pölbrandens diameter. Upp till en viss pölstorlek ökar strålningen från flammans, men efter en viss nivå minskar effektiviteten i förbränningen med påföljd att rökutvecklingen tilltar och temperaturen i flamzonen sjunker. En del av värmestrålningen absorberas därmed i omgivande rök, vilket innebär att den utfallande strålningen sjunker med ökande värde på pölbrandens storlek. Den utfallande strålningen kan beräknas med följande ekvation /8/ (samma ekvation för de två metoderna):

$$I_0 = 58 \cdot 10^{-0,00823D}$$

## Synfaktor (F)

Synfaktorn (–) anger hur stor andel av den utfallande strålningen som når en mottagande punkt eller yta (se figur A.1). Vid beräkningen av synfaktorn antas att branden är rektangulär så att flammans diameter är lika stor i toppen som i botten. Detta är ett konservativt antagande då branden i själva verket normalt smalnar av väsentligt upptill.

Synfaktorn  $F_{1,2}$  mellan flammans och den mottagande punkten är en geometrisk konstruktion som beräknas enligt /9/:  $F_{1,2} = F_{A1,2} + F_{B1,2} + F_{C1,2} + F_{D1,2}$

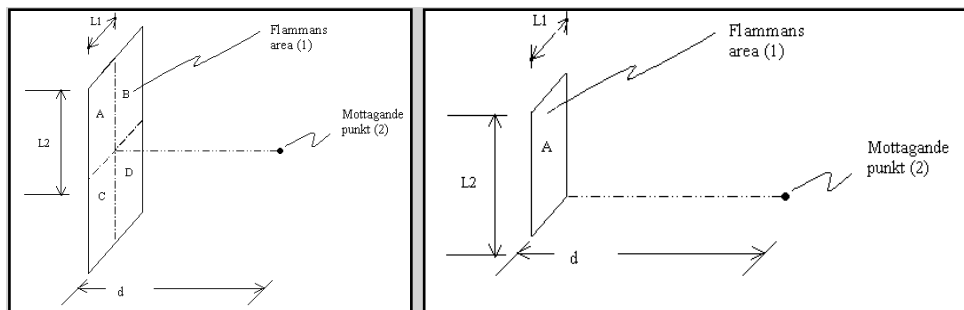
där  $F_{A1,2}$ ,  $F_{B1,2}$ ,  $F_{C1,2}$  och  $F_{D1,2}$  beräknas enligt följande:

$$F_{A1,2} = \int_0^{A_1} \frac{\cos\theta_1 \times \cos\theta_2}{\pi \times d^2} \times dA_1 \quad \text{där}$$

där

$\theta_1 = \theta_2 =$  infallande vinkel (d.v.s. 0)

$A_1 = L_1 \times L_2$  enligt figur A.1.



Figur A.1. Synfaktor.

Ovanstående ekvation kan omvandlas till följande ekvation för beräkning av respektive ytas (A, B, C och D) synfaktor /10/:

$$F_{A1,2} = \frac{1}{2 \times \pi} \times \left( \frac{X}{\sqrt{1+X^2}} \times \tan^{-1} \frac{Y}{\sqrt{1+X^2}} + \frac{Y}{\sqrt{1+Y^2}} \times \tan^{-1} \frac{X}{\sqrt{1+Y^2}} \right)$$

där

/8/ Radiation from large pool fires, Journal of Fire Protection Engineering, 1 (4), pp 141-150, Shokri & Beyler, 1989

/9/ An Introduction to Fire Dynamics – second edition, Drysdale, University of Edinburgh, UK 1999

/10/ Thermal Radiation Heat Transfer, 3rd ed., Seigel & Howell, USA 1992

$$X = \frac{L_1}{d} \quad \text{och} \quad Y = \frac{L_2}{d} \quad \text{enligt figur A.1.}$$

### Infallande strålning (I)

Den från branden infallande värmestrålningen ( $\text{kW/m}^2$ ) som når omgivningen minskar med avståndet från branden och beräknas genom:  $I = F \times I_0$

#### 3.1.2 Bedömningskriterier

Konsekvenserna av de studerade brandscenarierna kommer att bedömas med avseende på två olika parametrar:

#### Risk för värmepåverkan på oskyddade personer utomhus:

Hur hög värmestrålning en person klarar utan att erhålla skador beror bl.a. på dess varaktighet. Ju längre strålningspåverkan, ju högre sannolikhet för skada.

Outhärdlig smärta kan uppnås vid mycket kortvarig bestrålning (< 5-10 sekunder) med strålningsnivåer över  $20 \text{ kW/m}^2$ . Vid bestrålning under 1 minut innebär denna strålningsnivå även mycket hög sannolikhet för andra gradens brännskada /7/, /11/. Kriteriet för kritisk strålning ansätts till  $10 \text{ kW/m}^2$ .

#### Risk för brandspridning till angränsande skyddsobjekt (antändning av lättantändliga material, byggnader m.m.)

Den kritiska strålningsnivån för antändning och brandspridning till angränsande objekt är beroende av objektets utformning. Kriteriet för kritisk strålning ansätts utifrån /7/, /11/ och /12/ till  $15 \text{ kW/m}^2$  (denna strålningsnivå motsvarar acceptanskriterium för brandspridning mellan byggnader enligt BBRAD3 om inga byggnadstekniska åtgärder beaktas).

### 3.2 Förlångning och spridning av gasmoln

Beräkningar av konsekvenser i form av skadeområdet för skadescenarier med utsläpp av giftiga ämnen och brandfarliga vätskor som förlångas utförs med simuleringsprogrammen **Spridning Luft 2.0.0** /1/ respektive **ALOHA v. 5.4.3** /13/. För förlångning av brandfarliga vätskor görs kompletterande handberäkningar enligt beräkningsmetodik som redovisas i /14/ (förlångningshastighet) och /15/ (hypotetisk volym på brännbart gasmoln). Beräkningsgången är förenklad och relativt grov och syftar huvudsakligen till att få en uppfattning av gasmolnets storlek och inom vilka avstånd från utsläppskällan som molnet fortfarande kan ha en brännbar koncentration.

/11/ Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor – metoder för bedömning av risker, FOA, september 1997

/12/ BBRAD 3 – Boverkets ändring av verkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12; Boverket 2013

/13/ ALOHA 5.4.3, Developed by Office of Emergency Management, EPA & Emergency Response Division, NOAA

/14/ Introduktion till konsekvensberäkningar, några förenklade typfall, Berit Andersson, Lund: Department of Fire Safety Engineering, 1992

/15/ SEK Handbok 426 – Klassning av explosionsfarliga områden, Svensk Elstandard, Utgåva 4, April 2011



## 3.2.1 Spridningssimuleringar

Spridningssimuleringar av gaser och ångor påverkas kraftigt av ett antal väderrelaterade parametrar, så som vindhastighet och stabilitetsklasser. De kritiska skadeområdena för gasutsläpp blir större ju lägre vindstyrkan är och ju stabilare skiktning det är i atmosfären.

Enligt avsnitt 2.3 är den genomsnittliga vindhastigheten i området 3,0 m/s (mät punkt vid Karlstad flygplats ca 3 mil väster om Kristinehamn). Spridningssimuleringarna kommer att utföras för en vindhastighet på 2-3 m/s. Val av dimensionerande stabilitetsklass utgår från nedanstående schema som är hämtat från FOA-handboken /11/, se tabell A.8.

Tabell A.8. Schema för att bestämma atmosfärens stabilitetsklass (Pasquill-klass). F\*\* anger förhållanden då strömningen i atmosfären inte är helt turbulent. (Hämtat ur /11/)

Vindhastighet 10 m höjd (m/s)	Dag Solinstråning			Natt Molnighet	
	Stark; sol- höjd >60°	Måttlig 35° - 60°	Svag < 35°	Tunna moln eller > 4/8 låga	≤ 3/8
< 2	A	A-B	B	F*	F*
2-3	A-B	B	C	E	F
3-4	B	B-C	C	D	E
4-6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Kommentar: Enligt not i /11/ är sannolikheten för stabilitetsklass A mycket sällsynt i Sverige eftersom maximal solhöjd är ca 58°C i sydligaste Skåne.

Utifrån tabellen ovan konstateras att stabilitetsklass F förutsätter mycket låga vindhastigheter och natt samtidigt som det är klart väder. Natt motsvarar tiden mellan solnedgång och soluppgång och är därmed inte rakt kopplad till "natttid". Under höst och vinter utgör "natt" upp till 2/3 av dygnet, medan det under sommaren utgör en betydligt mindre andel. Även stabilitetsklass E är mycket osannolikt dagtid med dimensionerande vindhastigheter.

Med hänsyn tagen till dimensionerande vindhastighet kommer spridningsberäkningarna att utföras för stabilitetsklass: D.

## 3.2.2 Handberäkningar

**Förångning:** Enligt avsnitt 2.1.1 har den brandfarliga vätskan en kokpunkt som överstiger omgivningens temperatur (ca 65°C). Förångningshastigheten,  $\dot{m}_s$ , från en pöl beräknas med följande ekvationer:

$$Y_{FW} = \frac{1}{1 + \left(\frac{p}{p_F} - 1\right) \times \left(\frac{M_{luft}}{M_F}\right)}$$

$$B = \frac{Y_{F\infty} - Y_{FW}}{Y_{FW} - Y_{FR}}$$

$$Re = u \times \frac{D}{\nu}$$

$$Nu = 0,037 \times Re^{4/5} \times Pr_{luft}^{1/3}$$

$$h = Nu \times \frac{k_{\text{luft}}}{D}$$

$$\dot{m}_S'' = \left( \frac{h}{C_{p \text{ luft}}} \right) \times \ln(1 + B)$$

där:

$Y_{FW}$	=	massfraktion bränsle vid ytan i gasfas (-)
$Y_{F\infty}$	=	massfraktion bränsle i luften ovanför bränsleytan, vilket blir 0 (-)
$Y_{FR}$	=	massfraktion bränsle i vätskepoolen, vilket blir 1 (-)
$p$	=	lufttryck = 760 mmHg
$p_F$	=	ångtryck för bränsle = 38-49 kPa (285-368 mm Hg) för flygbensin
$M_{\text{luft}}$	=	molekylvikt för luft = 28,85 g/mol
$M_F$ $\times M_{\text{luft}}$	=	molekylvikt för bränslet = 87 g/mol (uppskattas grovt utifrån RDT)
$B$	=	dimensionslöst masstransporttal (-)
$Re$	=	Reynolds tal (-)
$Nu$	=	Nusselts tal (-)
$Pr_{\text{luft}}$	=	Prandtl's tal för luft = 0,71 (-)
$u$	=	vindhastighet (m/s)
$D$	=	Pölens diameter (m)
$\nu$	=	kinematisk viskositet för luft = 15,08E-06 m <sup>2</sup> /s
$h$	=	konvektivt värmeövergångstal (W/m <sup>2</sup> K)
$k_{\text{luft}}$	=	konduktivitet för luft = 0,02568 W/mK
$\dot{m}_S''$	=	massflöde från ytan (g/m <sup>2</sup> s)
$C_{p \text{ luft}}$	=	värmekapacitet för luft = 1 J/gK

Det totala massflödet från hela ytan,  $\dot{m}_S$ , beräknas genom att multiplicera massflödet per ytenhet med pölens area.

**Beräkning av hypotetisk volym  $V_Z$  (gasmoln):** Den hypotetiska volymen,  $V_Z$ , ger en vägledning hur den brännbara gasens eller ångans volym utbreder sig runt riskkällan. Den hypotetiska volymen är normalt inte lika med riskområdet där gasmolnet har en brännbar koncentration. För det första är den hypotetiska volymens form inte definierad och den påverkas av ventilationsförhållandena. Den hypotetiska volymen kan dock ge ett riktvärde för gasmolnets storlek och därefter kan utbredningen uppskattas med hänsyn till vindriktning och -hastighet. Den hypotetiska volymen beräknas med följande ekvationer:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL_m} \times \frac{T}{293}$$

$$C = \frac{dV_0/dt}{V_0}$$

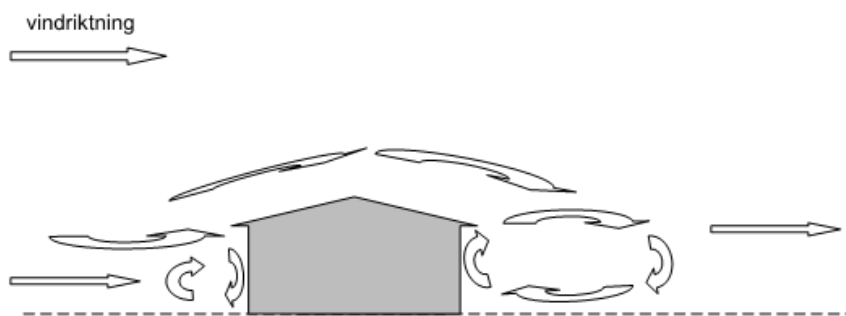
$$V_Z = f \times V_K = f \times \frac{(dV/dt)_{\min}}{C}$$

där:

$(dV / dt)_{\min}$	=	det minsta ventilationsflödet ( $m^3/s$ ) av ren luft
$(dG/dt)_{\max}$	=	det maximala utsläppsflödet brandfarlig ånga ( $kg/s$ ) = $\dot{m}_s$
k	=	säkerhetsfaktor för LEL, $k_{\text{primär}} = 0,25$ och $k_{\text{sekundär}} = 0,5$
$LEL_m$	=	den undre explosionsgränsen ( $kg/m^3$ ) $LEL_m = 0,416E03 \times M \times LEL_V = 0,416 \cdot 10^{-3} \times 86,6 \times 1,4 = 0,018$
T	=	omgivningstemperaturen (K)
C	=	antalet luftväxlingar ren luft per sekund ( $s^{-1}$ )
$dV_0 / dt$	=	det totala friskluftflödet genom den behandlade volymen ( $m^3/s$ )
$V_0$	=	den sammanlagda volymen betjänad av den behandlade ventilationen i närheten av den behandlade riskkällan ( $m^3$ )
f	=	ventilationens effektivitet i form av dess förmåga att späda ut den explosiva gasbildningen, där $f = 1$ vid ideal situation till $f = 5$ vid begränsat luftflöde (-)

### 3.2.3 Luftens strömning kring en byggnad

Större byggnader ökar turbulensen i vinden så att luftströmmar kring byggnaden uppstår på läsidan där ett område med lägre tryck bildas, s.k. lävakar /11, 16/. Detta lågtrycksområde medför att vinden och strömningen sugs ner en del bakom hindret. Är hindret tillräckligt stort, t.ex. en byggnad, uppstår ofta en lävirvel som når ända ner till marken. Recirkulationszonen karakteriseras av stor omblandning och utspädning /11/. Effekten av lävaken illustreras i figur A.2. Lävaken kan antas vara i storleksordningen lika stor som hindret och bidrar till en första utspädning av ett gasutsläpp.



Figur A.2. Illustration av luftströmmar kring huskroppar /18/.

Om ett utsläpp sker i direkt anslutning till en byggnad sprids gasen inledningsvis inom lävaken och därifrån vidare i vindens riktning. Turbulensen och lävakarna kring stora byggnader bidrar till att gasutsläppet då späds ut innan de sprids vidare till omgivningen. Även sidorna på byggnader fungerar som liknande turbulenta områden med utblandning av ett läckage. Riskavstånden kan därmed reduceras jämfört med fri spridning.

/16/ Hur farlig är en ishall med ammoniak?. FOA, 1998

Genomförda beräkningar som redovisas i /17/ visar att utsläpp i närheten av stora byggnader påverkas mycket av turbulensen som skapas av byggnaden. Beräkningarna är gjorda för ammoniak och för byggnader med höjder i storleksordningen 12 meter. Beräkningarna visar att riskavstånd för utsläpp utomhus i direkt närhet till större byggnader kan reduceras till minst hälften eller ännu mindre jämfört med ett fritt utsläpp utan hinder. Detta på grund av turbulensen som byggnaden skapar och utspädningseffekterna som turbulensen för med sig.

### 3.2.4 Bedömningskriterier

Konsekvenserna av den studerade utsläppsscenerierna varierar beroende på vilket ämne som studeras. För utsläpp av t.ex. brandfarlig vätska eller ånga som inte antänds så studeras den potentiella volymen på ett brännbart gasmoln samt hur långt från utsläppskällan som gasmolnet fortfarande är antändbart. Detta ger ett konservativt värde på skadeområde där omgivningen kan komma att påverkas av utsläppet till följd av antingen gasmolnsexplosion eller brinnande gasmoln.

För utsläpp av giftiga ämnen så studeras den potentiella volymen på ett gasmoln där koncentrationen förväntas överskrida gränsvärden för livshotande hälsoeffekter vid en exponering på 30 minuter för respektive ämne (AEGL-3 respektive TEEL-3).

I **Spridning Luft** beräknas värden på skadeutfall utomhus och inomhus i form av hur stor andel av befolkningen som förväntas få lättare skador, allvarliga skador respektive omkomma beroende på avståndet till utsläppskällan. Dessa värden beräknas utifrån en probit-funktion kopplad till produkten av koncentrationen och exponeringstiden (doseringen) samt regressionsfaktorer baserade på data för människa.

De beräkningsparametrar som används för beräkning av skadeutfall i **Spridning Luft** är hämtade ur FOI-rapporten *Skadeutfallsberäkning och konsekvensanalys för allmänheten efter exponering för utvalda industrikemikalier och nervgaser /17/*. I FOI-rapporten anges parametrar för tre kategorier av områden: Friska individer (t.ex. arbetsplatser), känsliga individer (t.ex. skolor, sjukhus) respektive mycket känsliga individer (t.ex. skolor, sjukhus, ålderdomshem/ vårdhem). Beräkningarna i **Spridning Luft** utgår från parametrarna för friska personer. Känsliga individer kan därmed drabbas värre än vad skadeutfallsberäkningarna indikerar.

Probit-funktionen som används för beräkning av skadeutfall i **Spridning Luft** ger inget enkelt samband mellan parametrarna kopplade till områdeskategorier, d.v.s. det är inte så att andelen omkomna för t.ex. känsliga individer är X ggr högre än för friska individer oavsett dosering. Det ska observeras att de parametrar som är kopplade till områdeskategorin enligt /17/ innebär att sannolikheten för lätta, respektive svåra skador, är högre för känsliga och mycket känsliga individer än för friska individer. Däremot så skiljer sig inte sannolikheten för dödliga skador i lika hög grad.

För att beakta ovanstående beaktas även AEGL-2 skadeutfallsberäkningarna. För scenarier där AEGL-2 uppnås inomhus studeras skadeutfallet inomhus med avseende på lätta och svåra skador, eftersom dessa kan komma att bli allvarligare på grund av att det förekommer känsliga individer.

---

/17/ Skadeutfallsberäkning och konsekvensanalys för allmänheten efter exponering för utvalda industrikemikalier och nervgaser, FOI 2015.

## 4. Utsläpp av brandfarlig vätska – Värmestrålning och temperaturpåverkan

### 4.1 Metanol

#### 4.1.1 Dimensionerande scenarier

Strålningsberäkningar görs för följande brandscenario:

1. **Stort utsläpp från metanolcistern till uppsamlingsbassäng – antändning (pölbrand)**

Den största cisternen har en volym på 5 000 m<sup>3</sup>. Enligt avsnitt 2.1.1 är cisternparken inte utrustad med någon invallning. Det finns en uppsamlingsfunktion som leder ett eventuellt utsläpp till en uppsamlingsbassäng i anslutning till cisternparken. Delar av ett läckage förväntas dessutom kunna rinna ut i sjön. Ett stort utsläpp från metanolcistern antas sprida sig över den betongförsedda ytan vid cisternerna. Det antas grovt att dimensionerande utsläpp motsvarar en pölbrand på ca 3 600 m<sup>2</sup> som närmast ca 160 meter från planområdet (mätt från cisternparkens södra gräns).

Med hjälp av sambanden och förutsättningar som redovisas i avsnitt 3.1 har brandeffekten, brandens diameter och flammhöjden samt den utfallande strålningen beräknats för respektive brandscenario, se tabell A.9. Utvecklad effekt respektive flammhöjd redovisas som intervall med hänsyn till de två olika metoder som redovisas i avsnitt 3.1.

Tabell A.9. Tabell med beräknade värden på effektutveckling, brandens diameter och flammhöjd samt utfallande värmestrålning.

Scenario	Brinnande yta $A_f$ (m <sup>2</sup> )	Brandens diameter $D_f$ (m)	Utvecklad effekt $Q$ (MW)	Flammhöjd $H_f$ (m)	Utfallande strålning $I_0$ (kW/m <sup>2</sup> )
Stort utsläpp från cistern	3 600	69,7	1 620 – 3 600	1 – 67,7	16,1

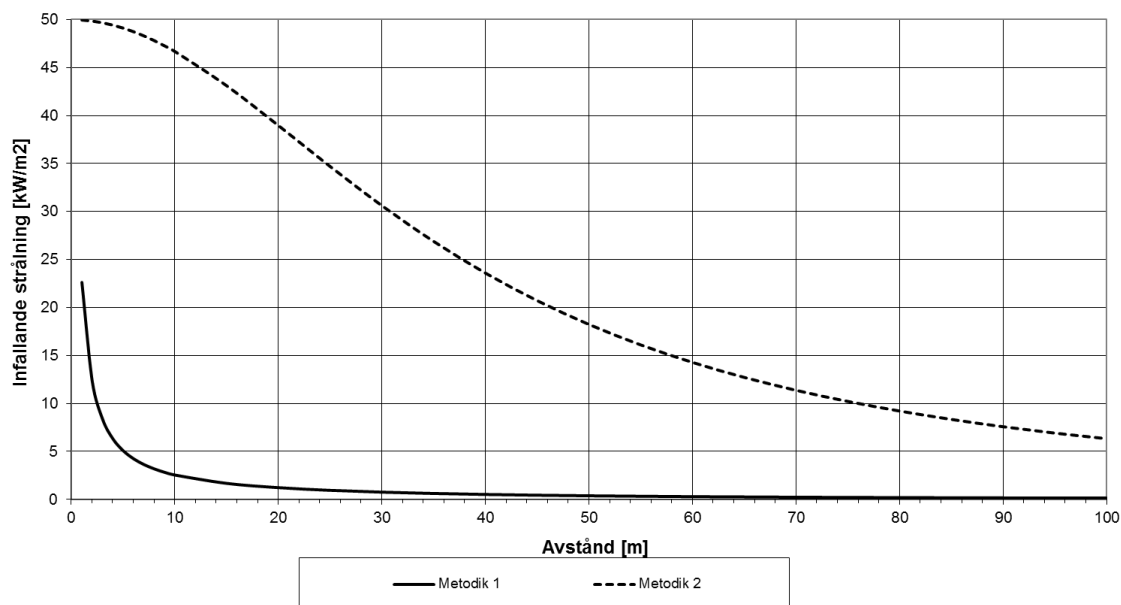
Ekvationen för att beräkna den utfallande värmestrålningen innebär att stålningen sjunker med pölbrandens storlek. Detta påverkar de fortsatta beräkningarna relativt mycket med hänsyn till den studerade pölarean.

För att inte underskatta den infallande värmestrålningen så används det konservativt ett värde på den utfallande strålningen på 50 kW/m<sup>2</sup> för samtliga brandscenarier.

#### 4.1.2 Resultat

Beräkningarna av den infallande strålningen redovisas i figur A.3 som funktion av avståndet från branden. Figurerna redovisas värmestrålningen utifrån båda beräkningsekvationerna.

Strålningen har beräknats på halva flammans höjd där synfaktorn är som störst. Dessutom beaktas inte den avskärmande barriär som exempelvis byggnader och nivåskillnader har på synfaktorn, vilket skulle innebära en lägre infallande strålning mot kringliggande objekt.

1. Stort läckage från cistern (3 600 m<sup>2</sup>)

Figur A.3. Infallande strålning som funktion av avståndet från stor pölbrand metanol (3 600 m<sup>2</sup>).

## 4.1.3 Konsekvensbedömning

I tabell A.10 redovisas skadeavstånden för respektive skadescenario med avseende på risk för brandspridning till angränsande skyddsobjekt (byggnader m.m.) och påverkan på oskyddade personer utomhus.

Tabell A.10. Beräknade konsekvenser – skadeområden, för skadescenarier vid utsläpp och antändning av brandfarliga vätskor.

Scenario	Skadeavstånd	
	Brandspridning (15 kW/m <sup>2</sup> )	Personskador (10 kW/m <sup>2</sup> )
1. Stort läckage (3600 m <sup>2</sup> )	Max 60 m	Max 75-80 m

Avståndet mellan cisternparken och det aktuella planområdet är ca 160 meter, d.v.s. det överstiger med mycket stor marginal de kritiska skadeavstånden vid en metanolbrand inom cisternparken. En metanolbrand kommer med hänsyn till detta ha en extremt liten påverkan på personsäkerheten inom planområdet.

## 5. Utsläpp av brandfarlig vätska – Förångning utan direkt antändning

### 5.1 Metanol

#### 5.1.1 Dimensionerande scenarier

Förångningsberäkningarna görs för följande utsläppsscenarier:

- 2. Stort utsläpp från metanolicistern till uppsamlingsbassäng – ej direkt antändning**  
Den största cisternen har en volym på 5 000 m<sup>3</sup>. Enligt avsnitt 2.1.1 är cisternparken utrustad med en uppsamlingsfunktion som leder ett utsläpp till en uppsamlingsbassäng. Vid ett stort utsläpp från cistern uppskattas pölarean kunna uppnå 3 600 m<sup>2</sup>. Utsläppet sker ca 160 m från planområdet (mätt från cisternparken).
- 3. Utsläpp av metanolånga från cistern via avluftning i samband med lossning**  
Den största cisternen har en volym på 5 000 m<sup>3</sup>. Vid lossning läcker metanolånga ut via avluftning och bildar brännbart gasmoln. Utsläppet sker ca 160 m från planområdet (mätt från cisternparken).

Dimensionerande temperatur ansätts till 13°C (medeltemperatur under april-september enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande vindhastighet ansätts till 3 m/s (medelvindhastighet enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande stabilitetsklass ansätts till D (se avsnitt 3.2).

#### 5.1.2 Resultat

Scenario 2. Förångning från pöl

Metanolen läcker ut och ansamlas i uppsamlingsbassäng (motsvarande scenario 1) men antänder inte direkt. Metanolen förångas från pölen.

Förångningen från pölen sker med en genomsnittlig förångningshastighet på 2,15 kg/s (sammanlagt från pölen).

#### **Brännbarhet**

Gasmolnet uppnår en koncentration som överstiger den undre brännbarhetsgränsen inom ca **35-40 meter** kring pölen.

Avståndet mellan uppsamlingsbassängen och det aktuella planområdet är ca 160 meter. På detta avstånd och vid den dimensionerande vindhastigheten så uppnår gasmolnet en koncentration som är lägre än < 1 % av den undre brännbarhetsgränsen.

#### **Giftighet**

Gasmolnet uppnår en koncentration som överstiger gränsvärdet för livshotande hälsoeffekter (AEGL-3 vid 30 min exponering) inom ca 40 meter från pölen (i vindriktningen). Risk för allvarliga hälsoeffekter (AEGL-2 vid 30 min exponering) kan uppnås inom ca 65 meter från pölen.

Avståndet mellan cisternparken och det aktuella planområdet är ca 160 meter. På detta avstånd och vid den dimensionerande vindhastigheten så uppnår gasmolnet en koncentration som kan innebära besvär och irritation eller effekter som inte ger symtom (AEGL-1). Effekterna är övergående och påverkar inte personers förmåga att agera.

Scenario 3. Utsläpp av metanolånga via avluftning

Vid lossning till cistern så läcker metanolånga ut via cisternens avluftning.

Flödet vid lossning är 300 m<sup>3</sup>/h, d.v.s. 0,083 m<sup>3</sup>/s. Sammanlagt lossas 3 450 000 kg metanol, vilket motsvarar en total volym på ca 4 250 m<sup>3</sup>.

I gasfas har metanol en densitet på ca 1,32 kg/m<sup>3</sup>. Om det antas att motsvarande volym metanolånga släpps ut som lossas så motsvarar detta totalt 5 770 kg. Flödet på 0,083 m<sup>3</sup>/s motsvarar ca 0,11 kg/s.

Utsläppshastigheten av metanolånga understiger kraftigt dimensionerande förutsättningar för scenario 2.

### **Brännbarhet**

Utifrån resultatet av scenario 2 dras slutsatsen att ett kontinuerligt utsläpp med ett flöde på ca 0,11 kg/s metanolånga kommer att spädas ut så fort att gasmolnet inte uppnår brännbar koncentration förutom i direkt anslutning till utsläppspunkten.

Avståndet mellan cisternparken och det aktuella planområdet är ca 160 meter. På detta avstånd och vid den dimensionerande vindhastigheten så uppnår gasmolnet en koncentration som är lägre än << 1 % av den undre brännbarhetsgränsen.

### **Giftighet**

Utifrån resultatet av scenario 2 dras slutsatsen att ett kontinuerligt utsläpp med ett flöde på ca 0,11 kg/s metanolånga kommer att spädas ut så fort att gasmolnet inte uppnår giftig koncentration förutom i direkt anslutning till utsläppspunkten.

## **6. Utsläpp av giftiga ämnen**

### **6.1 Epiklorhydrin**

#### **6.1.1 Studerade utsläppsscenarier**

Beräkningar av skadeområden har gjorts för följande utsläppsscenarier:

#### **4. Utsläpp från cistern**

Epiklorhydrin förvaras flytande i två cisterner på 35 m<sup>3</sup> vardera. Det dimensionerande utsläppet omfattar den totala vätskevolymen från en cistern som läcker ut vid rörbrott.

Utsläppet sker ca 250 m från planområdet (mätt från cisternpark).

Nedan redovisas den indata som anges i **Spridning Luft 2.0.0** med avseende på tankutformning och omgivningsförutsättningar:

Mängd:	35 m <sup>3</sup> = 41 300 kg
Ytråhet:	1,0 m
Tryck i tanken:	1,01 bar (ej övertryck)
Vätskenivå i förhållande till läckage:	1 m



Dimensionerande temperatur ansätts till 13°C (medeltemperatur under april-september enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande vindhastighet ansätts till 3 m/s (medelvindhastighet enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande stabilitetsklass ansätts till D (se avsnitt 3.2).

## 6.1.2 Resultat

Scenario 4. Förångning från pöl

Det giftiga ämnet läcker ut och ansamlas i anslutning till cisternen. Ämnet förångas från pölen.

Förångningen från pölen sker med en genomsnittlig förångningshastighet på 0,020 kg/s (sammanlagt från pölen).

Gasmolnet uppnår en koncentration som överstiger gränsvärdet för livshotande hälsoeffekter (AEGL-3 vid 30 min exponering) endast i direkt anslutning till utsläppet. Risk för allvarliga hälsoeffekter (AEGL-2 vid 30 min exponering) uppnås inom mindre än 10 meter från utsläppet.

Avståndet mellan cisternparken och det aktuella planområdet är ca 250 meter. På detta avstånd och vid den dimensionerande vindhastigheten så uppnår gasmolnet en koncentration som är mycket lägre än KGV (d.v.s. det hygieniska gränsvärdet som inte ger några skadliga effekter för normalperson).

## 6.2 DETA

### 6.2.1 Studerade utsläppsscenarier

Beräkningar av skadeområden har gjorts för följande utsläppsscenarier:

#### 5. Utsläpp från cistern

Dietyltriämin (DETA) förvaras flytande i två cisterner på 40 m<sup>3</sup> vardera. Det dimensionerande utsläppet omfattar den totala vätskevolymen från en cistern som läcker ut vid rörbrott. Vid ett stort utsläpp från cisternen uppskattas pölarean kunna uppnå ca 1 000 m<sup>2</sup>. Utsläppet sker ca 250 m från planområdet (mätt från cisternpark).

Spridningsberäkningarna utförs i **ALOHA**.

Dimensionerande temperatur ansätts till 13°C (medeltemperatur under april-september enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande vindhastighet ansätts till 3 m/s (medelvindhastighet enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande stabilitetsklass ansätts till D (se avsnitt 3.2).

### 6.2.2 Resultat

Scenario 5. Förångning från pöl

Det frätande ämnet läcker ut och ansamlas i anslutning till cisternen. Ämnet förångas från pölen.

Förångningen från pölen sker med en genomsnittlig förångningshastighet på 0,003 kg/s (sammanlagt från pölen).

Gasmolnet uppnår en koncentration som överstiger gränsvärdet för livshotande hälsoeffekter (TEEL-3 vid > 30 min exponering) inom ca 20 meter från pölen (i vindriktningen). Risk för allvarliga hälsoeffekter (TEEL-2 vid > 30 min exponering) kan uppnås inom ca 20-25 meter från pölen.

Avståndet mellan cisternparken och det aktuella planområdet är ca 250 meter. På detta avstånd och vid den dimensionerande vindhastigheten så uppnår gasmolnet en koncentration som är mycket lägre än KGV (d.v.s. det hygieniska gränsvärdet som inte ger några skadliga effekter för normalperson).

## 6.3 Ammoniaklösning (24,5 %)

### 6.3.1 Studerade utsläppsscenarioer

Beräkningar av skadeområden har gjorts för följande utsläppsscenarioer:

#### 6. Utsläpp från cistern

Ammoniaklösning förvaras flytande i en cistern på 40 m<sup>3</sup>. Det dimensionerande utsläppet omfattar den totala vätskevolymen från en cistern som läcker ut vid rörbrott. Vid ett stort utsläpp från cisternen uppskattas pölarean kunna uppnå ca 1 000 m<sup>2</sup>. Utsläppet sker ca 250 m från planområdet (mätt från cisternpark).

Spridningsberäkningarna utförs i **ALOHA**.

Dimensionerande temperatur ansätts till 13°C (medeltemperatur under april-september enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande vindhastighet ansätts till 3 m/s (medelvindhastighet enligt avsnitt 2.3).

Dimensionerande stabilitetsklass ansätts till D (se avsnitt 3.2).

### 6.3.2 Resultat

Scenario 5. Förångning från pöl

Det giftiga ämnet läcker ut och ansamlas i anslutning till cisternen. Ämnet förångas från pölen.

Förångningen från pölen sker med en genomsnittlig förångningshastighet på 2,0 kg/s (sammanlagt från pölen).

Vid fri spridning så uppnår gasmolnet en koncentration som överstiger gränsvärdet för livshotande hälsoeffekter (AEGL-3 vid 30 min exponering) inom ca 190 meter från pölen (i vindriktningen). Risk för allvarliga hälsoeffekter (AEGL-2 vid 30 min exponering) kan uppnås inom ca 600-700 meter från pölen.

I avsnitt 3.2.3 beskrivs fenomenet lävak och vad detta kan ha för inverkan på ett gasutsläpp. Ammoniakcisternens placering bakom en större byggnad kommer att påverka spridningen mot det aktuella planområdet p.g.a. turbulensen kring byggnaden. Placeringen av ammoniakcisternen bedöms medföra att sannolikheten är hög för att de studerade utsläppsscenarioerna först sprids till en lävak och därefter sprids vidare. Detta kommer med stor sannolikhet innebära kortare skadeavstånd och därmed mindre skadeutfall än vad som anges ovan.

Utifrån det underlag som redovisas i avsnitt 3.2.3 antas det att effekten av en lävak reducerar skadeavståndet med ca 50 % då vinden är riktad mot det aktuella planområdet. Gasmolnet antas då uppnå en koncentration som överstiger gränsvärdet för livshotande hälsoeffekter (AEGL-3 vid 30 min exponering) inom ca 100 meter från cisternparken (i vindriktningen). Risk för allvarliga hälsoeffekter (AEGL-2 vid 30 min exponering) kan uppnås inom ca 300 meter från cisternparken.

Avståndet mellan cisternparken och det aktuella planområdet är ca 250 meter. På detta avstånd och vid den dimensionerande vindhastigheten så uppnår gasmolnet en koncentration som understiger gränsvärdet för IDLH med hänsyn tagen till effekten av lävak (d.v.s. exponering sannolikt leder till dödsfall, eller omedelbara eller fördröjda permanenta negativa hälsoeffekter, eller förhindrar möjligheten att sätta sig själv i säkerhet).

## 7. Sammanställning beräkningsresultat

I tabell A.11 nedan görs en sammanställning av beräknade spridningsområden.

Tabell A.11. Sammanställning beräknade konsekvenser – skadeområden.

Ämne	Skadescenario	Skadeavstånd
Metanol	1. Stort utsläpp från metanolicistern till uppsamlingsbassäng – antändning (pölbrand)	Max 80 m från metanolicisterner
Metanol	2. Stort utsläpp från metanolicistern till uppsamlingsbassäng – ej direkt antändning (förångning)	Max 65 m från metanolicisterner
Metanol	3. Utsläpp av metanolånga från cistern via avluftning vid lossning	<< 65 m från metanolicisterner
Epiklorhydrin	4. Utsläpp från cistern.	< 10 m från cisternpark
DETA	5. Utsläpp från cistern	< 25 m från cisternpark
Ammoniak-lösning	6. Utsläpp från cistern.	< 300 m från cisternpark