

RISKUTREDNING

BIOGASANLÄGGNING ALBÖKE DEL AV KNÄPPINGE 10:1

FALK BIOGAS AB
BORGHOLMS KOMMUN

Status

Utgåva 5

2023-11-21



DOKUMENTINFORMATION

OBJEKT	Biogasanläggning Alböke, del av Knäppinge 10:1, Borgholms kommun	
UPPDRAGSGIVARE	FALK Biogas AB	
UPPDRAGSGIVARENS REFERENS	Stig Bertilsson	
UPPDRAGSGIVARENS PROJNR	-	
VERKSAMHETSUTÖVARE	FALK Biogas AB	
UPPDRAGSNUMMER HOS DEAP	14667	
UPPDRAGSLEDARE	Daniel Säterborn Brandingenjör LTH/Civilingenjör Riskhantering 0730-71 77 16, daniel.saterborn@deap.se	
HANDLÄGGARE	Vicktor Riedel Brandingenjör LTH/Civilingenjör Riskhantering 0739-88 84 56, vicktor.riedel@deap.se	
INTERNGRANSKAD AV	Niklas Wetterberg Brandingenjör LTH/Civilingenjör Riskhantering	
DATUM	DOKUMENTSTATUS	INTERNGRANSKAD
2023-02-07	Utgåva 1	DS
2023-03-09	Utgåva 2	DS
2023-08-11	Utgåva 3	NW
2023-10-06	Utgåva 4	NW
2023-11-07	Utgåva 5	NW



REVISIONSBESKRIVNING, UTGÅVA 5

Aktuell utgåva har reviderats från tidigare utgåva (utgåva 4, 2023-10-06) med mindre justeringar. Justeringarna har avsett förtydligar och omformuleringar. Ett avsnitt har lagts till om effekten kring ökad transport av farligt gods (3.3.8). Det har även lagts till ett avsnitt kring osäkerheten i indata (3.5).

Till de dimensionerande scenarierna som har tillämpats har även ett värsta möjligt scenario lagts till. Detta syftar till att vara en känslighetsanalys och klargöra risken även under de mest konservativa förhållandena. Scenariot är så konservativt att det inte ska vara dimensionerande, men anses ge en bortre gräns för konsekvenserna som kan uppstå.

För avsnitten som rör kryotank (3.4.3 och 3.4.4) har återgivningen av resultaten justerats så att det blir tydligare var skadeområdet är. Beräkningen har inte gjorts om, men bilderna har justerats så att de visar gränsen för antändning av träpanel (30 kW/m^2) istället för gränsvärdet för brandspridning mellan byggnader efter 30 minuter (15 kW/m^2). Det bedöms ge en tydligare beskrivning av riskbilden i området. Ett montage av flera olika zoner har lagts till.

Reviderade delar markerats med streck i marginalen.



BEGREPPSFÖRKLARING

I riskutredningen förekommer en del termer, begrepp samt koncept och mjukvaror som är kopplade till riskutredningar och farliga ämnen. Dessa begrepp har listats nedan med definition för att underlätta för läsaren och undvika att begrepp feltolkas. Begrepp som redogörs för i löpande text redogörs inte för i listan nedan.

Begrepp	Definition
Brännbarhetsområde	Ett intervall där en koncentration av en brännbar gas är så pass stor att en explosion eller förbränning kan ske. Den övre gränsen för området kallas <i>övre brännbarhetsgräns</i> och den nedre kallas <i>nedre brännbarhetsgräns</i> .
Övre brännbarhetsgräns (En: <i>Upper Explosion Limit, UEL</i>)	Övre gräns för när en koncentration av en brännbar gas kan antändas. Luft/bränsleblandningar med koncentrationer över den övre gränsen har för låg halt syrgas för att kunna förbrännas. Gasen kan inte antändas om koncentrationer överstiger gränsvärdet.
Nedre brännbarhetsgräns (En: <i>Lower Explosion Limit, LEL</i>)	Nedre gräns för när en koncentration av en brännbar gas kan antändas. Luft/bränsleblandningar med koncentrationer under den nedre gränsen har inte tillräckligt med energi för att underhålla en förbränningsprocess. Gasen kan inte antändas om koncentrationer understiger gränsvärdet.
Densitet (kg/m ³)	Täthet för ett ämne; förhållande mellan ett ämnes vikt och volym.
Normalkubikmeter (Nm ³)	Den volym som gasen upptar vid normala tryck- och temperaturförhållanden. Det innebär volymen vid 0°C (273,15 K) och ett tryck om 1 atm (1,01 bar)
Kylkondensering	Process som innebär att en gas kyls ned till sin kokpunkt och övergår till en vätska.
ADR-klass	Klassificeringssystem för olika typer av farligt gods. Olika typer av farligt gods klassificeras i olika ämneskategorier från 1 till 9 enligt följande: 1 – Explosiv vara, 2 – Gaser, 3 – Brännbara vätskor, 4 – Brandfarligt fast ämne, 5 – Oxiderande ämnen och peroxider, 6 – Giftiga ämnen, 7 – Radioaktivt ämne, 8 – frätande ämnen och 9 – Övriga farliga ämnen
ALOHA	Beräkningsprogram för konsekvensbestämning av ett utsläpp. Programmet är utvecklat av de amerikanska myndigheterna <i>Office of Emergency Management</i> (EPA) och <i>Emergency Response Division</i> (NOAA). Version 5.4.7 används.



Begrepp	Definition
Biogas	Gasblandning som består till största del av metan. Gasen förekommer under handelsnamn som fordonsgas och biogas.
Rötgas	Gasblandning som uppstår genom nedbrytning av organiskt material. Rötgasen består till största del av metan, men innehåller även stora mängder koldioxid och kväve samt spårmängder av andra kemikalier.
VROM	Nederländska myndighet med ansvar för byggnader, stadsplanering och miljö (NL: <i>Ministerie van Volksbuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu</i>)
MSB	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
FOA-handboken	Publikation från statliga Försvarets forskningsanstalt (FOA) under titeln: <i>Vådantsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor</i> (FOA-R-97-00490-990--SE) Försvarets forskningsanstalt heter numera Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)



Innehållsförteckning

1	INLEDNING.....	7
1.1	BAKGRUND.....	7
1.2	SYFTE OCH MÅL	7
1.3	METOD	7
1.4	STYRANDE DOKUMENT	8
1.5	AVGRÄNSNINGAR	8
1.6	UNDERLAG	8
2	ANLÄGGNINGSBESKRIVNING	9
2.1	OMRÅDET	9
2.2	ANLÄGGNINGEN	11
2.3	VÄDERFÖRHÅLLANDEN OCH SPRIDNING	12
3	RISKANALYS	16
3.1	HANTERAD GAS	16
3.2	OMRÅDESSPECIFIKA RISKFAKTORER.....	17
3.3	RISKIDENTIFIERING	18
3.4	RISKBEDÖMNING	20
3.5	OSÄKERHET I RISKUTREDNINGEN.....	35
3.6	SAMMANFATTNING OCH BEDÖMNING AV RISK	36
4	DIMENSIONERANDE FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNSTEN	37
4.1	DIMENSIONERANDE BRANDVATTENMÄNGDER	37
4.2	ANGREPPSVÄGAR	41
4.3	ÖVRIGA ÅTGÄRDER KOPPLAT TILL FARLIG VERKSAMHET	42
5	SAMMANFATTANDE DISKUSSION	43
6	REFERENSER	44

BILAGA 1 – KOMPLETTERANDE UTLÅTANDE AVSEENDE PÅVERKAN FRÅN YTTRE
FAKTORER
BILAGA 2 - GROVRISKANALYS



1 INLEDNING

Denna riskutredning är genomförd på uppdrag av *FALK Biogas AB* i syfte att belysa riskerna vid hantering av brandfarlig vara (biogas) vid nyetablerad produktionsanläggning i Borgholms kommun.

1.1 BAKGRUND

I samband med ansökan om tillstånd enligt miljöbalken ska en riskutredning utföras. Detta dokument utgör en sammanställande riskutredning för anläggningen med avseende på de krav som ställs i gällande normer och lagstiftning.

1.2 SYFTE OCH MÅL

Då riskutredningen utförts i ett tidigt skede är tyngdpunkten lagd på anläggningens lokalisering i förhållande till omgivningen. Utformningen inom anläggningen hanteras översiktligt då den slutgiltiga layouten ej är fastställd i detalj. Fokus ligger här på att säkerhetsnivån utifrån krav i nedanstående normer, råd samt anvisningar uppfylls.

- Rågasproduktionen kommer utformas och drivas utifrån *Biogasanvisningar*, BGA 2022.
- Distributionssystem för gas kommer utformas och drivas utifrån *Energigasnormer*, EGN 2020.
- Utrustning för flytande gas kommer utformas och drivas utifrån *Anvisningar för anläggningar för flytande metan*, LNGA 2020

Riskutredningen studerar inte risker inom anläggningen, då dessa risker förutses vara beaktade i och med att ovanstående regelverk följs och eftersom riskbilden är inkluderade i dessa normer

Riskutredningen ska även framöver utvecklas så att den kan tjäna som underlag vid tillståndsansökan för hantering av brandfarlig vara i enlighet med Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE) tillsammans med övriga underlag i form av riskbedömningar, klassningsplaner och tekniska beskrivningar. Riskutredning syftar även till underlag i samband med detaljplaneprocess enligt plan-och bygglagen.

Riskutredningen ska även tjäna som underlag till det handlingsprogram och anmälan till Länsstyrelsen som ska upprättas i enlighet med Sevesolagstiftningen för den lägre kravnivån.

Utöver riskutredningen har ett avsnitt om räddningstjänstens förutsättningar för insats kopplat till farlig verksamhet lagts till. Syftet är att sätta lite ramar för framtida bedömning av behov inför insats. Observera att detta kan ändras med ändrade förutsättningar.

1.3 METOD

Att genomföra en riskutredning innebär i sig flera olika delmoment. Inledningsvis bestäms de **mål och avgränsningar** som gäller för den aktuella riskutredningen. Även principer för hur risken värderas skall fastställas.

Därefter tar **riskinventeringen** vid, som syftar till att komma fram till vilka risker som är specifika för den studerade processen.

I **riskanalysen** bedöms konsekvensen av olika olyckor och med vilken frekvens de kan förväntas inträffa, för att erhålla en uppfattning om risknivån.



I **riskvärderingen** jämförs resultatet från riskanalysen med principer för hur risken skall värderas, för att komma fram till om risken är acceptabel eller ej. Slutsatser dras utifrån detta resultat om behovet av **riskreducerande åtgärder**.

Oberoende av resultatet från riskutredningen står det klart att det alltid är motiverat att genomföra åtgärder som till en låg kostnad och utan andra avsevärda olägenheter minskar risken väsentligt.

1.4 STYRANDE DOKUMENT

I denna riskutredning har följande regelverk och branschrekommendationer beaktats:

- Plan- och bygglag (2010:900), förkortas framöver med PBL
- Plan- och byggförordning (2011:338), förkortas framöver med PBF
- Lag (2003:778) om skydd mot olyckor
- Lagen (2010:1011) om brandfarliga och explosiva varor (LBE)
- Förordningen (2010:1075) om brandfarliga och explosiva varor (FBE)
- Explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor, SRVFS 2004:7
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor; MSBFS 2013:3
- Anvisningar för biogasanläggningar BGA 2022, Energigas Sverige
- Energigasnorm 2020, Energigas Sverige
- Anvisningar för anläggningar för flytande metan, LNGA 2020
- Lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Förordningen (2015:236) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor
- Föreskrifter (MSBFS 2015:8) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor

1.5 AVGRÄNSNINGAR

Med hänsyn till anläggningens utformning och läge samt syftet med utredningen i detta skede omfattar riskanalysen endast enklare kvantitativa konsekvensberäkningar. I övrigt förs kvalitativa resonemang.

Riskutredningen omfattar endast produktionsanläggningen för biogas och dess tillhörande system som gasuppträdning och lagring av kylkondenserad gas i kryotank.

I detta skede beaktas inte de råd och anvisningar som anges i ”Anvisningar - anläggningar för flytande metan, LNGA 2020”. Istället har konsekvensberäkningar för läckage från LBG-tank genomförts.

1.6 UNDERLAG

Följande underlag ligger till grund för arbetet:

- Teknisk information om anläggningen från beställare
- Situationsplan ”DRAFT ” daterad 2023-06-01, upprättad av *Envitec Anlagensbau*



2 ANLÄGGNINGSBESKRIVNING

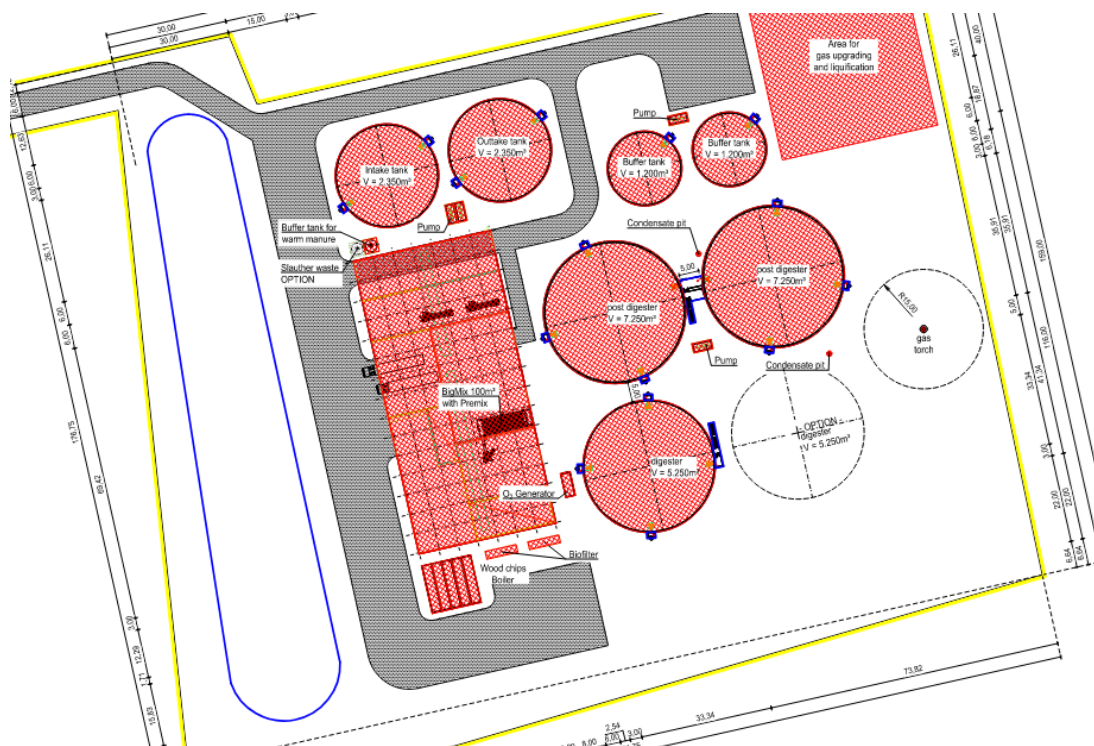
2.1 OMRÅDET

2.1.1 OMRÅDETS UTFORMNING

Biogasanläggningen planeras att uppföras på en jordbruksfastighet söder om Alböke i Borgholms kommun. Anläggningen omfattar produktion av biogas genom rötning av substrat, uppgradering och kylkondensering av gas.

Fastigheten (Knäppinge 10:1) har valts på grund av närheten till länsväg 136 och då den är centralt belägen i förhållande till de gårdar som levererar gödsel samt som har ett behov av återtag av biogödsel till sina jordar. Pågående markanvändning är åkermark med foderproduktion till mjölkkor.

I figur 1 visas anläggningens disponering (preliminär) med mottagningsbyggnad och lager för substrat, 3 rötkammare, rötrestlager, membrangaskocka, uppgraderings- och kryoanläggning.

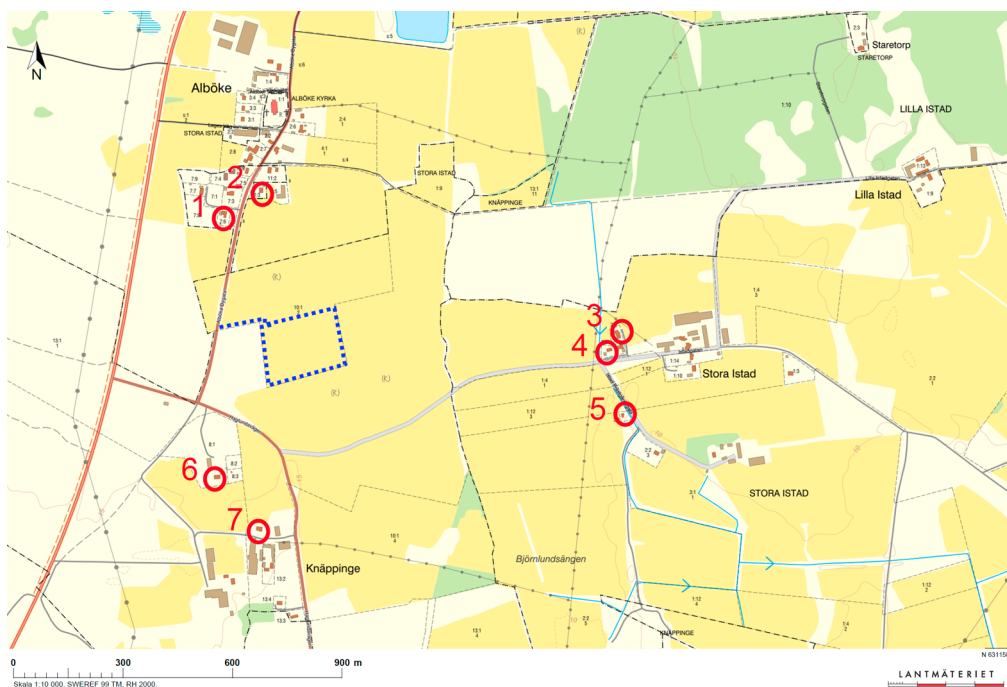


Figur 1 – Situationsplan över Alböke Biogas



2.1.2 NÄRLIGGANDE VERKSAMHETER

Norr om den planerade anläggningen finns Alböke med bostäder och kyrka. Utöver Alböke finns spridd bostadsbebyggelse kring den planerade anläggningen i form av lantbruk, enbostadshus och semesterhus. Inga flerbostadshus finns i området. I nedanstående figur redogörs för avstånd till närliggande fastigheter. Fastigheterna har numrerats och markerats på karta. Knäppinge 10:1 där biogasanläggningen avses upprättas är markerad med blåstreckad linje I tabell 1 redovisas avståndet mellan anläggningens tänkta ytterkant och respektive fastighet.



Figur 2. Boende i anläggningens omgivning numrerade enligt tabell nedan [1]

Tabell 1. Bostäder i anläggningens omgivning i vartdera väderstreck och ungefärliga avstånd. Bostadshusen är numrerade i bild ovan.

Nummer på karta	Fastighet	Ungefärligt avstånd mellan fastighet och närmaste del i anläggningen
1	Knäppinge 7:6	300 meter
2	Knäppinge 11:3	350 meter
3	Stora Istad 2:6	750 meter
4	Stora Istad 2:5	730 meter
5	Stora Istad 3:3	890 meter
6	Knäppinge 8:1	300 meter
7	Knäppinge 13:1	400 meter

Ungefär 560 m norr om anläggningen ligger Alböke kyrka. Fastigheten ansluter till Alböke kyrkogata, som löper parallellt med länsväg 136. Länsvägen är belägen 390 m från fastigheten och utgör en primär led för transport av farligt gods.



2.2 ANLÄGGNINGEN

För en detaljerad beskrivning av biogasanläggningen hänvisas till kommande processbeskrivning [2]. I det följande redogörs i korthet hur anläggningen är tänkt att utföras.

2.2.1 MOTTAGNINGSBYGGNAD OCH LAGER

I mottagningsbyggnaden med tillhörande lager och flytgödseltank förekommer ingen brandfarlig gas. I dessa delar hanteras torrs substrat/fast gödsel som tas emot i tippfickor inomhus liksom flytgödsel som tankas över till en bufferttank på 2 350 m³.

Huvudsakliga råvaror (substrat) är flytande och fast gödsel från nötkreatur. Gasproduktion sker i totalomrörda rötkammare. Hygienisering sker i två bufferttankar med volymen 1 200 m³.

2.2.2 RÖTKAMMARE OCH EFTERRÖTKAMMARE

Rötning sker i en rötkammare med en vätskevolym om 5 200 m³. Rötkammaren förses med omrörare för totalomrörning och cirkulationspumpning via värmeväxlare för konstanthållning av temperaturen. På rötkammaren finns ett dubbelmembrantak som fungerar som flexibelt gaslager. I rötkammaren och dubbelmembrantaket förväntas, baserat på en konstant vätskenivå, en gasvolym (rå biogas) på ca maximalt 2 920 m³ rymmas i toppen med ett övertryck på 50 mbar.

Efterrötning sker i två efterrötkammare med vardera 7 250 m³ vätskevolym. På samma sätt finns det på respektive efterrötkammare ett dubbelmembrantak som fungerar som ett flexibelt gaslager. I varje efterrötkammare och dubbelmembrantak förväntas, baserat på en konstant vätskenivå, en gasvolym (rå biogas) på maximalt ca 3 980 m³ rymmas i toppen. Total volym i de två rötkamrarna blir således det dubbla (7 960 m³ rå biogas) vid ett övertryck om 50 mbar.

2.2.3 RÖTRESTLAGER OCH FACKLA

Utgående rötresten från efterrötkamrarna lagras i gastätt rötrestlager med 2 350 m³ vätskevolym. Resterna hygieniseras innan de kan användas som biogödsel för att motverka att olika smittor sprids mellan gårdar. I bufferttankarna förvaras 900 m³ gas.

Den gas som inte kan omhändertas förbränns i en fackla. Facklan ska placeras på mark mellan efterrötkammare och gasuppgraderingen. Facklan dimensioneras för att kunna förbränna hela den producerade gasmängden.

2.2.4 GASUPPGRADERING

I gasuppgraderingen torkas och renas den råa biogasen till biogas (99 % metanhalt) genom membran eller aaminskrubber.

2.2.5 GASLAGER

Den producerade gasen kommer att lagras som vätska. Gaser som kyls ned under sin kokpunkt kommer att övergå till vätskeform.

Gasen kommer kylas ner till sin kokpunkt (-160°C) och förvaras flytande i en kryotank. Tanken utförs stående och har en volym om ca 100 m³, vilket motsvarar en mängd om cirka 40,5 ton flytande biogas (LBG).

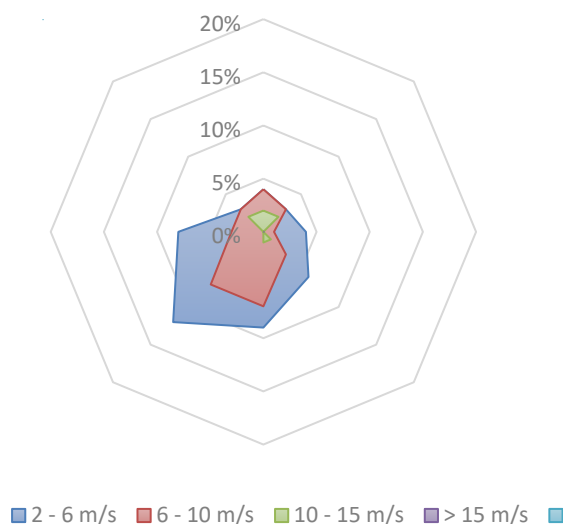


2.3 VÄDERFÖRHÅLLANDEN OCH SPRIDNING

Då riskutredningen berör farliga ämnen som kan spridas med luften är de lokala väderförhållandena relevanta att beakta. Vindriktning och vindstyrka varierar över landet och beroende på vilka vindstyrkor och vindförhållanden som råder på platsen kan det vara olika sannolikt för ett område att drabbas av ett utsläpp. Exempelvis är det vanligt att vinden är västlig eller sydvästlig vid västkusten, medan vinden ofta varierar i Mora. För Rödkallens fyr i Luleå blåser det antingen nordligt eller sydligt och sällan från ost eller väst. [3] Generellt är det dock västlig och sydlig vind som förhärskar i Sverige enligt SMHI.

Det saknas exakt vinddata för just Alböke, men SMHI har uppmätta vinddata för Ölands norra udde, vilket är en mätstation 5 mil norr om Alböke och den station som ligger närmast Alböke som är aktiv. Det väder som gäller i Alböke bedöms motsvara det som råder vid udden.

Baserat på mätdata under tjugo år (från 2002-09-01 till 2022-09-01) ges följande vindros, vilken beskriver både vindriktning och vindstyrka.[4]



Figur 3. Vindros baserad på mätvärde för mätstationen Ölands norra udde.

Enligt ovanstående väderstatistik kan det konstateras att den vanligaste vindstyrkan över dygnet är mellan 2 till 6 m/s och då är vinden vanligast sydvästlig. Vindstyrka motsvarande 6 till 10 m/s sker vanligen från syd eller sydväst. Enligt mätvärdena motsvarar ovanstående två hastighetsintervall 82% av underlaget. Om ett utsläpp skulle ske medför det att det statistiskt sett troligast att vinden är sydlig eller sydvästlig.

Vindstyrka och vindhastighet skiljer sig ofta över dagen, och inte sällan är vindstyrkan lägre under nätterna jämfört med dagtid. Förenklat kan det beskrivas som att under soliga dagar kommer solinstrålningen att värma upp marken, vilket leder till de undre luftlagren blir varma och stiger. Det skapar rörlighet i luften som lättare rör på sig. Under natten kyls marken och luften blir mer stationär.

Låga vindhastigheter ger ofta svårare utfall vid spridningsberäkningar. Vid låga vindhastigheter kommer luften vara så kallat stabil. I en stabil luftmassa kan inte gaserna spädas ut lika effektivt som i en instabil och turbulent luftmassa. Nedan redogörs för de så kallade stabilitetsklasserna (avsnitt 2.3.1) samt en tydligare redogörelse för spridningsmekaniker i avsnitt 2.3.2.



2.3.1 LUFTENS STABILITET OCH STABILITETSKLASSER

Atmosfärens stabilitet redovisas med hjälp av Pasquills stabilitetsklasser för nivåerna A-F.[5] Ju mer stabil atmosfären, desto mindre blir spridningen och koncentrationen blir högre. Stabilitetsklass A är den mest instabila stabilitetsklassen där spridningen är störst i förhållande till avståndet, vilket medför lägst koncentrationer. Därefter kommer klasserna i fallande skala till stabilitetsklass F, som har minst spridning i förhållande till avståndet som ämne sprids på och därmed högst koncentration.

Stabilitetsklassen kan schablonmässigt bestämmas enligt nedan.

Tabell 2. Schablonmässig bestämning av stabilitetsklasser. Data är hämtade från [5]

Vindhastighet på 10 m höjd (m/s)	Dag Solinstrålning			Natt Molnighet	
	Stark; solhöjd >60°	Måttlig 35°-60°	Svag <35°	Tunna moln eller 4/8 täckt himmel	<3/8-delar täckt himmel
<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

F* anger förhållande då strömningen inte är helt turbulent. Många modelleringsmodeller är egentligen inte giltiga för dessa fall enligt FOA-handboken. [5]

För att tydliggöra skillnaden kan man tänka sig en varm sommardag med mycket sol och en kall, stjärnklar natt. Båda fallen har låg vindstyrka. Under den varma sommardagen kommer solen att värma upp marken som i sin tur kommer leda till att luften hettas upp och börjar stiga, vilket skapar rörelser i vindlagerna. Då luften rör sig kommer ny luft och ”ersätter” den gamla, som i sin tur värms upp och rör på sig. Det skapar turbulenta förhållanden och en instabil luftmassa. Under den kalla, stjärnklara vinternatten sker ingen uppvärmning av natten, utan snarare avkylning. Den marknära luften kommer inte att röra sig och skiktning är stabil då temperaturen är jämn i luftlagren.

Ofta är vindstyrkan inte så låg som 2–3 m/s, utan det blåser kraftigare. Dessa väderfenomen beror inte bara på uppvärmning av marken utan effekten av större vädersystem. När vindstyrkan är så pass hög är stabiliteten likvärdig oavsett solinstrålning och vinden kommer påverka luftmassans stabilitet mer än värmen från marken.

Vid ett utsläpp med turbulenta och instabila förhållanden kommer ett utsläpp i gasfas att kunna blanda sig med luften. Eftersom den turbulenta luften ständigt ersätts finns det alltid ny luft för gasen att blandas med, vilket i kombination med att den stigande luft/gasblandningen rör på sig skapar en effektiv utspädningseffekt. När luften istället är stabil kommer luftförflyttningarna vara



begränsade, vilket leder till att gasen inte späds ut i samma utsträckning och kommer röra sig mer koncentrerat med vinden.[5]

Vid beräkningar i riskanalysen kommer det i huvudsak antas att temperaturen är låg, skiktningen stabil och vindstyrkan låg (2-3 m/s). Det motsvarar stabilitetsklass E eller F, vilket ger de mest konservativa beräkningsresultaten och därmed störst säkerhetsmarginal i beräkningarna. Ett troligare scenario mer rotat i de verkliga väderförhållandena är att vindstyrkan är starkare och snarare motsvarande stabilitetsklass C och D bedöms som troligare. Eftersom dessa är mer turbulenta kommer de ge ett mindre konservativt resultat.

2.3.2 SPRIDNINGSFENOMEN

När en gas släpps ut i det fria kommer spridningen av ämnet att påverkas av flertalet olika faktorer. Beroende på förvaring kommer spridningen att se lite olika ut.

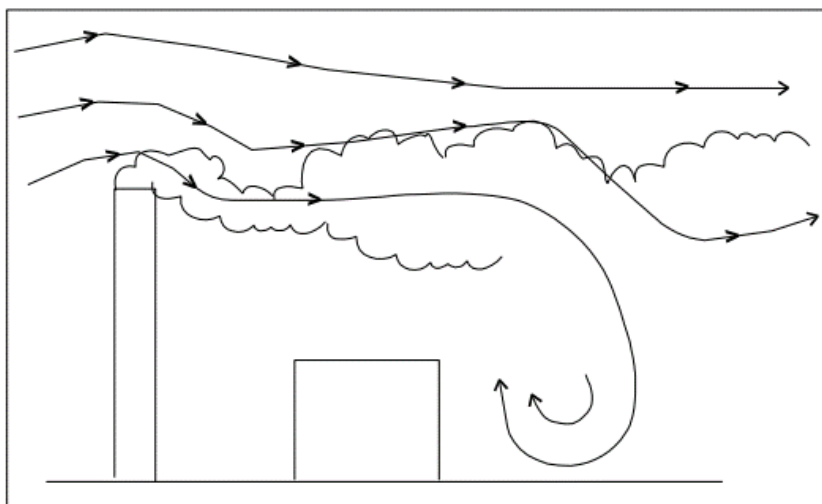
Ämnen som förvaras under sin kokpunkt (kylkondenserade) kommer vara flytande till dess att de släpps ut. Alla vätskor har för varje temperatur ett visst ångtryck och vid vätskeytan kommer det alltid, oavsett temperatur, finnas en mängd av ämnet i gasfas. För biogas/metan är ångtrycket precis under kokpunkten ca 90–95 kPa, vilket innebär att luftmassan i tanken kommer bestå av cirka 90-95% biogas och resten luft.

En tank med kylkondenserad gas kommer vid ett utsläpp i gasfasen att ånga av kontinuerligt så länge temperaturen inte stiger och eftersom mätnadskoncentrationen inte är över lufttrycket kommer det inte bli någon tryckdriven gasplym. Om temperaturen ökar över kokpunkten kommer vätskan börja koka och biogas tryckas ut ur hålet med ett tryck motsvarande ångtrycket till dess att all biogas har förgasats och försvunnit.

Uppstår läckaget i tankens vätskefas istället så kommer gasen bilda en pöl utanför tanken. Vätskan på marken kommer att ånga av kraftigt, till dess att marken kylts ner. Då sker endast avångning från vätskepölens yta.

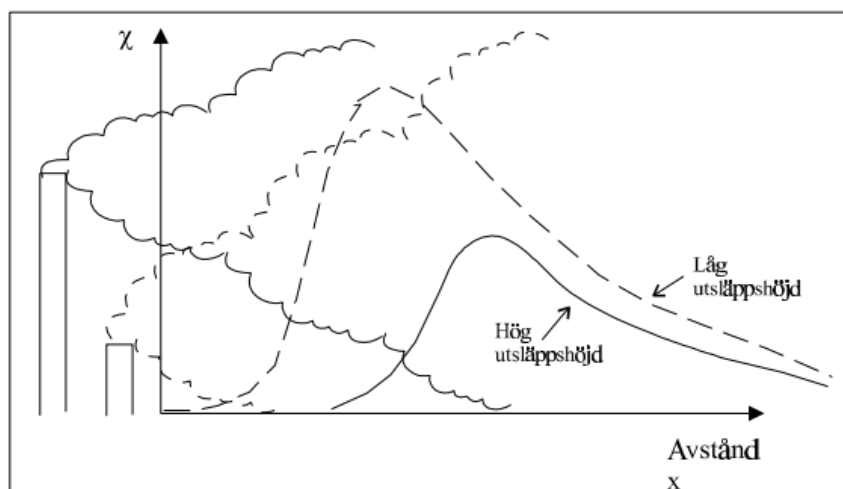
När gas under tryck släpps ut kommer den att färdas i utsläppets riktning. När gasens hastighet minskat kommer den istället att färdas med vinden och spädas ut då luft blandas in i gasplymen. Gaser som är lättare än luft kommer stiga med luften en kortare period, men efter en tid kommer blandningen av gas och luft att få samma densitet och spridas i vindens riktning parallellt med marken. Gaser som är tyngre än luft kommer spridas längst med marken för att sedan stiga med luften när blandnings densitet närmar sig omgivande lufts.

Byggnader, skorstenar och liknande kommer att påverka höjden på gasplymen med hänsyn till det lågtryck som bildas på byggnadens läsida. Lågtrycket medför att luft blandas in, men också att den gasblandningen dras ned mot marken.



Figur 4. Nedsugning av gaser bakom byggnader till följd av läverkan. Hämtad från [5]

Placeringen av utsläppet har stor betydelse för utsläppet nära källan, men mindre betydelse en bit ifrån utsläppskällan. Det tar tid för utsläppet att blandas med luften liksom ovan beskrivits, men när biogasen blandats med luften spelar höjdskillnaden mindre roll.



Figur 5. Inverkan av höjdsutsläpp. [5]



3 RISKANALYS

3.1 HANTERAD GAS

Den råa biogasen utgörs till största delen av metan och koldioxid. Dess sammansättning i aktuell anläggning i volymprocent är ungefär 60% metangas (CH_4) och 40% koldioxid (CO_2). Små mängder av kväve, svavelväte samt spår av syre av väte förekommer.

I den uppgraderade gasen, biogasen, är metanhalten höjd till ca 99 %, således högst 1 % av koldioxid och kväve.

Hantering av biogas sker i rötktammare (rågas), dubbelmembrantak (rågas), i uppgraderingsanläggningen (rågas/fordonsgas) samt i kryotanken.

Rågasen har enligt uppgift från processleverantören en densitet på ca $1,2 \text{ kg/m}^3$ och den färdiga biogasen har en densitet på ca $0,7 \text{ kg/m}^3$. Rågasen har därmed likvärdig densitet som luft medan den färdiga biogasen är betydligt lättare än luft och stiger snabbt.

Den primära riskbilden för biogas är att det är en brandfarlig gas, vilket innebär att den inom sitt brännbarhetsområde kan antändas. Gasblandning i luft inom vilket en explosion eller förbränning kan ske är mellan 7–28 % för rågas och ca 4–17 % för biogasen. Data är hämtade från MSB:s databas *Farliga ämnen*. [6]

Vid hantering i kryotank kyls gasen ner till ca -160°C . Gasen får då i vätskeform en densitet på minst 425 kg/m^3 . Den kylkondenserade vätskan är inte brännbar i flytande fas, men kommer övergå till gasfas om temperaturen ökar. [6]

Energivärdet är ca $7\text{--}10 \text{ kWh/Nm}^3$ (normalkubikmeter) för dessa gastyper.

Förutom risken för brand finns det risker för personer vid exponering. De kliniska gränsvärden som finns att tillgå visar att personer riskerar att utsättas för skador vid följande koncentrationer under 15 minuters exponering av biogas:

Gränsvärde	Koncentration biogas
Risk för lindriga effekter hos person	65 000 ppm / 6,5 vol%
Risk för allvarliga effekter hos person	230 000 ppm / 23 vol%
Risk för dödsfall hos person	400 000 ppm / 40 vol%

Med hänsyn till att brännbarhetsområdet för biogas är mellan 4 och 17 volymprocent är risken för brand överhängande innan risk för allvarliga skador uppstår hos personer. [6]



3.2 OMRÅDESSPECIFIKA RISKFAKTORER

Varje givet område har särskilda riskfaktorer som påverkar risken för en anläggning. För en anläggning som är belägen nära havet kan stranderosion vara en riskfaktor som måste beaktas vid riskidentifieringen då stranderosion skulle kunna underminera fundament som bär processdelar. Detta är inte en risk i skogen, men där kanske skogsbränder är en större riskbild. För aktuell anläggning har särskilda riskfaktorer studerats, vilka redogörs för sammanfattat i följande avsnitt. Dessa finns också i sin helhet i ett separat PM (se bilaga 1) med källreferens. Följande 12 faktorer har identifierats och analyserats:

- | | | |
|--------------------------|---------------------|----------------------------|
| – Klimatförändringar | – Höga vindstyrkor | – Närliggande verksamheter |
| – Höga vattennivåer | – Extrem temperatur | – Närboende |
| – Erosion, ras och skred | – Brand i natur | – Antagonistiska hot |
| – Blixt- och åskoväder | – Infrastruktur | – Sekundär försörjning |

Utifrån analysen kan det konstateras att inte i detalj går att förutse vilka klimatförändringar som kommer att drabba Öland, men det är tydligt att med ändrat klimat kommer ändrade förutsättningar. Många av följderna man kan förvänta sig täcks in av ovanstående punkter.

Kopplat till höga vattenflöden har material från Länsstyrelsen använts där potentiella översvämningsrisker utretts och aktuellt område är inte bedömt som ett riskområde för översvämnningar. Då särskilt system för att hantera skyfall ska finnas och anläggningen placering 13 m över havet bedöms höga vattennivåer inte ha stor inverkan.

Fastigheten vilar på en grund av sandig morän långt från en slänt, varvid risken för skred bedömts som obefintlig. Avstånd till strandlinjen uppgår till ca 900 m, varvid erosionsrisken också bedömts som obefintlig.

När det kommer till riskbilden för blixt- och åskväder bedöms inte Öland vara utsatt för mer åska jämfört med någon annan del av landet. Det förutsätts finnas en åskledare på anläggningen enligt kravbild. Vindstyrkan på Öland har enligt statistiken minskat jämfört med landet i stort de senaste hundra åren och jämfört med andra områden i södra Sverige är den dimensionerande vindstyrkan vid uppförande av byggnader lägre på Öland jämfört med exempelvis Skåne och Göteborg. Vinden bedöms inte som en särskild riskbild,

Avseende extrema temperaturer har mätdata från studerats för Kalmar flygplats för mätdata de senaste 30 åren. Det konstateras att den historiskt lägsta temperaturen uppgår till -26,4°C. Endast 80 av ca 34 700 mätningar visar en temperatur under -20°C. Anläggningen ska klara temperatur ner till -30°C, varvid risken för köldskada är mycket låg. För höga temperaturer studeras samtidigt risken för brand i natur, vilket bedöms ge högre temperaturer än vädret i sig själv. Nära Alböke finns ingen större skog där skogsbrand skulle kunna spridas till anläggningen, men det finns mycket markvegetation och enstaka solitärträd samt buskage. För att hindra risken för brandspridning från vegetation till anläggningen krävs en buffertzona i form av att det närmaste gräset runt fastigheten är kortklippt. Med kortklippt gräs förekommer inte stora, höga flammor och den infallande strålningen mot anläggningen reduceras kraftigt. Solitärerna och buskage är begränsade och ger lokalt lite större strålningsvärme jämfört med gräset, men med en begränsad flammyta. Buffertzonen i form av föreslagen prickmark bedöms vara tillräcklig. Den buffertzonen som ges är då mellan 7 och 20 meter. Därtill finns stenmurar som kan utgöra strålningsskärmar, vilket ytterligare begränsar risken för brandspridning.

I närheten av anläggningen finns ingen transportinfrastruktur som bedöms utgöra risk för anläggningen. Vägar är placerade med ett avstånd om minst 120 m och ingen kommersiell järnväg



finns i området. Närmaste flygplats är belägen i Kalmar men vid Alböke är flyghöjden sådan att ingen risk för påverkan föreligger. Ingen större hamn finns heller. Infrastruktur i form av luftburna ledningar finns, men de är belägna med stort avstånd till anläggningen och utgör inget hot mot anläggningen.

I Alböke finns inga större verksamheter. Den största verksamhet som identifierats är Alböke Gård som är belägen 500 m bort. På gården bedrivs lantbruk och den verksamheten bedöms inte kunna påverka anläggningen. På Öland saknas Sevesoanläggningar, och den enda anläggning som bedömts som farlig är Guldågelns i Mörbylånga. Från fastlandet skulle kärnkraftverket i Oskarshamn kunna vara en risk som påverkar och förvärrar en olycka, men en större kärnteknisk olycka är så pass osannolik att den inte studeras vidare.

Det finns inga närboende vars verksamhet skulle kunna påverka anläggningen. Det finns dock jordbrukare vars maskiner skulle kunna orsaka en markbrand vilket berörts ovan.

Antagonistiska hot (exempelvis ett attentat mot anläggningen) är svåra att värja sig mot. Baserat på den hotbedömning som NCT publicerat bedöms inte aktuell anläggning ha förhöjd risk för attentat. I den rådande säkerhetshotbild som finns är hotet snarare riktat mot personer eller politiska instanser. Sabotage är lika vanligt som bränder för aktuell typ av anläggning och med hänsyn till de sabotage som skett mot annan energiförsörjningsinfrastruktur kan hotet inte uteslutas. Ett riktat sabotage bedöms dock ge samma konsekvenser som ett vådautsläpp.

Anläggningar ska utformas så att de är robusta enligt BGA, vilket innebär att sekundär försörjning hanteras indirekt.

Med stöd av ovanstående görs bedömningen att anläggningen inte utsätts för yttre riskfaktorer som medger en oacceptabel riskbild. Det kommer finnas skyddssystem för att hantera flera av ovanstående punkter.

Det finns påverkansfaktorer som inte går att kontrollera så som antagonistiska hot eller flyghaveri, men den risken bedöms inte vara större i Alböke jämfört med andra platser. Det finns också scenarier eller faktorer som inte bedömts eftersom de inte går att förutse hur de kommer påverka eller är så osannolika att det inte finns något värde i att redogöra för dem. Exempel är en väpnad konflikt med främmande makt eller en kärnvapendetonation.

3.3 RISKIDENTIFIERING

I en riskanalys görs en riskidentifiering med syfte att identifiera vilka risker som finns, och hur dessa kan påverka anläggningen. Risker som bedöms nedan är primärt de finns inom anläggningen. Det finns riskkällor och utomstående riskfaktorer som kan påverka risken. Detta har dock diskuterats ovan (se avsnitt 3.2) och det kan konstateras att dessa omgivningsfaktorer inte bedöms påverka risken för anläggningen.

Riskidentifieringen har gjorts baserat på hur processen ser ut för anläggningen och därigenom finna vilka risker som förväntas finnas. Identifieringen har gjorts med logiska resonemang och med hjälp av en grovriskanalys (se bilaga 2). De identifierade riskerna presenteras nedan och i slutet summeras de risker som bedöms behöva studeras vidare.

3.3.1 LOSSNING AV SUBSTRAT

Anläggningen tar emot substrat i fast och flytande form. Vid lossning av substrat finns det risk för överfyllning eller att godset tappas, vilket potentiellt kan leda till att substrat hamnar i närmiljön



eller påverkar personer i den direkta närheten. Risken för permanent skador bedöms som låg och sannolikheten för ett större fel bedöms också som låg.

3.3.2 RÖT- OCH EFTERRÖTKAMMARE

I röt- och efterrötkammare finns det stora mängder rågas, vilken skulle kunna släppas ut till det fria. Detta skulle kunna ske genom att rörledningar flyttar gasen till nästa processteg går sönder eller att inneslutningen går sönder. Ledningarna kan gå sönder på grund av slitage eller mekanisk påverkan så som påkörning eller att något faller på ledningen. Samma olycksmekanismer gäller tanken. Ett mindre utsläpp av rågas bedöms inte som osannolikt och skulle uppskattningsvis kunna inträffa mellan en gång per år och en gång på tio år. Ett stort utsläpp från tanken bedöms mer osannolikt (mellan en gång per hundra år och en gång per tusen år), men inte försumbart. Påverkan för människor i området måste studeras vidare.

3.3.3 GASUPPGRADERING

Läckage från gasuppgraderingen skulle kunna leda till utsläpp av brandfarlig gas till omgivningen. Detta bedöms kunna ske mellan en gång per tio år och en gång per hundra år. Den högre sannolikheten gäller för packningsläckage eller mindre läckage, medan den lägre gäller för större brott. Spridning av gas måste utredas vidare.

Trycksatt gas som antänder kan bidra till en jetflamma som sprider sig till annan komponent. Den risken bedöms dock vara hanterad i och med att skyddsavstånd enligt norm tillämpas.

3.3.4 KRYOTANK

Gasen lagras som kyld vätska i en kryptank. Kryptanken bedöms kunna orsaka ett utsläpp till miljön i form av vätska som förångas. Detta skulle kunna ske i samband med lastning av biogas eller på grund av tekniska fel/slitage av ledningar. Ett mindre utsläpp bedöms inte som osannolikt och skulle uppskattningsvis kunna inträffa mellan en gång per år och en gång på tio år. Ett stort utsläpp från tanken bedöms mer osannolikt (mellan en gång per hundra år och en gång per tusen år), men inte försumbart. Påverkan vid utsläpp måste studeras vidare.

Om tanken utsätts för kraftig temperaturpåverkan (troligen genom brand) kan vätskan hettas upp så mycket att biogasen börjar koka och övergår till gasfas. När trycket stiger i tanken och passerar tankens brottgräns kommer tanken att rämna och resultera i en massiv explosion (BLEVE). Tanken är brandtekniskt skyddad och har säkerhetsventiler varvid sannolikheten för den typen av händelser är mycket låg. Konsekvensen är dock så allvarlig att en BLEVE behöver studeras vidare.

3.3.5 OLYCKA MED TANKFORDON

Inne på anläggningen kommer det finnas fordon som levererar substrat och hämtar den kylda biogasen. Dessa skulle potentiellt kunna köra på något som skadar anläggningen. Detta hanteras med påkörningsskydd enligt gällande skyddsnormer och studeras inte vidare.

Fordonen skulle kunna orsaka ett utsläpp av biogas till miljön. Det skulle kunna ske genom att en slang brister eller kopplas fel. Detta bedöms dock vara mer ringa jämfört med de stora processtankarna

En brand i ett fordon skulle kunna spridas vidare till komponenter, vilket i sin tur leder till att dessa komponenter påverkas av brand. Fordonen förväntas dock inte vara uppställda på sådant avstånd att en brand skulle kunna påverka utrustningen.



3.3.6 BRAND I BYGGNAD

På anläggningen finns det byggnader som skulle kunna antas börja brinna. En brand i byggnad sker ungefär en gång vart hundra år. En sådan brand är ofta ganska liten i sin omfattning. Mer omfattande bränder bedöms inträffa med en frekvens om en gång på tusen år.

En omfattande brand skulle kunna spridas till närliggande komponenter och i sin tur leda till ett utsläpp eller liknande. Då anläggningen projekteras enligt BGA bedöms dock den risken vara beaktad eftersom skyddsavstånden tillämpas.

3.3.7 BRAND I VÄRMEANLÄGGNING

En brand skulle kunna inträffa i den värmeanläggning som finns på plats. Det skulle få till effekt både att produktionen påverkas men också att en brand sprider sig likt för en brand i byggnad. Då skyddsavstånden tillämpas bedöms detta inte vara en risk som behöver utredas vidare.

3.3.8 ÖKAD TRANSPORT AV FARLIG GODS

I samband granskningsyttrande från Länsstyrelsen i Kalmar län har det påpekats att mängden farligt gods som transporteras i området kommer öka, varvid följande avsnitt har lagts till. Enligt beräkningar från beställare kommer det ske ett tillskott om ca 100 transporter per år med kylkondenserad gas från anläggningen. Idag bedöms det gå transporter dagligen med brandfarliga varor till bensinstationer och butiker. Transporterna beräknas ske drygt 400 m på allmän väg innan de når den rekommenderade farligt gods-leden. När väg 136 blev utsedd till farligt godsled bör risken för aktuell typ av transport vara beaktad i samhällsplaneringen. Det korta avstånd som gasen transporteras bedöms inte ge ett någon ökad riskbild jämfört med tidigare förutsättningar.

3.3.9 DIMENSIONERANDE SCENARIER

Utifrån ovanstående riskinventering kan det konstateras att det finns många likvärdiga risker i de olika processtegen och att många av riskerna hanteras genom att anläggningen uppförs enligt gällande branschregler.

Det finns dock risker som bedöms behöva utredas vidare eftersom konsekvensen av en olycka inte på förhand går att förutse. Dessa redogörs för i punktlista nedan.

- Utsläpp i gasform med ett gasmoln till följd
- Gasutsläpp som antänder och bildar en jetflamma
- Utsläpp i vätskeform från kryotanken
- Brandexponering av kryotank som leder till en BLEVE

Ovanstående risker kommer bedömas vidare i avsnitt 3.4. Scenarierna utformas konservativt så att de täcker in även mindre händelser. Det exemplifieras med rötkammaren där både små och stora utsläpp kan ske. Ett mer omfattande utsläpp som beräknas täcker in spridningsmönstret från de mindre händelserna.

3.4 RISKBEDÖMNING

3.4.1 UTSLÄPP I GASFORM MED GASMOLN

Det enskilt största gasutsläppet från produktionsanläggningen som kan ske är från de båda efterrötkammarna. Dessa inrymmer 3 980 m³ gas vardera, totalt 7 960 m³ rötgas. Totalt förvaras 12 680 m³ rötgas i anläggningen, men då i separata tankar.

I bedömningen antas endast en tank falla i taget. Frekvensen för att en tank fallerar är svår att bedöma eftersom det beror på flera faktorer så som underhåll och konstruktion. Dock finns det



schablonmässiga värden som går att använda sig av. Enligt de standarder som tagits fram av den nederländska statliga myndigheten VROM kan frekvensen för att en tank med ett yttre skyddslager (en: *single containment tank*) får ett utsläpp där all kemikalie släpps ut direkt uppskattas till $5 \cdot 10^{-6} \text{år}^{-1}$, vilket motsvarar en gång på 200 000 år.[7] Ett mindre utsläpp med ett hål på 1 cm bedöms enligt samma källa kunna ske med frekvensen $1 \cdot 10^{-4} \text{år}^{-1}$, vilket motsvarar en gång per tio tusen år. Frekvensen för att två tankar fallerar samtidigt oberoende av varandra ges av produkten för frekvensen för båda tankarna, det vill säga $2,5 \cdot 10^{-11} \text{år}^{-1}$ för att två tankar släpper ut allt sitt innehåll samtidigt, eller $1 \cdot 10^{-8} \text{år}^{-1}$ för två mindre hål. [7]

Det saknar praktiskt värde att diskutera så låga frekvenser som en gång på hundra miljarder år ($1 \cdot 10^{-11} \text{år}^{-1}$) och talet är så litet att det inte går att resonera kring det eftersom det inte är möjligt att förstå hur litet talet faktiskt är. Som referens var frekvensen för flygkrascher för kommersiella flygplan 2018 ca en gång per 24 000 fligheter ($4 \cdot 10^{-5}$), vilket är en risknivå som de flesta anser som acceptabel[8]. Detta är dock inte ett acceptanskriterium för risken, utan en ansats till att illustrera frekvensen på ett mer begripbart sätt.

Det skulle förvisso kunna finnas gemensamma fel som ökar risken för att båda tankarna ska haverera, vilket skulle kunna ske på grund av dåligt underhåll eller dåligt fabrikat. Dessa gemensamma fel innebär att frekvensen för felfunktion ökar, men det krävs fortfarande att båda de separata system felfungerar samtidigt för att det ska ge en ökad konsekvens. Om tankarna felfungerar med timmars mellanrum kommer konsekvensen vara samma som om en tank felfungerar två gånger på raken. Vidare måste det dock vara en förutsättning i riskutredningen att utrustningen som levereras är hel och personalen som utför underhållet kompetent, annars fallerar hela konceptet.

Det kan konstateras utifrån ovanstående resonemang att det är ytterst osannolikt att två tankar fallerar samtidigt, och där anses det rimligt att endast studera en tank i taget.

I utredningen för BGA 2012 (Grontmij 2011) beräknades längsta avstånd, för värsta scenariot, till 25 % av det undre brännbarhetsområdet, LEL (ca 1 vol%), till ca 360 m för ett utsläpp på 3000 m^3 . Nivån på 25 % av LEL tillämpas då det kan bildas gasfickor lokalt med högre koncentration och ger därmed en högre säkerhetsnivå än att redovisa avståndet till LEL. Enligt referenslitteratur för ALOHA brukar dock 60 % av LEL användas för avstånd till flamfickor. I beräkningar gjorda för aktuell utredning anges båda värdena, men 60% anses vara brukligt för gränsen för var flamfickor kan uppstå.

Nedan redovisas beräkningsfall i ALOHA med utsläpp av $8\,120 \text{ m}^3$ gas gjord specifikt för aktuell anläggning. Metangas används istället för rötgas eftersom metan är den största komponenten i gasen och eftersom rötgas inte finns med i beräkningsprogrammet. Då rötgas består till ca 60% av metan justeras volymen till $4\,872 \text{ m}^3$, vilket motsvarar den totala mängden metangas. Koldioxid är inte brännbart och kommer påverka brännbarheten negativt genom att vara termisk barlast i förbränningsreaktionen. Det får även som bieffekt att beräkningarna kan tillämpas för ett rent biogasutsläpp från uppgraderingsdelen, varvid detta inte behöver beräknas separat. Då volymen kraftigt överstiger den som finns i uppgraderingsanläggningen bedöms det vara mycket konservativt.

Tre utsläppsberäkningar har gjorts. Två av fallen utgörs av en tank med kontinuerligt utsläpp av gas. I beräkningarna tillämpas ett hål med dimensionen $10 \times 10 \text{ cm}$, vilket är tänkt att motsvara en reva i taket. Beräkningar har gjorts för vindstyrkan 6 m/s med stabilitetsklass D och för 2 m/s för stabilitetsklass F. Beräkningen med stabilitetsklass D syftar till att påvisa ett troligt resultat för spridning och stabilitetsklass F syftar till ett ytterst konservativt resultat.



I båda fallen har ett tryck i tanken om 1,1 atm ansatts, vilket är ett större tryck än vad som finns. Det är ett beräkningstekniskt antagande som gjorts för att kunna genomföra beräkningen då det krävs ett drivande tryck för att plymen ska röra sig. I verkligheten är tryckskillnaden så pass låg att egentligen inte finns något bakomliggande tryck som driver trycket, och spridningsberäkningarna som görs nedan kommer ge ett felaktigt resultat som inte stämmer med verkligheten. Dock är resultatet konservativt, vilket ses som positivt. I verkligheten kommer gasen att stanna i det direkta närområdet och endast driva med vinden.

Det tredje fallet representerar utsläpp där all gas momentant släpps ut. Det skulle motsvara ett scenario där hela taket försvinner och all gas kan släppas ut direkt, vilket egentligen inte kan hända. I den beräkningen tillämpas vindstyrka om 6 m/s och stabilitetsklass D. Detta då scenariot från början är så pass konservativt ansatt att resultatet skulle bli för missvisande om så konservativa antaganden kring väderförhållanden tillämpades som ett dimensionerande scenario. Scenariot kommer beräknas som ett känslighetsscenario med utgångspunkten att redogöra för den yttersta möjliga konsekvensen.

Utsläpp från tank, stabilitetsklass D och vindstyrka 6 m/s

Följande riskavstånd har beräknats. Dessa redogörs för grafiskt i figur 6 nedan.

Avstånd till LEL:	53 m
Avstånd till 60 % LEL (flamfickor):	68 m
Avstånd till 25% LEL:	121 m



Figur 6 - spridning av gasmoln vid relativt stabil skiktning (D), vind 6 m/s. Röd färg återger avstånd till LEL, orange färg 60 % av LEL och gul färg 25% av LEL



Utsläpp från tank, stabilitetsklass F och vindstyrka 2 m/s

Följande riskavstånd har beräknats. Dessa redogörs för grafiskt i figur 6 nedan.

Avstånd till LEL:	258 m
Avstånd till 60 % LEL (flamfickor):	318 m
Avstånd till 25% LEL:	450 m



Figur 7 - spridning av gasmoln vid relativt stabil skiktning (F), vind 2 m/s. Röd färg återger avstånd till LEL, orange färg 60 % av LEL och gul färg 25% av LEL

Direkt utsläpp, stabilitetsklass D och vindstyrka 6 m/s

Följande riskavstånd har beräknats. Dessa redogörs för grafiskt i figur 6 nedan.

Avstånd till LEL:	155 m
Avstånd till 60 % LEL (flamfickor):	203 m
Avstånd till 25% LEL:	369 m



Figur 8 - spridning av gasmoln vid relativt stabil skiktning (D), vind 6 m/s. Röd färg återger avstånd till LEL, orange färg 60 % av LEL och gul färg 25% av LEL

Baserat på ovanstående beräkningar kan det konstateras att brännbar blandning inte förväntas uppstå i närheten av bebyggelse. Givet att flamfickor potentiellt kan uppstå där bränslekoncentrationen är 60% av det undre brännbarhetsområdet kan flamfickor förväntas uppstå mellan 200 och 300 m från utläppskällan. Närmaste bebyggelse är ca 300 m från den yttre gränsen på fastigheten och från tank till fastighetsgräns är avståndet ca 80–100 m, vilket gör att närmaste byggnad är ca 400 m från riskkällan.

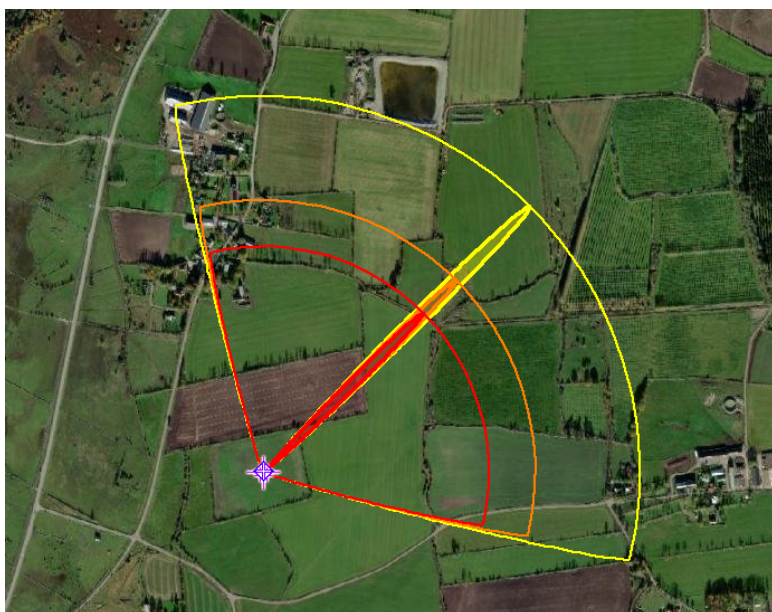
Baserat på de konservativa antaganden och begränsningar i beräkningarna kan det konstateras att det inte föreligger någon nämnvärd risk för att bostäder ska drabbas av flammor till följd av ett gasutsläpp där hela gasmängden i den största tanken sprids. Lägre koncentrationer av gas kan nå de närmaste bostadshusen (gul spridningszon) men koncentrationerna är så låga att de inte kan antändas. Gränsvärdet för att personer ska drabbas av lindriga förgiftningseffekter till följd av ett utsläpp är 6 volymprocent under 15 minuter, och den gula zonen motsvarar 1 volymprocent. Koncentration motsvarande 6 volymprocent återfinns i den röda zonen. Dock krävs det längre exponering än vad utsläppet varar för att orsaka skador.

Känslighetsanalys - Direkt utsläpp, stabilitetsklass F och vindstyrka 2 m/s

En kompletterande beräkning avseende direkt utsläpp med metangas görs för stabilitetsklass F med vindstyrkan 2 m/s. I praktiken kan denna stabilitetsklass inte uppnås och modellerna är i många fall inte giltiga eftersom de överskattar resultatet vid denna stabilitetsklass, vilket i kombination med de antagna utsläppsförhållandena ger mycket konservativa förhållande. Scenariot tjänar som en känslighetsanalys och är inte ett dimensionerade scenario. Om risken bedöms som acceptabel trots förutsättningarna är det dock en indikation på att risken i övrigt också är acceptabel.

Följande riskavstånd har beräknats. Dessa redogörs för grafiskt i figur 9 nedan.

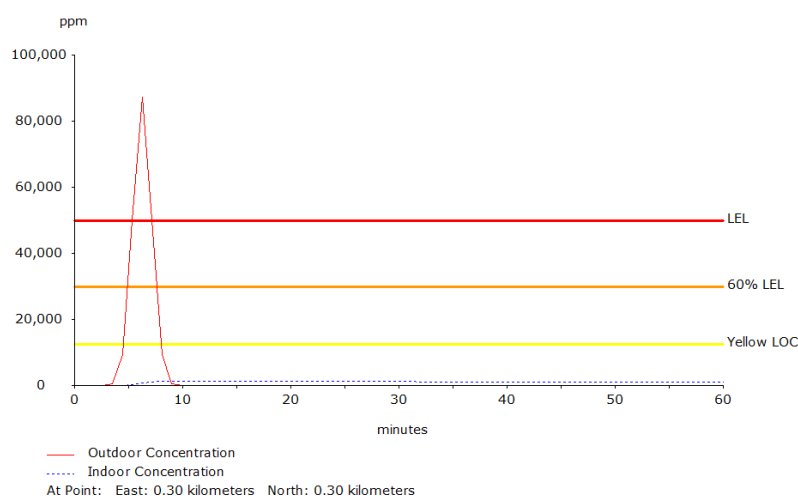
Avstånd till LEL:	526 m
Avstånd till 60 % LEL (flamfickor):	634 m
Avstånd till 25% LEL:	877 m



Figur 9 - spridning av gasmoln vid relativt stabil skiktning (F), vind 2 m/s. Röd färg återger avstånd till LEL, orange färg 60 % av LEL och gul färg 25% av LEL

I beräkningen finns det en möjlighet att bostäder hamnar inom den röda zonen, vilket innebär att det finns en teoretisk möjlighet till antändning av gasplymen vid bostäder. Scenariot är att betrakta som en känslighetsanalys och inte ett dimensionerande scenario med tanke på att det ingående parametrarna är så pass konservativa. Detta då gasen som beräknas är metangas och inte rötgas, samt att väderförhållandena (F, 2 m/s) vilket leder till att spridningen överskattas.

Det kräver mer detaljerad redovisning av resultatet för att utfallet inte ska misstolkas. Koncentrationsprofilen för avståndet till närmaste hus (425 m) indikerar att koncentrationen under korta perioder är över nedre gränsen för brännbarhetsområdet. Det innebär likt ovan att antändning kan ske. Det är möjligt att antända gasmassan under mindre än 5 minuter av förloppet och det är endast givet att det finns en antändningskälla. Den termiska tändpunkten för metan är ca 540°C vilket gör att självantändning är inte kan ske och därför krävs en öppen låga för antändning.



Figur 10. Koncentration över tid för en punkt 425 m ifrån centralt i plymen?



Trots att koncentrationen på det aktuella avståndet är tillräcklig för att antändning ska kunna ske krävs det en tändkälla i form av en öppen låga.

Givet att antändning ändå sker kommer en gasmolnsexplosion att uppstå. Det kan potentiellt leda till skador på människor och byggnader. I *Aloha* kan effekten av en gasmolnsexplosion beräknas. Utifrån beräkningen väljs tre skadekriterier: Skada på byggnad (8 psi), allvarlig skada (3,5 psi) och glassplitter (1,0 psi). Dessa kriterier är fördefinierade i *Aloha*.

Om antändning sker av gasmolnet kommer trycket inte överstiga 1,0 psi inom det studerade området.

Threat Modeled: Overpressure (blast force) from vapor cloud explosion
Type of Ignition: ignited by spark or flame
Level of Congestion: uncongested
Model Run: Gaussian
Red : LOC was never exceeded --- (8.0 psi = destruction of buildings)
Orange: LOC was never exceeded --- (3.5 psi = serious injury likely)
Yellow: LOC was never exceeded --- (1.0 psi = shatters glass)

Figur 11. Utdata för tryck vid detonation i området. Kriterier valda utifrån *Aloha*:s fördefinierade skadekriterier

När det kommer till tryck finns det inga tydliga kriterier men 1,0 psi brukar användas i många beräkningsmjukvaror. Det ska jämföras med ett värdena om 35 kPa (5 psi) och 70 kPa (10 psi) som motsvarar trumhinneruptur respektive lungskador enligt [5].

En gasmolnsexplosion kommer inte kunna skada vare sig byggnader eller personer. Så skulle en gasmolnet mot förmodan antända föreligger ingen risk för skador. Därtill kommer människor vara inomhus och skyddas således av sina hus, vilket ytterligare minimerar risken för personskador.

Det sista värdet som kontrolleras är risken för att till följd av exponering för hög koncentration av metan. Det krävs en långvarig exponering under 15 minuter för att påverkas. Kriterierna som redogörs för i 3.1 tillämpas för att studera var dödsfall, allvarlig skada samt lindriga skador kan förväntas ske till följd av exponering utomhus. Det redogörs för nedan:



Figur 12. Områden där gasen riskerar att skada personer efter minst 15 minuters exponering. Röd zon: Dödsfall - 400 000 ppm, orange zon: Allvarlig skada - 230 000 ppm, gul zon: Lindrig skada - 65 000 ppm



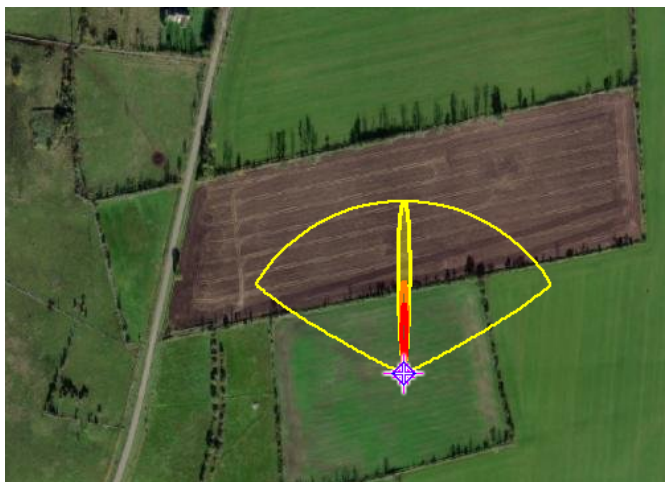
Personer som vistas inom plymen under minst en kvart och är utomhus kan riskera skador. Under natten förväntas dock inga personer vistas på åkern utomhus. Personer förväntas inte heller vistas på åkern under dagtid, men för det fallet blir spridningen mindre än ovan med hänsyn till väderförhållandena. Koncentrationerna inomhus är försumbara och riskerar inte att leda till lindriga skador.

Givet det utsläpp som sker i känslighetsanalysen finns det en möjlighet att det uppstår brännbara gasområden i anslutning till de närmaste byggnaderna. Skulle dessa konservativa förhållande mot all förmodan uppstå kommer det dock inte innebära någon risk för människor eftersom kraften i detonation inte är tillräcklig för att orsaka skador. Både trumhinneruptur och lungskada har studerats och trycket uppgår inte ens till en femtedel av det tryck som krävs för en trumhinneruptur. Trycket är beräknat för personer inomhus. Om gasen inte antänder är utsläppet så pass kort att personer som vistas utomhus inte riskerar skador om de inte står mer än en kvart mitt ute på åkern, vilket ingen förväntas göra under natten. Känslighetsanalysen innebär således ingen större risk för personer i området.

Kontrollberäkning med förändrade egenskaper

Kontrollberäkningar har gjorts med en gas som har metans kemiska och termodynamiska egenskaper, men samma densitet och molekylvikt som gasblandningen kan förväntas ha. Kontrollberäkningar visar på kortare spridningszoner jämfört med den rena metangasen, även då volymen är större. Det antas bero på det låga övertryck som finns i tanken och att gasen är relativt tyngre än metan, vilket gör att gasen inte kommer kunna röra sig likt långt och tidigare blandas ut.

Nedan återges bilder motsvarande fallet Utsläpp från tank, stabilitetsklass F och vindstyrka 2 m/s.



Figur 13 - spridning av gasmoln vid relativt stabil skiktning (F), vind 2 m/s. Röd färg återger avstånd till LEL, orange färg 60 % av LEL och gul färg 25% av LEL

Avstånd till LEL:	69 m
Avstånd till 60 % LEL (flamfickor):	91 m
Avstånd till 25% LEL:	170 m

Utifrån detta bedöms således beräkningarna med metan vara värre jämfört med en gasblandning med metan och koldioxid. Det ska noteras att det inte går att tillämpa exakta värde i indata, utan det är i princip enbart metans fysikaliska egenskaper som används. Vidare ska det återigen påpekas att koldioxiden kommer vara en termisk barlast och kommer troligen påverka brännbarheten så att brännbarhetsområdet minskar.



3.4.2 UTSLÄPP I GASFORM MED JETFLAMMA

De jetflammar som kan bildas inom anläggningen utgår mest sannolikt från eventuell bufferttank vid gasuppgraderingen eller från rörsystem innan förvätskning. Konsekvensens omfattning påverkas av rördimensioner, flänsar etc. samt tryck. Överslagsberäkningar på flamlängd för typiska exempel på bufferttank och gaslager redovisas i det följande.

Beräkningsgång utgår från FOA-handboken [5].

Beräkning av rörbrott gaslager:

- Rörbrott, hål med $d=0,01$ m
- Trycket är maximalt 14 bar
- Metangas strömmar ut från en utsinlig källa

Utsläppet antas som en fri cirkulär jet i stagnant medium. Flamlängden för en jetflamma kan konservativt antas till avståndet till undre brännbarhetsgränsen, UB. Avståndet till nedre brännbarhetsgränsen beräknas enligt nedanstående uttryck. Innan avståndet kan beräknas måste rörelsemängdsflödet (F) och massflödet (Q) beräknas. Detta görs i nedanstående avsnitt.

$$\text{Nedre brännbarhetsområdet, } X_2 = \frac{5,95 \cdot Q}{\sqrt{\rho_a \cdot (F - Q \cdot u_w)}} \cdot \frac{1}{Y_c}$$

Q	Massflöde från källa [kg/s] <i>Enligt beräkning, se nedan.</i>	u_w	Konstant [m/s] <i>Ansatt värde, 2 m/s</i>
ρ_a	Atmosfärens densitet [kg/m ³], <i>Tabell, 1,29 kg/m³</i>	Y_c	Centrumkoncentration [kg/kg] <i>Enligt beräkning, se nedan</i>
F	Rörelsemängdsflödet [N] <i>Enligt beräkning, se nedan</i>		

Strömningen anses vara kritisk eftersom följande nedanstående ekvation. Det är ett villkor för att beräkningarna ska vara giltiga.

$$\text{Kriterie för kritisk strömning, } P_0 \geq \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\frac{\gamma + 1}{2(\gamma - 1)}} P_a$$

P_a	Atmosfärtryck [Pa] <i>Antaget: 101 300 Pa</i>	γ	Konstant [-] <i>Ansätts till 1,3 enligt handbok</i>
-------	--	----------	--

Massflödet ut från rörbrott beräknas enligt nedanstående formel. Innan den kan beräknas måste dock gaskonstanten R beräknas, vilket görs på följande sätt. R_* är den allmänna gaskonstanten och m är molmassan vilket ger ett $R=520$ J/K kmol.

$$\text{Universella gaskonstanten, } R = \frac{R_*}{m} = 520 \text{ J/K} \cdot \text{kmol}$$

R_*	Allmänna gaskonstanten [J/K] <i>Konstant: 8 314 J/K</i>	m	Molmassa [kmol] <i>Tabell, metan: 0,0625 kmol</i>
-------	--	-----	--

Med ovanstående värde, samt nedan angivna tabellvärde och indata beräknas massflödet (Q) till följande:



$$\text{Massflöde, } Q = C_d A \frac{P_0}{\sqrt{RT_0}} \sqrt{\gamma} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}$$

C_d	Kontraktionsfaktor för gasstråle [-] <i>Antaget: 0,75</i>	R	Gaskonstant [J/K·kmol] <i>Beräknas enligt ovan</i>
P_0	Tryck i behållare [Pa], <i>Enligt uppgift: $1,4 \cdot 10^6$ Pa</i>	γ	Konstant [-] <i>Ansätts till 1,3 enligt handbok</i>
T_0	Temperatur i behållare [K] <i>Ansatt: 293 K</i>	A	Tvärsnittsarea för hål [m ²] <i>Ansatt: 0,01 m²</i>

$$Q = C_d A \frac{P_0}{\sqrt{RT_0}} \sqrt{\gamma} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}} = 0,75 \cdot 0,01 \frac{1,4 \cdot 10^6}{\sqrt{520 \cdot 293}} \sqrt{1,3} \left(\frac{2}{1,3 + 1} \right)^{\frac{1,3+1}{2(1,3-1)}} = 0,14 \text{ kg/s}$$

Därefter beräknas rörelsemängdsflödet. Det ges enligt följande uttryck samt nedanstående indata till följande:

$$\text{Rörelsemängdsflödet, } F = C_d A (1,26 P_0 - P_a)$$

C_d	Kontraktionsfaktor för gasstråle [-] <i>Antaget för skarp kant: 0,75</i>	A	Tvärsnittsarea för hål [m ²] <i>Ansatt: $7,8 \cdot 10^{-5}$ m²</i>
P_0	Tryck i behållare [Pa], <i>Ansatt: $1,4 \cdot 10^6$ Pa</i>	P_a	Atmosfärtryck [Pa] <i>Ansatt: 101 300 Pa</i>

$$F = C_d A (1,26 P_0 - P_a) = C_d A (1,26 \cdot 1,4 \cdot 10^6 - 1 \cdot 10^5) = 97 \text{ N}$$

Slutligen beräknas centrumkoncentrationen enligt nedanstående formel.

$$Y_c = \frac{\text{volymprocent metan} \cdot \text{molmassa metan}}{\text{volymprocent luft} \cdot \text{molmassa luft}} = \frac{0,05 \cdot 16}{0,95 \cdot 29} = 2,9 \text{ mass\%}$$

Med beräknade värden för variablerna Q, F och Y_c kan avståndet till det nedre brännbarhetsområdet beräknas. Det ges till följande:

$$X_2 = \frac{5,95 \cdot Q}{\sqrt{\rho_a \cdot (F - Q \cdot u_w)}} \cdot \frac{1}{Y_c} = \frac{5,95 \cdot 0,14}{\sqrt{1,29 \cdot (1850 - 0,14 \cdot 2)}} \cdot \frac{1}{0,029} = 2,9 \text{ m}$$

Alltså blir jetflammanlängden **2,9 m** om flamlängden för en jetflamma kan antas till avståndet till undre brännbarhetsgränsen LFL.

Handberäkning bufferttank

Massflödet ut från rörbrott från bufferttanken beräknas enligt ovan. Läckage antas i beräkningen nedan ske via fläns till manlucka med DN 500. Beräkning har utförts för rektangulärt hål med 500 mm längd och 0,5 mm bredd. Detta motsvarar ca 1/3 av manluckans omkrets och är tillämpligt för ett enkelt flänsbrott.

Med indata $A = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ och $P_0 = 4 \text{ bar} = 4 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ samt antagandet att $\gamma = 1,3$, $T_0 = 293 \text{ K}$ och att hålet är skarpkantat ($C_d = 0,75$) ges:

$$Q = 1,20 \text{ kg/s}$$

Rörelsemängdsflödet, F beräknas enligt:



$$F = C_d A (1,26 P_0 - P_a) = 707 \text{ N}$$

Nedre brännbarhetsgränsen för metan är 5 vol% enligt FOA-handboken vilket ger:

$$Y_c = \frac{\text{volymprocent metan} \cdot \text{molmassa metan}}{\text{volymprocent luft} \cdot \text{molmassa luft}} = \frac{0,05 \cdot 16}{0,95 \cdot 29} = 2,9 \text{ mass\%}$$

Avståndet till nedre brännbarhetsgränsen blir då:

$$X_2 = \frac{5,95 \cdot Q}{\sqrt{\rho_a \cdot (F - Q)}} \cdot \frac{1}{Y_c} = \frac{5,95 \cdot 1,20}{\sqrt{1,29 \cdot (707 - 1,2)}} \cdot \frac{1}{0,029} = 8,1 \text{ m}$$

Alltså blir jetflammanlängden ca **8 m** om flamlängden för en jetflamma kan antas till avståndet till undre brännbarhetsgränsen LEL.

Om det istället antas att flamlängden för en jetflamma är avståndet till stökiometrisk blandning (5,8 mass%) ger istället en flamlängd om **4,1 m**.

Anläggningens lokalisering får därmed bedömas som väl vald avseende risk för olyckor med brandfarlig gas.

3.4.3 UTSLÄPP I VÄTSKEFORM FRÅN KRYOTANK

Då biogasen förvaras vid låg temperatur (ca -160°C) kommer det vid ett läckage från kryotanken ske ett utsläpp i form av en vätskepöl. Först när förångning av pölen sker kommer ett gasmoln bildas som kan antändas. Utbredningen av gasmoln vid ett värsta troligt scenario har simulerats i ALOHA som en förångande pöl. Detta resulterar i den största gasmolnsutbredningen då väderförutsättningarna är som minst gynnsamma.

Utbredningen av pölen (A) samt avångningshastighet (E) beräknas utifrån FOA-handboken[5], och används för att bestämma indata till ALOHA-modellen.

Samma källstyrka används som i ovanstående beräkning (3.3.1) för ett flänsbrott.

$$\text{Pölens area, } A(t) = \left(\frac{Q_f}{\rho_f d_p} \right) \cdot \left(\frac{t}{1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{\theta}{\rho_f d_p} \cdot \sqrt{t}} \right)$$

Q_f Källstyrka på utsläpp [kg/s]
Antaget: 2,5 kg/s

ρ_f Vätskans densitet [kg/m³],
Tabell, biogas: 422 kg/m³

d_p Djup på pöl [m]
Antaget: 0,01 m

θ Konstant [kg/m²·s^{1/2}]
Beräknas enligt nedan 0,48

t Tiden [s]



$$\text{Avångningsstyrka, } E(t) = Q_f \cdot \left[1 - \frac{\left(1 + \frac{2\theta}{3\rho_f d_p} \cdot \sqrt{t}\right)}{\left(1 + \frac{4\theta}{3\rho_f d_p} \cdot \sqrt{t}\right)^2} \right]$$

Q_f Källstyrka på utsläpp [kg/s]

Antaget: 2,5 kg/s

ρ_f Vätskans densitet [kg/m³],

Tabell, biogas: 422 kg/m³

d_p Djup på pöl [m]

Antaget: 0,01 m

θ Konstant [kg/m²·s^{1/2}]

Beräknas enligt nedan till 0,48

t Tiden [s]

$$\theta = \frac{K_G(T_G - T_b)}{h_{fg}\sqrt{\pi\alpha_G}}$$

K_G Värmeledning [J/m·s·K]

Tabell, grus: 2,5 J/m·s·K

T_G Markens temperatur [K]

Antaget: 283 K

T_b Vätskans temperatur [K]

Tabell, biogas: 111 K

h_{fg} Konstant [J/kg]

Tabell, biogas: 480 000 J/kg

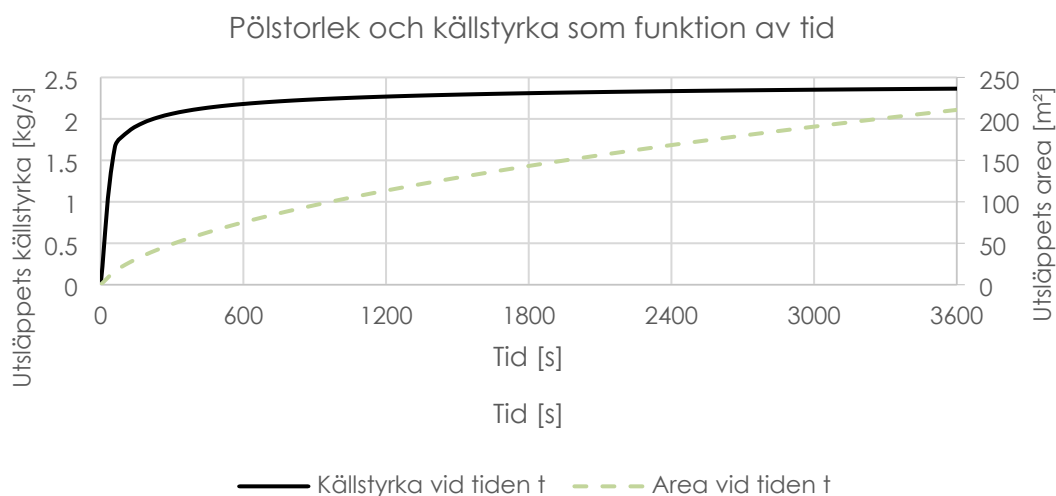
α_G Värmediffusivitet [m²/s]

Tabell, grus: 11·10⁻⁷ m²/s

π Konstant [-]

3,14

Både pölens storlek och avångningen är beroende av tiden som utsläppet sker. Det förefaller rimligt att pölens storlek inte är lika stor efter en minut som efter en timme. Beräknat över tiden ges följande pölstorlek och avångningshastighet.



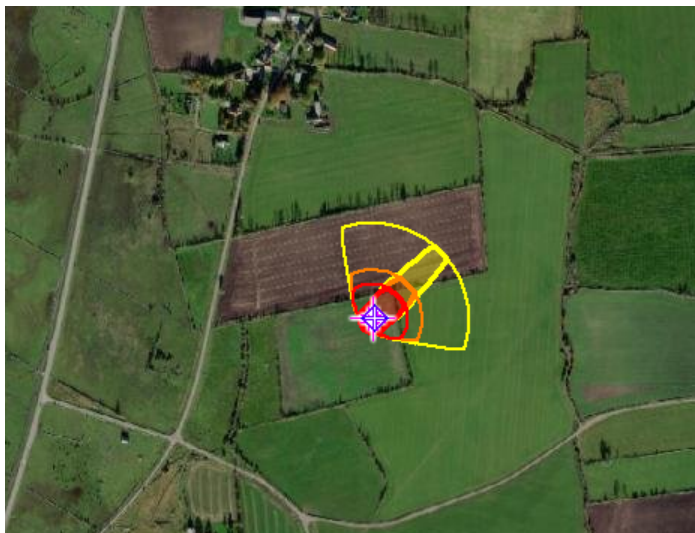
Utifrån ovanstående kan det konstateras att pölens källstyrka (avångningshastighet) initialt är låg, men stabiliserar sig kring 2,3 kg/s. Pölens storlek ökar hela tiden, men under det tidiga skedet beräknas den till att vara cirka 150 – 200 m². Med en källstyrka från hålet om 2,5 kg/s har hela tanken tömts inom en timme, vilket gör att 200 m² bedöms vara den största yta som en pöl kan få innan skadeavhjälpan åtgärder påbörjats.

De atmosfäriska förhållandena motsvaras av klar vinterkväll, vind: 2 m/s, stabilitetsklass F. Detta är det värsta och mest konservativa väderförhållande som kan uppstå.



ALOHA ger följande resultat:

Avstånd till LEL:	57 m
Avstånd till 60 % LEL (flamfickor):	83 m
Avstånd till 25% LEL:	166 m



Figur 14 - spridning av gasmoln från avdunstande pöl vid mycket stabil skiktning (F), vind 2 m/s. Röd färg återger avstånd till LEL, orange färg 60 % av LEL och gul färg 25 % av LEL

Det bedöms inte föreligga någon risk för att direkt flampåverkan från ett utsläpp. Koncentrationerna bedöms vara låga när de når närmaste bostadshus och har inte räknats ut i resultatfilen. Beräkningarna görs för en tunggasmodell vilket initialt bedöms vara den mest lämpliga för kylida gaser, vilka är tunga.

Med hänsyn till de beräknade riskavstånden bedöms inga farliga koncentrationer avseende brand eller förgiftning kunna uppstå vid bostadshusen. Detta gäller oavsett placering av tanken vilket ses i figur ovan.

3.4.4 BRANDUTSATT KRYOTANK

Om en sluten tank med brännbar vätska exponeras för brand kommer innehållet i tanken att hettas upp så att ämnet når över sin kokpunkt. Då ämnet börjar koka ökar trycket i tanken till dess att tanken rämnar. Tryckökningen beror på att ämnet övergår till gas, och när tanken väl rämnat och släpper ut gasen sker en explosion. Fenomenet kallas för BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) och innebär ofta förödande konsekvenser för omgivningen.

Kryotanken utformas isolerade med det silikatbaserade isoleringsmaterialet perlit i kombination med vakuum. Enligt Energigasnorm bedöms tankkonstruktionen ge ett mycket högt passivt brandskydd. Beroende på exakt vilken tank som används varierar utformningen, men ofta ges ett brandmotstånd åtminstone under ett par timmar. Det innebär att det finns gott om tid för att bekämpa en brand och, i värsta fall, utrymma närområdet om temperaturökningen skenar. Vid brand stiger temperaturen långsamt tack vare isoleringen vilket även medger att tryckavlastning via säkerhetsventilerna kan förväntas fungera effektivt (förutsatt dessa inte felfungerar). Den låga temperaturen på vätskan i tanken kommer också kyla av, vilket även det påverkar temperaturen vid brand.

Sannolikheten för att en BLEVE ska inträffa är mycket låg. För aktuell anläggning måste både en brand pågå i direkt anslutning till tanken under en längre tid och säkerhetsfunktioner felfunkera för



att förhållandena skulle kunna uppstå, varvid sannolikheten för detta bedöms som ytterst låg. Dock är det inte möjligt att helt utesluta risken, varvid ett konsekvensområde för en sådan händelse trots att det är osannolikt beräknas. Det antas att hela kyltanken med en mängd om 40 ton biogas involveras i händelsen, vilket är konservativt eftersom en del av bränslet kommer vara flytande och tryckas iväg av tryckvågen och inte delta i explosionsförloppet.

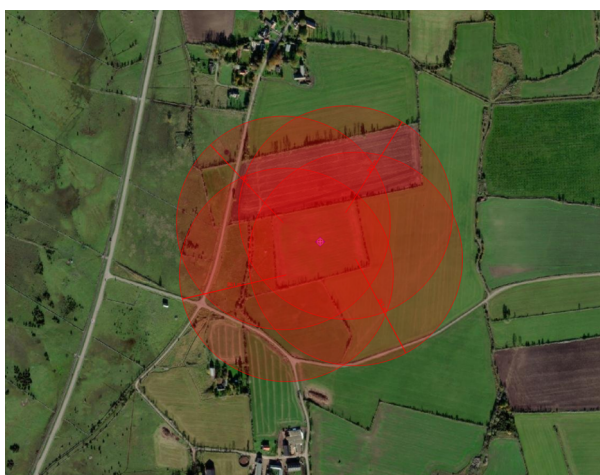
Om en BLEVE inträffar kommer det bildas ett cirkulärt skadeområde. Som skadekriterium används infallande värmestrålning. För att trä ska antända utan pilotlåga krävs en infallande värmestrålning om 30 kW/m^2 under minst 30 sekunder enligt the Ignition Handbook [12]. En BLEVE medför infallande strålning överstigande 30 kW/m^2 illustreras nedan:



Figur 15. Zon inom vilken värmestrålningen vid en BLEVE är 30 kW/m^2 eller högre.

Utifrån beräkningarna kommer eldklotet endast vara under 15 sekunder, vilket är halva tiden mot kriteriet. Inga byggnader finns inom zonen utan endast levande växter. För att tända eld på levande växter krävs mellan $100\text{--}250 \text{ kW/m}^2$, vilket endast uppstår i det direkta närområdet. [19]

Beroende på en BLEVE uppstår finns det risk att byggnader hamnar inom zonen för antändning. I följande montage har riskkällan placerats i fastighetens fyra hörn och skrafferats ut för att ge en zon för BLEVE oberoende av placering. Notera att hela området inte kan drabbas samtidigt utan endast en av de fyra cirkulära skadeområdena kan inträffa.

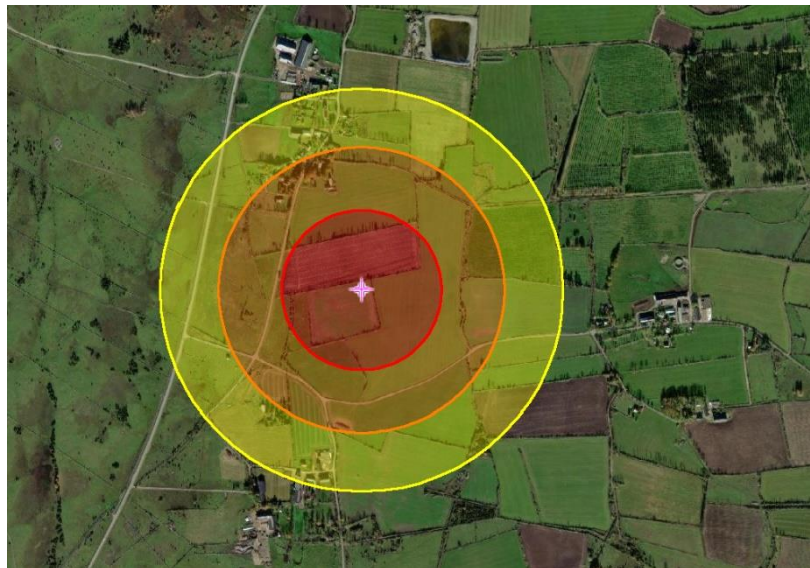


Figur 16. Montage av zoner för BLEVE. Observera att endast en av cirkelarna kan uppstå och inte hela området.

Utifrån ovanstående kan det konstateras att inga byggnader riskerar att antändas. I figuren nedan (se figur 17) används tre zoner för att beskriva konsekvensen från en BLEVE för människor utomhus. Den



röda zonen motsvarar värmestrålning om 30 kW/m^2 eller mer. Orange motsvarar strålning mellan 10 kW/m^2 och 15 kW/m^2 . Det gula området motsvarar värmestrålning mellan 5 kW/m^2 och 10 kW/m^2 . För att konkretisera strålningsnivåerna till mer hanterbara siffror så är den infallande strålningen mot jorden från solen alltid ca $1,5 \text{ kW/m}^2$ [9]. Vid exponering om ca 10 kW/m^2 upplever personer normal smärta inom 5-20 sekunder [10]. Strålningsnivån 30 kW/m^2 ansätts enligt ovan till motsvarande antändning för trävirke.



Figur 17. Konsekvensområde för BLEVE. Rött utgör område där infallande strålning är 30 kW/m^2 eller högre. Därefter är det orangea mellan $10\text{-}30 \text{ kW/m}^2$ och det gula 5 kW/m^2 .

Eldklotet har beräknats ha en varaktighet om ca 15 sekunder. Den närmaste byggnaden utanför anläggningen beräknas nå en strålningsnivå om 18 kW/m^2 under 15 sekunder vilket inte är tillräckligt för antändning på byggnader i närområdet likt tidigare konstaterat. Risken för brandspridning till närliggande fastigheter ses därmed som försumbart låg.

Personer som vistas inom det röda eller orangea området riskerar att få allvarliga brännskador på hud som är exponerad till följd av värmestrålning från eldklotet. Ungefär i mitten av det orangea området, där strålningen är 15 kW/m^2 , är sannolikheten för andra gradens brännskada ungefär en på tio vid exponering under 15 sekunder givet att personen är helt bar på hela kroppen [5]. På randen till det orangea området där strålningen är 10 kW/m^2 är sannolikheten för andra gradens brännskada på bar hud försumbar. Eftersom kläder skyddar mot värmestrålning sjunker sannolikheten ytterligare för de delar av kroppen som är oexponerade. I [5] redogörs det för olika strålningsnivåer där kläder antänder och för de flesta vanliga klädetyper krävs exponering om ca 60 kW/m^2 under minst 10 sekunder för att kläder ska antända. Det kan därför konstateras att kläder kommer ge ett bra skydd och inte riskerar att antända till följd av värmestrålning.

För att det ska kunna bli en BLEVE måste det likt ovan beskrivit ske upphettning under lång tid. Tanken skyddas av sin isolering under flera timmar och inte förrän isoleringen är ”förbrukad” kommer temperaturen kunna öka i tanken. Det krävs en mycket stor energikälla för att kunna underhålla en brand så länge. Det enda rimliga scenario skulle vara en brand i en lastbil som lossar flytande gas, men även i det fallet finns ett skyddsavstånd som förhindrar direkt flamkontakt. Skulle sådan upphettning ske kommer det finnas gott om tid för räddningstjänsten att antingen hantera branden eller spärra av området och evakuera människor från riskområdet. Det innebär att det inte kommer finnas några personer som kommer kunna exponeras för den värmestrålning som en



BLEVE kan medföra. En BLEVE kommer inte ske utan förvarning och med hänsyn till den händelsekedja som krävs är risken för personer mycket låg.

Även om konsekvensen är allvarlig i det direkta närområdet bedöms risken som låg eftersom sannolikheten för detta är mycket låg samt att det inte finns andra byggnader utanför fastigheten som förväntas påverkas allvarligt. Inga personer förväntas finnas i riskområdet heller då det finns mycket goda förutsättningar för att spärra av och utrymma innan tanken rämnar.

Det ska mycket tydligt påpekas att den här risken föreligger för alla kärl med brännbar vätska. På varje plats som det finns en tank med brännbar vätska (gasoltank, gårdstankar med diesel, bränsletank ovan mark på bensinstation etc.) finns en risk för BLEVE. Dessa finns ofta i tätbebyggda områden och är inte sällan oisolerade. Dessa riskerar att orsaka avsevärt mycket mer omfattande konsekvenser, men accepteras trots detta. Att den typen av riskkällor accepteras i samhällen beror troligen på att sannolikheten för en händelse som en BLEVE är så pass låg som den är och därför utgör en liten risk.

3.5 OSÄKERHET I RISKUTREDNINGEN

I alla riskutredningar föreligger en viss grad av osäkerheter, både avseende antagande och platsförhållanden. Gällande beräkningsmodellen finns det ett tänkvärt talesätt som sägs härstamma från den brittiska statistikern George E.P. Box: ”*All models are wrong. Some are useful*”. I följande avsnitt diskuteras osäkerhet, modeller och antaganden för att på ett transparent sätt redogöra indata och metodik.

Nästan all indata baseras på information från verksamheten gällande storlek på tankar, driftstryck och liknande faktorer. Detta kommer från tillverkare av anläggningen och bedöms vara rättvisande efter de verkliga förhållandena för anläggningen. Här är osäkerheten låg. För de antagande som gjorts har ett konservativt förhållningssätt tillämpats och exempelvis håll har ansatts till större än vad som kan förväntas. Vissa beräkningstekniska antagande har gjorts för att skapa en tryckdifferens mellan tank och atmosfär, vilket i sin tur leder till att spridning till atmosfär blir mer omfattande än vad som är fysiskt möjligt. De ingående förutsättningarna baseras således antingen på faktiska data från anläggningen eller konservativa antaganden.

Avseende beräkningsmodellerna är de baserade på ekvationer från FOA-handboken. Handboken är framtagen med syfte att redogöra för det sammanfattade kunskapsläget inom konsekvensberäkningar. Handboken är framtagen av experter på avdelningen för vapen och skydd samt avdelningen för NBC-skydd på FOA (idag FOI) i syfte att användas för riskutredningar inom samhällsplaneringen. Ekvationer och tabellvärden som hämtas härifrån anses vara kvalitetssäkrade och väl beprövade. För datorsimuleringar används en mjukvara utvecklad av amerikanska staten där syftet är att kunna utgöra ett verktyg för bland annat planering av räddningsinsatser. Mjukvaran är kvalitetssäkrad och används frekvent för riskutredningar. Modellerna är förenklade, men anses vara så pass detaljerade att de är användbara. Vid användande av dessa modeller har konservativ ansättning av exempelvis brännbarhetsområden tillämpats, vilket bidrar till en ytterligare säkerhetsmarginal.

Eftersom det saknas data för rötgas och biogas i tabellverk och mjukvaror har det konservativt antagits vara uteslutande metan i gasbladningen. Det ger ett större utsläppsområde och större brännbarhetsområde, vilket även det leder till en mer konservativ återgivning av risken.

Tillämpade beräkningsmodeller och tabellvärden är baserade på många års forskning och härstammar från erkända källor. Vid antagande av olika värden har ett konservativt tillvägagångssätt tillämpats. Kombinationen av erkända modeller och konservativa antaganden där så är möjligt



bedöms sammanvägt ge en överskattad riskbild. Eftersom det alltid finns osäkerhet ger detta tillvägagångssätt en stor säkerhetsmarginal och resultatet bedöms vara på den säkra sidan.

3.6 SAMMANFATTNING OCH BEDÖMNING AV RISK

Anläggningens placering med betryggande avstånd till angränsande verksamheter på annan tomt innebär att risknivån för omgivningen bedöms tillfredställande utan särskilda åtgärder. Det förekommer beräknande scenarier där en lägre koncentration kan påverka de bostadshus som är i närområdet. Dock är koncentrationen så låg att ingen förbränning bedöms kunna ske.

Eftersom gränsvärdet för lindriga effekter för en person är högre än den nedre gränsen för brännbarhetsområdet föreligger inte heller någon risk för förgiftning för personer i den begränsade zon som kan nå ett bostadshus.

Inte i något av de beräknade dimensionerande scenarierna uppstår brännbar blandning eller flamfickor vid en bostad. I känslighetsanalysen konstateras det dock att det kan, under mycket konservativa förhållanden, uppstå koncentrationer ovanför det närmsta bostadshuset. Vid närmare analys konstateras det dock att det inte utgör någon risk i praktiken eftersom personer inte kan skadas av ett sådant utsläpp. I det fallet har gasmolnsexplosion och förgiftning särstuderats och eftersom utsläppet är begränsat i tid blir inte den totala mängden gas så stor att skador kan uppstå. En gasmolnsexplosion orsakar ingen signifikant tryckuppbyggnad och koncentrationen är endast momentant hög utomhus, vilket bara leder till skador under natten på en plats där personer inte förväntas vara.

Skulle en BLEVE inträffa, vilket får ses som det värsta tänkbara scenariot, skulle skadorna primärt påverka den egna anläggningen. Strålningsnivåerna på det avståndet som det befinner sig personer kommer inte vara tillräckligt hög under tillräckligt lång tid för att orsaka allvarliga skador. Området kommer att spärras av och utrymmas långt innan en BLEVE hinner inträffa. Givet att en BLEVE faktiskt inträffar så elimineras samtidigt också det största riskobjektet på anläggningen. Övriga komponenter så som rötkammare och inlastningsanläggningar bedöms utifrån ovanstående analys inte utgöra en risk för tredje person.

Omgivningens påverkan mot anläggningen generellt sett medföra inte någon oacceptabel risknivå som riskerar att påverka anläggningen.

Då anläggningen i övrigt ska utföras i enlighet med BGA 2022 samt EGN 2020 och LNGA 2020, bedöms risknivån avseende hantering av brandfarlig inom anläggningen liksom anläggningens lokalisering i förhållande till annan verksamhet vara acceptabel.

Det hade varit möjligt att inom ramen för riskanalysen utföra en riskanalys där samhälls- och individrisk redogjorts för. Med hänsyn till att dimensionerande scenarierna inte riskerar att påverka tredje person utanför anläggningen och antalet personer som vistas inom anläggningen är liten har den typen av beräkningar inte bedömts nödvändiga. Utifrån de redan gjorda beräkningarna konstateras det att riskbilden inom och utanför anläggningen är låg.



4 DIMENSIONERANDE FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR RÄDDNINGSTJÄNSTEN

I samband med ändring av detaljplanen samt att anläggningen troligen (i detta skede ännu formellt inte beslutat) kommer omfattas av kraven i 2 kap 4§ lag om skydd mot olyckor (farlig verksamhet) har räddningstjänsten under möte lyft ett par punkter som önskas besvaras. Dessa rörde dels rena upplysningar, dels ett par punkter som behöver utredas. Punkterna som behöver utredas är räddningstjänstens möjlighet att nå anläggningen givet en händelse och utredning kring dimensionerande brandvattenmängder.

4.1 DIMENSIONERANDE BRANDVATTENMÄNGDER

Vid en inträffad olycka behöver räddningstjänsten troligen nyttja vatten för att kunna komma åt och bekämpa en brand, alternativt hindra en brand från att spridas inom anläggningen.

Ett par dimensionerande brandscenarier kommer att redogöras för, därefter kommer en dimensionerande brandvattenmängd att beräknas. Tillsammans utgör de ett underlag för att konstatera vilken brandvattenskapacitet som krävs för att hantera en inträffad händelse. Följande avsnitt kan utgöra underlag till en insatsplanering, men är inte per definition en insatsplan.

4.1.1 DIMENSIONERANDE SCENARIER

Dimensionerande scenarier baseras på de tidigare identifierade scenarierna (se avsnitt 3.3). Baserat på dessa bedöms det rimligt att räddningstjänsten skulle kunna behöva använda vatten vid brandsläckning av brand i byggnad eller brand i fordon. Den stora inlastningsbyggnaden bedöms vara dimensionerande för byggnadsbränder. De stora rötgaskamrarna bedöms inte kunna ha en kontinuerlig brand, varvid dessa inte kommer vara dimensionerande för släckvattenmängderna

När det kommer till fordon bedöms en lastbil vara det som är dimensionerande avseende mängden brandvatten som skulle kunna behövas för en insats.

Räddningstjänstens vatten kan också användas för att kyla byggnader eller cisterner som exponeras för brand. Det är en åtgärd som görs för att motverka exempelvis en BLEVE eller vidare brandspridning. De stora rötkamrarna bedöms inte ha ett stort behov av kylning vid brand, även om det taktiskt kan vara motiverat. Det bedöms vara troligare att kylning kommer ske vid kryotanken.

Förutom kylning och brandsläckning används vatten även som en skyddsåtgärd för räddningstjänsten vid jetflammar (skyddsstråle) och för att tvätta ned gasmoln. Då metangas är ett kolväte (opolärt ämne) är det svårt att lösa i vatten, varvid nedtvättning inte är ett taktiskt gångbart alternativ.

Ovanstående text summeras ner till ett par scenarier som används för att uppskatta mängden brandvatten som kan behövas.

- Släckinsats vid brand i byggnad
- Släckinsats vid brand i fordon
- Kylning av tank
- Skyddsstråle mot jetflamma från gasuppgradering



4.1.2 BRAND I BYGGNAD

Att i förväg bedöma mängden brandvatten som krävs för att bekämpa en brand är mycket svårt, eftersom mängden vatten beror på många faktorer. Dessa inkluderar bland annat när i skedet en brand försöker bekämpas, var branden är och vilka taktiska beslut som tas.

Ett vanligt sätt att uppskatta mängden brandvatten som krävs är genom att använda sig av en matematisk korrelation mellan den potentiella brandens area och mängden vatten som krävs. Korrelationerna härstammar från faktiska bränder där den totala brandytan och vattenåtgången studerats. Metoderna är från 90-talet och sedan dess har både teknik och metodik utvecklats, varvid det är troligt att mängden vatten idag är mindre. För aktuell verksamhet tillämpas två olika metoder.

- Real Fire Data [13]: trolig förväntad åtgång = $V \text{ (m}^3\text{)} = 0,11 \times A \text{ (m}^2\text{)}^{1,1}$
- Prinzlig -1990 [14]: maximal förväntad åtgång = $V_{\max} \text{ (m}^3\text{)} \approx A \text{ (m}^2\text{)}$,
för 50% av alla bränder kan dock följande anses dimensionerande:
 $V = 1/10$ av maximal förväntad åtgång $\approx 0,1 \times A \text{ (m}^2\text{)}$

V står för volymen släckvatten i m^3 och A står för ytan som brinner i m^2 .

Den stora byggnaden på tomten har i detta skede en area motsvarande ca $2\,700 \text{ m}^2$, vilket vida överstiger övriga andra ytor. Det antas konservativt att hela ytan brinner och att brandytan är samma som byggnadsarean.

Det ger följande värde enligt Real Fire Data[13]:

$$V_{\text{brandvatten, RFD}} = 0,11 \cdot A^{1,1} = 0,11 \cdot 2700^{1,1} \approx 660 \text{ m}^3$$

För Prinzlig-metoden tillämpas $1/10$ av den maximalt förväntade värdet vattenåtgången, vilket motsvarar den mängd vatten som anses tillräcklig för 50% av alla bränder med den brandytan. Det bedöms vara rimligt med hänsyn till att brandscenariot bygger på det släckvatten som krävs för att släcka hela byggnaden. Det blir dubbelt konservativt att använda både det maximalt förväntade värdet och den maximalt största brandytan som kan förväntas. Värdet avrundas uppåt till närmaste hundratal för att ge viss säkerhet.

$$V_{\text{brandvatten,Prinzlig}} = 0,1 \cdot A = 0,1 \cdot 2700 \approx 300 \text{ m}^3$$

Utifrån båda ovan angivna värden används ett medelvärde för att få fram ett värde som bedöms vara tillämpligt för att dimensionera mängden brandvatten

$$V_{\text{brandvatten, medel}} = \frac{V_{\text{brandvatten, RFD}} + V_{\text{brandvatten, prinzlig}}}{2} = \frac{660 + 300}{2} = 480 \approx 500 \text{ m}^3$$

Den högsta dimensionerande mängden brandvatten som bedöms kunna behövas för att hantera en brand i byggnad är således 500 m^3 . Värdet är konservativt, men ger ett värde att förhålla sig till.

4.1.3 BRAND I FORDON

En brand som uppstår i ett fordon behöver släckas för att förhindra uppvärmning av andra fordon eller närliggande byggnader. Rent taktiskt är det inte alltid som det är lämpligt att släcka ett fordon sett till miljörisiker, men om det taktiska avvägandet väljs kommer det behövas tillgång på brandvatten.



Beräkningen för att beräkna mängden vatten som krävs för att släcka beräknas utifrån enklare fysikaliska samband för kokning och förångning av vatten. Utifrån forskning ger en större lastbil upphov till en effektutveckling om 150 MW om ingen släckinverkan görs, vilket motsvarar ett energivärde om 99 GJ. [15]

Utifrån detta kan det beräknas hur mycket vatten som kan förångas av den energimängden. Beräkningsmodellen är grovt förenklad och tar inte hänsyn till att brandförloppet påverkas av släckningen, varvid den frigjorda mängden energi kraftigt överstiger den faktiska. Inte heller tas hänsyn till att ångan också kan värmas upp vidare efter kokpunkten. Modellen tar å andra sidan inte hänsyn till att en viss mängd vatten kommer missa branden. Beräkningen bedöms vara tillräckligt bra för att ge en fingervisning om mängden vatten som går åt.

Mängden energi som krävs för att höja temperaturen hos ett ämne bestäms enligt följande ekvation, där E är den totala mängden energi (MJ), m är massan (kg), c är ämnets specifika värmekapacitet (MJ/kg·°C) och T temperaturen.

$$E = m \cdot c \cdot \Delta T$$

För ta omvandla ämnet till ånga krävs extra energi, vilket beskrivs av följande uttryck där m är massan (kg) och C_a vattenångans ångbildningsentalpitet.

$$E = m \cdot C_a$$

Genom att ansätta E till samma energi som frigges i lastbilsbranden kan mängden vatten som kan förångas beräknas.

$$E_{lastbil} = m_{vatten} \cdot c \cdot \Delta T + m_{vatten} \cdot C_a \Leftrightarrow E_{lastbil} = m_{vatten}(c \cdot \Delta T + C_a) \Leftrightarrow m_{vatten} = \frac{E_{lastbil}}{c \cdot \Delta T + C_a}$$

Det ger följande mängd vatten:

$$m_{vatten} = \frac{E_{lastbil}}{c \cdot \Delta T + C_a} = \frac{99\,000\text{ MJ}}{0,00418 \left(\frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot ^\circ\text{C}\right) \cdot 90^\circ\text{C} + 2,26 \left(\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}\right)} \approx 38\,000\text{ kg}$$

Det är möjligt att förånga 38 ton vatten, vilket motsvarar 38 m³. Avrundat antas det kräva 40 m³ för att släcka en större lastbil. Sett till att det behövs ca 5 m³ för en personbil bedöms värdet vara rimligt.

4.1.4 KYLNING AV TANK

Det tredje dimensionerande scenariot där räddningstjänsten bedöms kunna använda vatten för att begränsa skador till följd av brand är kylning av tankar. Kylning kan till exempel motverka att kryptanken, om den exponeras för brand, utsätts för så höga temperaturer att en BLEVE inträffar.

Det finns en princip för att beräkna mängden vatten som krävs för att kyla cisterner som tagits fram av SRV.[16] Principen säger att det krävs 2 liter vatten per kvadratmeter exponerad cistern och minut. Enligt principen ska 25% av ytan antas vara exponerad, med undantag för toppen där 40% av ytan ska vara exponerad.



Exakt dimension är inte känd, men givet att tanken ska kunna hålla 100 m³ med kyld biogas görs antagande om höjd och radie för att kunna beräkna en yta för cisternen. Höjden antas vara 8 m och radien 2 m. Det ger följande vattenflöde

$$V_{kylning} = 2(0,25(2\pi rh) + 0,4(\pi r^2)) = 2(0,25(2\pi \cdot 2m \cdot 8) + 0,4(\pi \cdot 2^2)) = 52 \text{ liter/min}$$

Det innebär att det, enligt principen, behövs 52 liter/minut. Det går inte att avgöra exakt hur lång tid kylning behöver fortgå. Det bedöms dock vara rimligt att anta att räddningstjänsten inom fyra till sex timmar hinner få information om hur anläggningen stängs ner och hinna vidta åtgärder för att begränsa brandspridning. En insats som är sex timmar lång (360 minuter) kräver ca 19 000 liter vatten för att kunna släcka.

Ett normalt strålrör förbrukar 300 liter vatten per minut. Under samma tid med fullt öppet strålrör förbrukas 108 000 liter vatten. De båda värdena ger ett medelvärde om 64 m³.

4.1.5 SKYDSSTRÅLE MOT JETBRAND

Ett av användningsområdena för vatten är att det kan användas som skyddsstråle vid jetbränder likt bild nedan visar.



Figur 18. Bild över skyddsstråle. Hämtad från [17]

Dimensionerande mängd vatten beror på utsläppets källstyrka. Ju större källstyrka desto mer vatten kommer krävas för att hantera branden. Beräkningsmodell är samma som för brand i fordon ovan. Källstyrkan baseras på ett utsläpp från ett rörbrott, vilket i avsnitt 3.4.2 beräknats till 0,14 kg/s. Med ett förbränningsvärde om 55 MJ/kg skulle det innebära 7,7 MJ/s (7,7 MW). Med en sådan energiutveckling kan en brand förånga 3 kg vatten per sekund.

$$m_{vatten} = \frac{Q_{jet}}{c \cdot \Delta T + C_a} = \frac{(0,14 \left(\frac{kg}{s}\right) \cdot 55 \left(\frac{MJ}{kg}\right))}{0,00418 \left(\frac{MJ}{kg} \cdot ^\circ C\right) \cdot 90^\circ C + 2,26 \left(\frac{MJ}{kg}\right)} = 2,92 \text{ kg/s} \approx 3 \text{ liter/s}$$

Ett flöde om 3 liter/s motsvarar 180 liter i minuten. Det innebär dock att allt vatten förångas. En sådan brand kan hanteras av ett strålrör där flödet är 300 liter per minut, vilket ger mer vatten än vad som förångas.

Ett större utsläpp likt det som gäller för gaslagringen med källflödet 1,2 kg/s kan förånga ca 25 liter vatten per sekund. Det motsvarar 1500 liter i minuten. En sådan jetbrand kräver tekniskt kunnande och särskild utrustning. Det är dock en så pass stor jetbrand att det med stor sannolikhet inte är så att skyddsstråle kommer tillämpas då effektutvecklingen är så pass hög att det mesta i flammans riktning kommer vara skadat.



Dimensionerande vattenmängd beräknas för två timmars vattenpåföring, vilket motsvarar två strålrör under en timme. Det blir 32 m³.

4.1.6 BEDÖMNING AV ERFORDERLIG MÄNGD VATTEN

Ovan har fyra scenarier beräknats. Utifrån dessa kan man konstatera att följande brandvattenmängder bedöms vara nödvändiga för att kunna hantera de olika händelsetyperna.

Scenario	Dimensionerande mängd vatten
Brand i byggnad	500 m ³
Brand i fordon	40 m ³
Kylning av tank	64 m ³
Skyddsstråle	32 m ³

Det kan konstateras att den största mängden vatten som krävs kommer från en brand i byggnaden. Då ledningsflödet uppgår till 30 liter per minut kommer krävas att det säkerställs alternativ vattenförsörjning. För industrianläggningar krävs det oftast ett flöde om mellan 1200 till 2400 liter per minut ut vid brandposten, och det är rimligt att motsvarande kapacitet kan levereras på plats.

Utifrån ovanstående kan det konstateras att den dimensionerande brandvattenmängden är minst 500 m³ för de byggnader och anläggningar som finns på platsen. I SRV:s publikation Brandvattenförsörjning[18] beskrivs en erforderlig reservoarkapacitet om 400 m³ för områden med hög brandbelastning. Detta värde är hämtat från VAV P38 som är ersatt med VAV P114. Delen om reservoarvolym finns inte med längre, men samma erforderliga brandpostflöden finns idag som då. Troligast korrelerar dessa värden (reservoarvolym och brandpostflödet) varvid en erforderlig brandvattenmängd om minst 500 m³ bedöms som tillämpbar.

Det finns flera sätt att hantera brandvattenförsörjning på utöver brandpostnät, och inget exakt förslag kommer redogöras för i aktuellt skede. Frågan bör snarare hanteras i den byggnadstekniska detaljprojekteringen av anläggningen. Nedan föreslås ett par olika lösningar som stöd till vidare projektering

- Magasin med minst 500 m³ anordnas inom fastigheten tillsammans med en pump för att få ut ett tillräckligt flöde. Sådant magasin kan anordnas ovan mark eller under mark.
- Närliggande försörjningsdammar nyttjas. I området finns en damm med en yta om ca 1,8 ha och ett djup som uppskattas överstiga 0,5 m. Det ger tillgång till minst 9 000 m³ vatten. Brandvattenförsörjning kan då ske med ett ledningsnät från reservoaren med en pump, eller genom skytteltransport från räddningstjänsten. Åtgärden måste utredas vidare med servitut med mera.
- Östersjön nyttjas för brandvattenförsörjning. Försörjning skulle kunna ske med pump och ledningar, eller skytteltrafik med räddningstjänsten.



4.2 ANGREPPSVÄGAR

För att komma åt anläggningen krävs det tillfartsvägar för räddningstjänsten. Baserat på väderstatistiken kommer ett utsläpp med största sannolikhet så att gaserna sprider sig åt nord eller nordost.

Vid ett larm kommer räddningstjänsten att angöra fastigheten via Alböke bygata. Alböke bygata kan nås från två punkter, en norr om anläggningen (korsningen väg 136 och Lages väg) eller söder om anläggningen (korsningen väg 136 och Haglundavägen). Det gör att det alltid finns en möjlig tillfartsväg till anläggningen från Borgholm eller Löttorp.

Med aktuell utformning finns det bara en grind in till området som nås från Alböke Bygata. Även om den förhärskande vindriktningen är sydlig samt sydvästlig kan det råka blåsa ostligt, vilket skulle få ett eventuellt utsläpp att dra över grinden till området. Det blåser ostliga vindar vid 5% av de observerade tillfällena i den statistik som redogörs för i avsnitt 2.3. Sydostlig vind inträffar rent statistiskt ca 10% av tiden.

Tillträdesproblematiken uppstår endast för de fall vinden är ogynnsam och det sker ett utsläpp av gas som inte antänt. Vinden kommer i 85% av fallen vara gynnsam avseende tillträde och i de fall gasen antänt kommer inte heller finnas problem med tillträde av fastigheten.

Det är inte ovanligt att verksamheter bara har en väg in och flertalet anläggningar för farlig verksamhet förekommer där tillfart enbart kan ske från en riktning. Ser man till det initiala riskavståndet kommer hela anläggningen initialt att befinna sig inom riskområdet givet låga vindhastigheter (300 m enligt RIB-databasen), vilket innebär att det i ett tidigt skede är omöjligt att komma in till fastigheten utan att passera ett potentiellt riskområde oavsett antal angreppsvägar.

Runt anläggningen finns flera värdefulla stenmurar och skyddsvärd natur som kan göra det svårt att anlägga ytterligare en väg till anläggningen. Det krävs särskilda tillstånd och utredningar för att göra åverkan på stenmurarna, vilka skyddas av det så kallade biotopskyddet.

Utifrån de kartbilder som finns ser det ut att vara möjligt att köra på marken runtomkring, vilket traktorer och liknande gör idag. Det skulle kunna vara möjligt att anordna grindar i staketet för att möjliggöra tillträde för räddningstjänsten från olika håll, åtminstone till fots. Med grindar kommer räddningstjänsten att ges möjlighet att nå anläggningen från flera vindriktningar och kunna göra en insats på anläggningen.

4.3 ÖVRIGA ÅTGÄRDER KOPPLAT TILL FARLIG VERKSAMHET

Fler punkter kring 2 kap 4§ LSO har lyfts i samband med dialog med räddningstjänsten. Dessa punkter rör bland annat information till allmänheten, insatsplanering och varning vid olycka samt nödlägesplanering.

I aktuellt skede av projektet har dessa inte upprättats, utan de kommer komma senare i projektet när det finns tydligare ramar och anläggningen är projekterad.



5 SAMMANFATTANDE DISKUSSION

I aktuell riskutredning har både risken som anläggningen tillför området, och områdets riskfaktorer mot anläggningen studerats. Även förutsättningar kopplade till räddningstjänsten har diskuterats.

Det kan konstateras att anläggningens placering är lämplig med avseende på omgivningens riskfaktorer gentemot anläggningen, vilka inte bedöms utgöra ett hot mot anläggningen. I de studerade scenarierna kan det konstateras att de beräknade scenarierna inte heller kommer utgöra ett hot mot allmänheten vid en olycka. Det gäller så väl för utsläpp av gasen, jetflamma och BLEVE.

De riskscenarier som har valts är mycket konservativa sett till de beräkningar som gjorts. Beräkningarna bygger på mängden metan som släpps ut, vilken är konservativ sett till att det i de flesta fall är rötgas. Kontrollberäkningar har gjorts där metanets egenskaper har bibehållits men gasens densitet och molekylvikt samt brännbarhetsområde justerats för att passa rötgasen. I kontrollerna visar det sig att spridningen blir mindre omfattande än för rent metan. Det beror troligen på att gasen initialt är tyngre och det kräver mer energi för att flytta gasen.

I utredningen har det inte individ- och samhällsrisk studerats, vilket beror på den riskbild som scenarierna ger. Då ingen av de beräknade scenarierna ger en allvarlig påverkan på utanförliggande anläggningar förväntas inte personer dö till följd av en olycka och det saknar mening att studera dessa riskmått.

Sannolikheter har redogjorts för i löpande text och det kan konstateras att sannolikheterna i scenarierna är mycket låga. Detta i kombination med att konsekvenserna vid en händelse är liten för personers hälsa och miljö gör att den totala riskbilden bedöms vara låg. Det bedöms inte vara nödvändigt att i detta skede ytterligare kvantifiera riskbilden.

Därtill har ett avsnitt avseende dimensionerande förutsättningar för räddningstjänsten lagts till i senare utgåva. I detta avsnitt redogörs för mängden brandvatten som skulle kunna vara aktuell vid en insats samt tillträdesvägar till anläggningen. Avsnittet härstammar från dialog med räddningstjänsten och kommer utgöra underlag för senare delar av processen.

Sammanfattande konstateras risken vara låg för anläggningen. Då anläggningen i övrigt ska utföras i enlighet med BGA 2022 samt EGN 2020 och LNGA 2020, bedöms risknivån avseende hantering av brandfarlig inom anläggningen liksom anläggningens lokalisering i förhållande till annan verksamhet vara acceptabel.



6 REFERENSER

- [1] Lantmäteriet. Min karta, hämtad senast 2023-08-07 från <https://minkarta.lantmateriet.se/>
- [2] Processbeskrivning tillhandahållen 2023-01-09.
- [3] SMHI (2021). Vind i Sverige. Hämtad senast 2023-08-07 från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat/vind-i-sverige-1.31309>
- [4] SMHI (2023). Ladda ner meteorologiska observationer. Senast hämtad 2023-02-05 från <https://www.smhi.se/data/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer#param=airtemperatureInstant,stations=core>
- [5] FOA (1997) *Vådautsläpp av brandfarliga och giftiga gaser och vätskor*. FOA-R-97-00490-990--SE. Försvarets forskningsanstalt - Avdelningen för NBC-skydd, Umeå.
- [6] MSB (2023). Farliga data. Databas. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad.
- [7] VROM. (2005). *Guidelines for quantitative risk assessment*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Haag (NE).
- [8] PSBR LLP (2023). Aviation and Plane Crash Statistics
- [9] Ottawa Fire Service (2023). *Structural Firefighting - Fundamentals of Fire and Combustion*. Senast hämtad 2023-10-04 från <https://guides.firedynamicstraining.ca/g/structural-firefighting-fundamentals-of-fire-and-combustion/118132>.
- [10] Heus, R. & Denhartog, E. A. (2017). *Maximum allowable exposure to different heat radiation levels in three types of heat protective clothing*. Industrial Health. 55 (6), 529-536. doi: 10.2486/indhealth.2017-0137
- [11] Boverkets allmänna råd (2011:27) om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, BFS 2013:12 (BBRAD 3)
- [12] Babrauskas, V. (2014). Ignition Handbook. Interscience Communications Ltd, London
- [13] Särndqvist, Real Fire Data, Fire in non residential premises in London 1994-1997, Lunds Tekniska Högskola, 1998.
- [14] Effekter av Släckvatten, FoU rapport P21-198/97, Räddningsverket Karlstad 1997.
- [15] Cheong, M. K., Cheong, W.O & Leong, K. W. (2013). Heat Release Rates of Heavy Goods Vehicle Fires in Tunnels. Hämtad 2023-08-09 från <https://mosen.global/wp-content/uploads/2011/01/Fire-Heat-Release-Rates-of-Heavy-Goods-Vehicles1.pdf>
- [16] Statens räddningsverk (2001). Storskalig oljebrandsläckning – grundkurs. Hämtad senast 2023-08-10 från <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/17759.pdf>
- [17] Särndqvist, S. (2013). Vatten och andra släckmedel. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad.
- [18] Statens räddningsverk (1999) Brandvattenförsörjning. Statens räddningsverk – utbildningsstaben, Karlstad.
- [19] Grishin, A.M., Zima, V.P., Kuznetsov, V.T. et al. Ignition of Combustible Forest Materials by a Radiant Energy Flux. Combustion, Explosion, and Shock Waves 38, 24–29 (2002). <https://doi.org/10.1023/A:1014097631884>

För referenser till bilagor hänvisas till separat bilaga. Beräkningsresultat finns att tillgå hos Deap.



Viktor Riedel
Brandingenjör/Civilingenjör Riskhantering
Deap AB
Tel: 0739 88 84 56
vicktor.riedel@deap.se

Datum:
2023-07-03

Status:
Utlåtande

Uppdragsnummer:
14667

Kompletterande utlåtande avseende påverkan från yttre faktorer

BESTÄLLARE *Falk Biogas AB*

UNDERLAG

- Yttrande över kompletteringsbehov i tillståndsärende med diarienummer 2585-2023 /1/
- Situationsplan
- Teknisk beskrivning

SYFTE

Aktuellt utlåtande syftar till att redogöra för yttre riskfaktorer som kan påverka FALK Biogas AB:s kommande anläggning i Alböke, och därigenom komplettera det som tidigare beskrivits kring områdets riskbild. Utlåtandet syftar således till att svara på yttrandets punkt 17 och specifikt den sjunde underpunkten om yttre riskfaktorer

INTERNKONTROLL

Daniel Säterborn
Brandingenjör/Civilingenjör riskhantering
Deap AB

Följande utlåtande syftar till att redogöra för områdets riskbilder, i enlighet med de yttrande som Länsstyrelsen i Kalmar län (härefter *Länsstyrelsen*) skrivit i FALK Biogas AB (härefter *verksamheten*) tillståndsärende.

Tanken är att uppdatera befintlig riskutredning med nedanstående information om yttre faktorer som kan påverka verksamhetens anläggning. I befintlig riskutredning har detta delvis beskrivits, men inte i den utsträckning som Länsstyrelsen önskar. Riskutredningen kommer att revideras och innehållet utökas så att omfattning speglar de krav som finns för SEVESO-anläggningar men även de för farlig verksamhet enligt lag om skydd mot olyckor (ofta kallad 2.4-anläggningar)

Nedan kommer relevanta delar av Länsstyrelsens yttrande beskrivas. För att läsa yttrandet i sin helhet hänvisas till /1/. Därefter följer en redogörelse för faktorer som skulle kunna påverka verksamheten.

1. Yttrande från Länsstyrelsen

I följande avsnitt redogörs för Länsstyrelsens yttrande. Yttrandet redovisas som indragen och kursiv text. Vår tolkning av redogörs med typsnitt likt ovan.

Seveso

17. Komplettera med en beskrivning av verksamhetens omgivning och de faktorer som kan ge upphov till en allvarlig kemikalieolycka eller förvärra följderna av en sådan inklusive omständigheter som kan innebära förhöjd risk för påverkan på omgivningen.

Komplettera även med en redogörelse för genomfört samråd enligt 13 § lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.

deap ab - fire & safety advisors

Kristinelundsgatan 16, 411 37 Göteborg
Drottninggatan 11, 252 21 Helsingborg
Box 1058, 212 10 Malmö
www.deap.se

Org.nr: 556972-3132
Tel: 031-14 14 10
E-post: info@deap.se



[...]

En anmälan enligt 7 § lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor ska enligt 4 § Sevesoförordningen (SFS 2015:236) innehålla uppgifter om:

1. *Verksamhetsutövarens namn eller firmanamn, säte och adress.*

[...]

7. *En beskrivning av verksamhetens omgivning och de faktorer som kan ge upphov till en allvarlig kemikalieolycka eller förvärra följderna av en sådan inklusive omständigheter som kan innebära förhöjd risk för påverkan på omgivningen.*

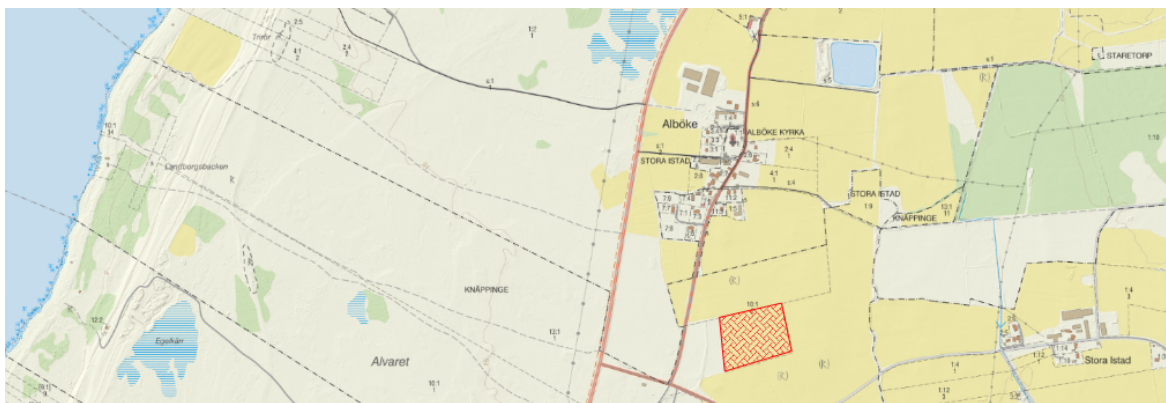
8. *En redogörelse för genomfört samråd enligt 13 lagen (1999:381) om åtgärder för att förebygga och begränsa följderna av allvarliga kemikalieolyckor.*

I FALK Biogas ansökan saknas de två sista punkterna, det vill säga beskrivning av verksamhetens omgivning och de faktorer som kan ge upphov till en allvarlig kemikalieolycka samt redogörelse för genomfört samråd enligt Sevesolagstiftningen. Detta behöver kompletteras.

Aktuellt utlåtande syftar således till att svara för punkt sju i kommentaren till synpunkt 17 genom att gå igenom potentiella påverkansfaktorer som kan öka risken för, eller förvärra en redan inträffad olycka. Punkt 8 gällande samrådsredogörelse sker inte i aktuellt PM.

2. Områdesbeskrivning

Verksamhetens anläggning kommer att uppföras sydost om Alböke på en del av en fastighet som idag används för jordbruk. Fastigheten är belägen 300 m från de närmaste bebodda fastigheterna (norr och söder). Fastigheten är belägen ca 900 m från kustlinjen. Området består till största del av åkermark.



Figur 1. Illustration över området. Fastigheten är markerad i rött. Längst till vänster (väst) syns Kalmarsund. Till höger (öst) finns Stora Istad. Norr om fastigheten ligger Alböke.

3. Riskfaktorer

Sådana faktorer i omgivningen som kan påverka verksamheten har identifierats dels genom stöd av den lista som följde med i kommentaren till punkt 17, men även genom brainstorming i grupp samt separat kontakt med experter. Även om Länsstyrelsens lista inte är heltäckande kommer samtliga punkter i den att beröras, utöver de punkter som identifierats separat.

3.1 Klimatförändringar

Förändringar i klimatet kommer att påverka de yttre påverkansfaktorer som hänförs till naturfenomen (låga temperaturer, vindstyrka etc). Det går inte att förutspå exakt vad som kommer att hända i framtiden, men det råder bred konsensus kring att klimatet håller på att förändras och att det kan leda till extremväder som vi inte är vana vid. Enligt Naturvårdsverket bedöms klimatförändringarna leda till ökad



nederbörd, ökad risk för översvämningar samt vattenbrist och torka i södra Sverige [1]. Dessa berörs vidare nedan.

3.2 Höga vattennivåer

En av de yttre hotbilderna mot anläggningen skulle kunna vara höga vattennivåer. Detta skulle kunna orsakas av exempelvis ett större skyfall eller på sikt på grund av ökad havsnivå. Stora mängder vatten skulle potentiellt kunna underminera marken där anläggningens olika delar finns, vilket i förlängningen också i teorin skulle kunna medföra att exempelvis rötgastankar eller kryotanken rämna.

Med grund i den dagvattentutredning som gjorts har åtgärder vidtagits på fastigheten för att kunna omhänderta ett skyfall motsvarande tioårsregnet med en klimatkfaktor om 25%. Ett tioårsregn motsvarar enligt SMHI [2] en regnvolym om 21 mm under 30 minuter. För större skyfall (hundraårsregnet) förväntas merparten (uppemot av 75%) av regnvattnet att rinna bort via ytavrinning. Det innebär att större regnmängder inte kommer kunna infiltreras och rinner bort.

Länsstyrelsen har i [3] studerat översvämningsrisken på Öland. I rapporten har framtida översvämningsrisker för Borgholms kommun redogjorts för, och trakten kring Alböke har inte bedömts vara ett översvämningsområde. Historiskt har heller inga översvämningar inträffat i området.

Risken för att området ska exponeras för höga vattennivåer bedöms således som liten. Dessutom har verksamheten som avsikt att anordna ett system för att hantera skyfall, varvid risknivån sjunker ytterligare.

I det fall att det skulle vara så höga nederbördsmängder att dagvattensystemet inte kan hantera det samtidigt som det sker ett utsläpp av kylkondenserad gas så finns det en risk för att den kylkondenserade gasen ångar av betydligt snabbare än om kontakt skett med marken istället. Det bedöms dock vara ett ytterst osannolikt händelseförlopp.

Fastigheten är belägen 13 meter över havet, varvid havshöjning inte riskerar att påverka anläggningen inom anläggningens tekniska livslängd.

3.3 Erosion, ras och skred

I en händelse av att jorden där anläggningen finns skulle flytta på sig genom skred eller ras skulle tankens farliga ämnen kunna spridas till naturen. Skred orsakas av att jordlagerna plasticeras till följd av vattenmättnad. Typiska jordarter för detta är de som kan absorbera och hålla kvar vatten så som lera (särskilt kvicklera) och silt. Även morän med mycket sand skulle kunna absorbera och orsaka ett skred.

Aktuell fastighet är belägen på sandig morän, jämte ett område med sedimentärt berg. Ett urklipp visas nedan från SGU:s karttjänst [4].

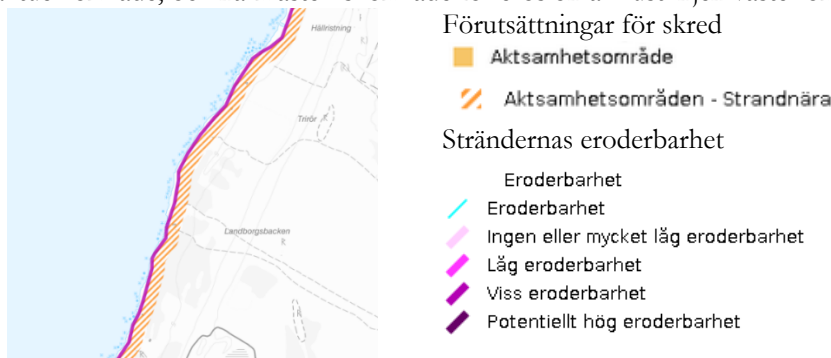


Figur 2. Jordarskarta från [4] med teckenförklaring för området.



Enligt SGU [5] kan sandig-siltig morän i en slänt under vissa förutsättningar orsaka skred. För fastigheten är jordarten bara sandig morän, vilket innebär grövre korn som har svårare att binda vatten. Därtill ligger fastigheten inte i en slänt, varvid risken för skred beskrivs som obefintlig med hänsyn till vattenmättnad vid skyfall.

Skred kan uppstå också uppstå genom erosion, det vill säga att rörligt vatten över tid nöter bort jordlager. För att detta ska vara en risk krävs det således närvaro till rörligt vatten över tid. I karttjänsten från Statens geotekniska institut (SIG) har områdets eroderbarhet studerats. Det föreligger ingen risk för erodering i aktuell område, och närmaste riskområde för erosion är kustlinjen väster om Alböke.

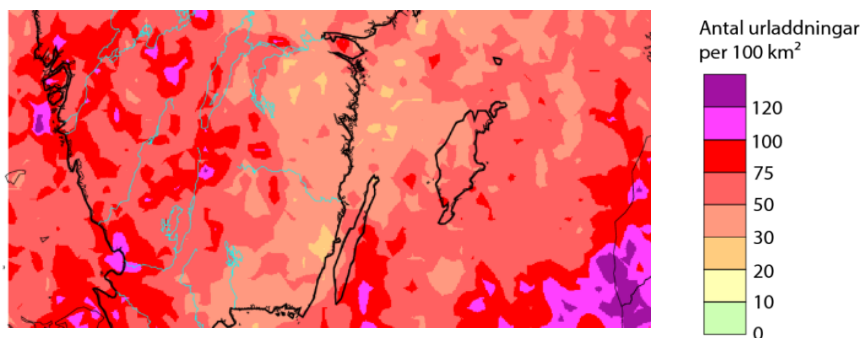


Figur 3. Karta över kustlinjen som visar var skred- och erosionsrisk föreligger

Risken för skred till följd av erosion bedöms som obefintlig, med hänsyn till att närmaste riskområde är minst 900 m från fastighetsgränsen.

3.4 Blixt- och åskoväder

Uppkomst av blixt- och åskoväder skulle kunna leda till en olycka, detta i form av att blixten antänder den brandfarliga gasen eller orsakar en brand i närliggande byggnad och/eller terräng. Statistik från SMHI [6] visar på att förekomsten för blixt- och åskoväder i Alböke inte är större än stora delar av övriga Sverige. Figur 4 visar en karta över genomsnittligt antal urladdningar för år 2002-2014. Figuren visar att områden i exempelvis Västra Götaland och Halland är mer utsatta. Därav bedöms risken för att blixt- och åskoväder ger upphov till olycka vara likvärdig övriga delar av Sverige, och inga utökade krav bedöms vara nödvändiga för att hantera blixt- och åskoväder med hänsyn till lokaliseringen.



Figur 4. Illustration över antal historiskt inträffade åsknedslag mellan åren 2002 till 2014 över södra Sverige. [6]

I de fall blixten slår ner utgör den en tändkälla. Brännbart material riskerar att antända. Vid ett läckage av brännbar gas kan även den antända, vilket skulle kunna ske explosionsartat. Den risken kan åtgärdas med en åskledare, vilket normalt finns på platser där explosionsfarlig miljö kan förekomma.

3.5 Höga vindstyrkor



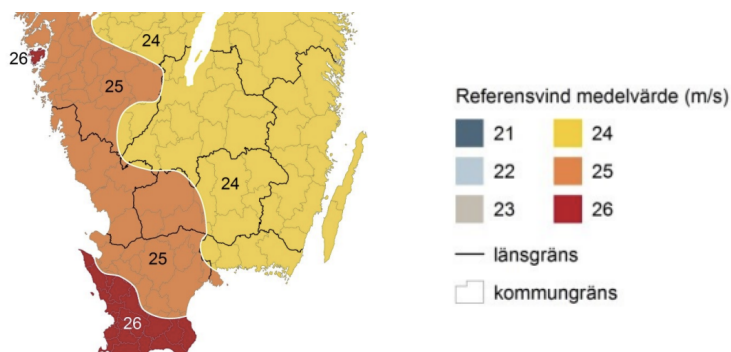
En anläggning som exponeras för höga vindstyrkor riskerar att skadas till följd av vinden, exempelvis genom att vinden sliter loss delar av anläggning eller att drivande föremål skadar anläggningen.

Forskning från SMHI [7] visar på att vindhastigheten generellt minskar i samtliga analyserade kategorier. För den zon där Öland ingår har den maximala vinden förvisso ökat med 3% över de analyserade åren (1901 till 2010) men både förekomst av stormstyrkor, medelvind och vindenergi minskat över analysperioden. Nedan visas data för aktuell zon och medelvärdet för hela riket. Diagram syns i sin helhet i [7].

	Maxvind	≥ 25 m/s	Medelvind	Vindenergi
Aktuell zon	3 %	-18 %	-4 %	-9 %
Kallad triangel 1 i studie				
Medel för Sverige	-1%	-12%	-3%	-7%

Ovanstående data tolkas som att den maximala vindstyrkan ökat med 3%, men att förekomst av stormvindar (vindar över 25 m/s) och den medelvindhastigheten har minskat. Även vindenergin har minskat över tid, vilket innebär att förekomsten av höga vindstyrkor minskat under de senaste hundra åren. Trenden påvisar således att vindstyrkan och vindenergin är avtagande. Det är svårt att avgöra hur klimatförändringarna kommer påverka detta, men då klimatförändringen är pågående under tiden ger det en viss indikation om avtagande vindstyrkor och färre stormar.

Ser man till de dimensionerande vindlaster som byggnader dimensioneras efter i södra Sverige är det möjligt att jämföra platsen med andra platser i landet för att avgöra om platsen är mer eller mindre lämplig att uppföra anläggningen på. Utifrån nedanstående figur kan det konstateras att den dimensionerande vindlasten inte skiljer sig nämnvärt från övriga delar av sydöstra Sverige. Det bedöms, i kombination med att förekomsten av extremt höga vindstyrkor verkar minska över tid, att vind som yttre påverkansfaktor inte är ett större hot i Alböke jämfört med andra närbelägna områden.



Figur 5. Referensvindstyrka vid projektering av vindlaster för tillämpning av europeisk konstruktionsstandard [8]

Om ett utsläpp sker samtidigt som det är starka vindar så kommer vindarna bidra positivt till händelseförloppet. Ju starkare och mer turbulenta vindarna är, desto högre blir luftinblandningen i gasmolnet med sänkt koncentration till följd.

3.6 Extrem temperatur

Extremt hög eller låg temperatur kan påverka anläggningen. Extremt hög temperatur leder till torka, vilket i förlängningen kan leda till en brand i naturen. Detta beskrivs mer nedan.

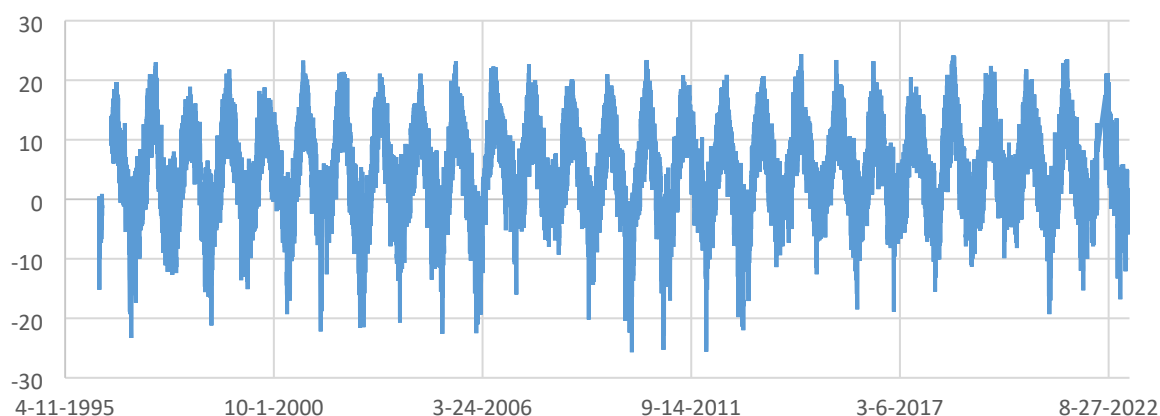
Extremt låg temperatur kan leda till att köldskador på anläggningen olika delar, exempelvis att rörledningar blir bräckliga eller vättskor fryser vilket leder till att delar exploderar (frostsprängning). Enligt BGA [9] ska mater



ial i anläggningens gasförande delar vara anpassade för gasens och omgivningens temperatur. För Öland (zon S) innebär det 0°C för material under jord och -30°C för material ovan jord.

Den lägsta uppmätta temperaturen för den närmaste temperaturmätstation med tillräckligt många datapunkter (Kalmar flygplats, från 1949 till idag) är -26,4°C [10]. Den temperaturen uppmättes den nionde februari 1966 klockan 18:00. Det är inte varje dag som mätningarna redogörs för, men för de ca 37 400 mätningar av lägst temperatur kan det, förutom det absolut lägsta mätvärdet, också konstateras att det endast vid 76 mätningar varit lägre temperatur än -20°C. Med tanke på BGA:s temperaturkrav bedöms inte platsen vara olämplig för anläggningen sett till den historiska temperaturen.

Det är svårt att sja om framtiden, men om man studerar de lägsta och högsta temperaturerna uppmätta de senaste 27 åren kan en viss tendens utläsas. Den indikerar på att temperaturen stiger och att antalet riktigt kalla kölldagar blir färre och med en högre temperatur. Dataunderlaget är för osäkert och för kort för att med säkerhet säga att det går i den riktningen, men det ger viss indikation.



Figur 6. Lägsta uppmätta temperaturen per dygn från 1996 till 2023 [10]

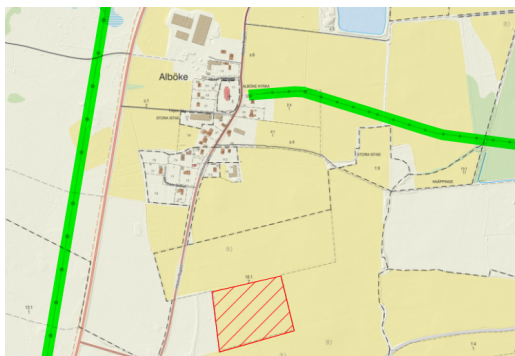
Det bedöms därmed finnas en bra motståndskraft mot låga temperatur som fungerar nu och för framtiden. Köld bedöms därmed inte vara ett större hot mot anläggningen. Hög temperatur redogörs för närmare i nästa avsnitt,

3.7 Brand i natur

Det finns flera olika typer av bränder i naturen som kan få påverkan på anläggningar och människor. Då mängden skog på Öland är begränsad och koncentrerad till de mellersta delarna har det inte bedömts vara relevant att vidare studera risken för skogsbrand i Alböke. Däremot är risken för markbrand desto större.

En brand i mark och vegetation kan innebära att exempelvis gräs eller skörd omkring anläggningen antänder och sprider en brand mot anläggningen. En sådan brand måste hanteras för att inte riskera brandspridning till cisterner inom anläggningen.

Det är svårt att bedöma sannolikheten för att en brand i naturen inträffar. Det är dock känt att det förekommer gräsbränder på hela Öland. Det kommer således inte vara möjligt att eliminera risken för gräsbrand i området. Riskreducerande åtgärder kan dock vidtas på så sätt att en brand i vegetationen inte kommer direkt mot godset. Det kan åstadkommas med exempelvis obrännbar marktäckning runt anläggningen (grus till exempel). Det ger en buffertzona som gör att branden inte kan nå hela vägen fram. Värmestrålningen från låg vegetation antas vara begränsad jämfört med en skogsbrand. Vidare förutsätts räddningstjänstens ingripande för att begränsa spridningen av en sådan brand.



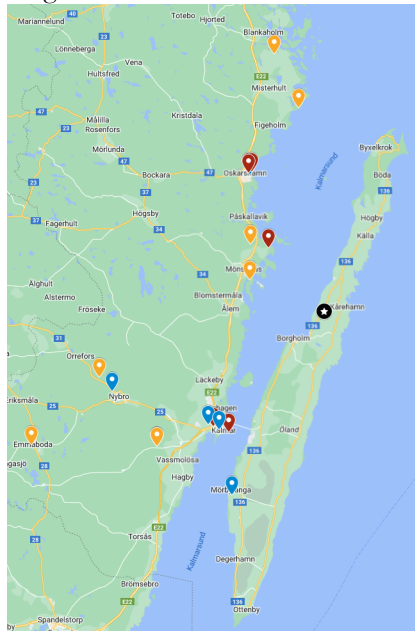
Figur 9. Ledningar över området markerade i grönt. Fastigheten är rödskräfferad.

Ledningarna är så pass långt bort att de inte riskerar att påverka anläggningen. I övrigt bedöms inte infrastrukturen utgöra ett hot för anläggningen. Det bedöms inte som att dessa faktorer kommer kunna orsaka eller förvärra en olycka.

3.9 Närliggande verksamheter

Likt ovan beskrivit kommer anläggningen vara placerad utanför Alböke. De närmaste byggnaderna utgörs av bostäder. I Alböke finns även en större gård (Alböke Gård AB) som bedriver lantbruk omfattande odling och djurhållning. Gården är placerad 500 m bort och bedöms inte ha några omfattande mängder farligt ämne och en händelse här bedöms inte kunna påverka anläggningen.

På Öland förekommer för närvarande inga verksamheter som omfattas av Seveso-direktivet. I Mörbylånga finns Guldfågeln AB som är en farlig verksamhet enligt LSO [14]. De närmaste farliga anläggningarna redogörs för nedan.



-  Seveso av högre grad
Farlig verksamhet LSO
-  Seveso av lägre grad
Farlig verksamhet LSO
-  Endast farlig verksamhet

Ingen av dessa verksamheter ligger på sådant avstånd att de bedöms kunna påverka anläggningen med undantag för Oskarshamns kärnkraftverk (OKG). En omfattande kärnteknisk olycka skulle kunna leda till att anläggningen inte kan nås under produktion. Det bedöms dock vara ett så osannolikt scenario att det inte kommer beröras vidare.



3.10 Närboende

Det finns inga boende i det direkta närområdet vars aktivitet skulle kunna påverka anläggningen. Andra anläggningar kan vara belägna på sådant sätt att närboendes aktiviteter kan påverka anläggningen. I yttrandet lyfts exempelvis grillande grannar, vilket i det här fallet bedöms som osannolikt. Inte för att närmaste granne i Alböke inte skulle kunna grilla, men eftersom att byggnaden är belägen flera hundra meter från anläggningen med en åker mellan.

Vad som bedöms troligare är att de lantbrukare som äger och brukar angränsade jordar orsakar en brand i kombination med torrt väder och skörd. Det är inte ovanligt att lantbruksmaskiner antänder vegetation i närområdet via gnistbildning eller genom kontakt mellan varma delar av maskinerna och torra växter. Detta har tidigare berörts i avsnittet om naturbränder.

3.11 Antagonistiskt hot

Hotfaktorer mot anläggningen från utomstående (antagonistiska hot) kan allvarlig skada anläggning. Det finns ingen entydig definition för vad som är ett antagonistiskt hot, men som stöd för följande stycke används den definition som MSB tagit fram.

Antagonistiska hot kan ses som avsiktligt illvilliga och illegala hot. De kan utgå från terrorister, irreguljära förband och organiserad brottslighet. Antagonistiska hot omfattar därmed inte bara hot om terrorism, utan även hot om sabotage och stöld. Det avgörande är medvetenheten hos den som utför eller avser att utföra en handling. Det kan handla om att skada någon utan att själv göra någon vinning, men det kan också handla om att skada någon för politisk eller ekonomisk vinning

Utomstående hot som kan påverka anläggningen är svåra att bedöma, bland annat eftersom deras intentioner är svåra att bedöma. Särskilt gäller ensamagerande antagonister som av en eller annan anledning vill skada anläggningen. Den typen av angrepp är svåra att värja sig från och ännu svårare att förutse.

I den hotbedömning som Nationellt centrum för terrorhotbedömning (NCT) är det dock troligare att de attentat som inträffar i Sverige riktas mot personer eller politiska instanser, och de vapen som används är enklare skjut- eller stickvapen. Baserat på den offentliga bedömning från NCT bedöms inte aktuell typ av anläggning ha förhöjd risk för attentat.

Det finns troligen aktörer som har ett intresse av att påverka industrianläggningar som tillverkar och distribuerar energi så som drivmedelsgas och liknande. Givetvis är det en stor skillnad mellan aktuell anläggning i Alböke och exempelvis Nord Stream-ledningarna, men förekomsten kan inte uteslutas. Faktum är av de gasolyckor som Energigas redogör för i [15] har lika många olyckors orsakats av brand som av sabotage. Därmed är brandrisken och sabotagerisken likvärdig.

Ett attentat mot anläggningen som skadar anläggningens processdelar riskerar inte att ge större skador jämfört med ett vådautsläpp till följd av en olycka. I den riskutredning som upprättats av oss har fokus legat på konsekvenserna av ett utsläpp snarare än den faktiska orsaken till ett utsläpp. Resultatet av denna visar på att ett vådautsläpp inte orsakar någon större risk för personer i Alböke.

För att motverka intrång kommer det att upprättas ett perimeterskydd kring anläggningen. Exakt omfattning är inte projekterat i aktuellt skede, men kommer minst utgöras av stängsel kring anläggningen.

En avslutande tanke på temat antagonistiska hot är huruvida en antagonistisk aktör skulle välja anläggningen i Alböke som mål för sina handlingar framför andra, större anläggningar. Det finns andra anläggningar i Sverige där ett attentat (eller hot om attentat) skulle generera större skada och som potentiellt är mer intressanta mål.



3.12 Sekundär försörjning

Anläggningen drivs av flera energislag (exempelvis egen värmepanna för uppvärmning) och är beroende av att dessa system fungerar. BGA klargör att de funktioner som är systemkritiska ska vara utformade så att de på ett betryggande sätt ska fungera. Det innebär att system som är beroende av extern försörjning och som är säkerhetskritiska ska klara av ett avbrott. Det kan exempelvis utgöra olika elektriska komponenter där funktionen måste finnas kvar även vid spänningsbortfall. I detta skede är anläggningen inte färdigprojekterad och exakt vilka system som finns och vilken redundans som krävs är inte klarlagt.

4. Sammanvägd bedömning

Utifrån ovanstående resonemang har 12 olika potentiella yttre påverkansfaktorer analyserats. Dessa täcker in naturfenomen som utgör en risk, bortfall av försörjningssystem, närliggande verksamheter och infrastruktur samt antagonistiska hot.

Med stöd av ovanstående görs bedömningen att anläggningen inte utsätts för yttre riskfaktorer som medger en oacceptabel riskbild. Det kommer finnas skyddssystem för att hantera flera av ovanstående punkter. Som tidigare nämnt är anläggningen inte färdigprojekterad och exakt vilka åtgärder som ska vidtas är inte fastlagt.

Det finns påverkansfaktorer som inte går att kontrollera så som antagonistiska hot eller flyghaveri, men den risken bedöms inte vara större i Alböke jämfört med andra platser. Det finns också scenarier eller faktorer som inte bedömts eftersom de inte går att förutse hur de kommer påverka eller är så osannolika att det inte finns något värde i att redogöra för dem. Exempel är en väpnad konflikt med främmande makt eller en kärnvapendetonation.

Vi anser att de yttre påverkansfaktorerna är hanterbara och att anläggningens placering är lämplig för ändamålet med avseende på dessa faktorer.



5. Referenser

- [1] Naturvårdsverket, "Effekter i Sverige," [Online]. Available: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/klimatet-i-framtiden/effekter-i-sverige/>. [Använd 30 juni 2023].
- [2] MSB, "Vägledning för skyfallskartering," MSB, Karlstad, 2017.
- [3] Länsstyrelsen Kalmar Län, "Översvämningsrisker på Öland," Länsstyrelsen Kalmar län, Kalmar, 2015.
- [4] Statens geologiska undersökning, "Kartvisare Jordarter 1:25 000 - 1: 100 000," [Online]. Available: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>. [Använd 22 juni 2023].
- [5] Statens geologiska undersökning (SGU), "Skredkänslighet i olika jordarter," [Online]. Available: <https://www.sgu.se/samhallsplanering/risiker/skred-och-ras/skredkanslighet-i-olika-jordarter/>. [Använd 22 juni 2023].
- [6] SMHI, "Månads-, årtids- och årskartor," [Online]. Available: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/medel/aska-antal-urladdningar-ar-medel>. [Använd 22 06 2023].
- [7] SMHI, "Vind och storm i Sverige 1901-2010," SMHI, 2011.
- [8] *Boverkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (BFS 2011:10 med ändringar till och med BFS 2022:4)*.
- [9] Energigas Sverige, "Anvisningar för Biogasanläggningar," Energigas Sverige, Stockholm, 2022.
- [10] Trafikverket, "Nationell järnvägsdatabas (NJDB)," [Online]. Available: <https://njdbwebb.trafikverket.se/SeTransportnatverket>. [Använd 29 juni 2023].
- [11] Sjöfartsverket, "Geokatalogen - Kartvisare," [Online]. Available: <https://geokatalog.sjofartsverket.se/kartvisarefyren/>. [Använd 29 juni 2023].
- [12] Luftfartsverket, "AROWeb - AIS MET och Färdplanering," 29 juni 2023. [Online]. Available: <https://aro.lfv.se/Editorial/View/IAIP?folderId=15>. [Använd 29 juni 2023].
- [13] Luftfartsverket, "Drönarrestriktion Karta," [Online]. Available: <https://dronechart.lfv.se/?x=1839141.25656&y=7717166.0105&z=10.74169&r=0&l=011111111111>. [Använd 29 juni 2023].
- [14] A. Sporrang och M. Olsson, "Utredning om gemensamt räddningstjänstförbud för kommunerna: Borgholm, Emmaboda, Högsby, Kalmar, Mönsterås, Mörbylånga, Nybro, Oskarshamn och Torsås (Bilaga Kallelse till kommunfullmäktige 2022-03-17, Borgholms kommun)," Räddningstjänsten Öland, 2022.
- [15] Energigas Sverige, "Rapporter om olyckor och incidenter 2022," Energigas Sverige, Stockholm, 2023.



BILAGA 2 – GROVRISKANALYS

Komponent	Potentiell händelse	Tänkbar orsak	Konsekvens	Vidtagen åtgärd	Rekommenderad åtgärd	Värdering	
						S	K
Rötkammare, efterrötkammare	Läckage från processkomponent (Fläns, packning, rörbrott)	Mekanisk åverkan från fordon, person Slitage	- Okontrollerat utsläpp av rågas. Potentiell brandrisk, explosionsrisk eller hot mot människor i den direkta närheten - Litet produktionsstopp	Skyddsåtgärder enligt standard (påkörningsskydd etc) Rutiner för underhåll kommer finnas.	Personal medvetliggörs om vikten att skydda processdelar och att tidigt varna för minsta slitagetecken	4	2
	Stort läckage (ruptur, tank rämningar)	Mekanisk åverkan	- Okontrollerat utsläpp av rågas. Stor brandrisk, explosionsrisk eller hot mot människor i området - Stort produktionsavbrott	Skyddsåtgärder enligt standard. Utrustning utformas enligt gällande standarder	Alla personer som vistas nära processutrustning och som riskerar kunna åverka utrustning ska ha utbildning och vetskap om vilka risker som finns	1	5



Komponent	Potentiell händelse	Tänkbar orsak	Konsekvens	Vidtagen åtgärd	Rekommenderad åtgärd	Värdering	
						S	K
Gasuppgradering	Läckage från processkomponent (Fläns, packning, litet rörbrott)	Mekanisk åverkan från fordon, person Slitage	- Okontrollerat utsläpp av uppgraderad gas. Potentiell brandrisk, jetflamma explosionsrisk eller hot mot människor i den direkta närheten - Litet produktionsstopp	Skyddsåtgärder enligt standard (påkörningsskydd etc.) Rutiner för underhåll kommer finnas.	Personal medvetliggörs om vikten att skydda processdelar och att tidigt varna för minsta slitagetecken Kunskap om tecken på gasläckage och åtgärder att vidta	4	2
	Stort läckage (ruptur, tank rämningar)	Mekanisk åverkan	- Okontrollerat utsläpp av biogas. Stor brandrisk, jetflamma, explosionsrisk eller hot mot människor i området	Skyddsåtgärder enligt standard. Utrustning utformas enligt gällande standarder	Alla personer som vistas nära processutrustning och som riskerar kunna åverkas utrustning ska ha utbildning och vetskap om vilka risker som finns Ansvar för vem som ändrar ventilläge före utpumpning	1	5
Kryotank	Läckage från tankbilar	Hantering kan ge utsläpp	Risker för personer som arbetar vid fordon			3	1



Komponent	Potentiell händelse	Tänkbar orsak	Konsekvens	Vidtagen åtgärd	Rekommenderad åtgärd	Värdering	
						S	K
Kryotank	Läckage från processkomponent (Fläns, packning, litet rörbrott)	Mekanisk åverkan från fordon, person Slitage	- Okontrollerat utsläpp av brännbar vätska. Potentiell brandrisk, pölbrand köldrisk eller hot mot människor i den direkta närheten - Litet produktionsstopp	Skyddsåtgärder enligt standard (påkörningsskydd etc.) Rutiner för underhåll kommer finnas. Invallning finns	Personal medvetliggörs om vikten att skydda processdelar och att tidigt varna för minsta slitagetecken Kunskap om tecken på gasläckage och åtgärder att vidta	4	2
	Stort läckage (ruptur, tank rämningar)	Mekanisk åverkan	- Okontrollerat utsläpp av kyld, brännbar vätska. Stor brandrisk, pölbrand, köldrisk, explosionsrisk eller hot mot människor i området	Skyddsåtgärder enligt standard. Utrustning utformas enligt gällande standarder Invallning finns	Alla personer som vistas nära processutrustning och som riskerar kunna åverka utrustning ska ha utbildning och vetskap om vilka risker som finns Särskild koll på kylda gaser och deras riskbild	1	5



Komponent	Potentiell händelse	Tänkbar orsak	Konsekvens	Vidtagen åtgärd	Rekommenderad åtgärd	Värdering	
						S	K
Kryotank	BLEVE	Brand i närheten värmer tank	Tanken exploderar med stort konsekvensområde till följd	Tank är utformad för att motstå brand Rutiner för att inget brännbart ska finnas nära	Säkerställa stort avstånd till brandstiftare. Fordon parkeras så långt bort som möjligt t.ex.	1	5
Fordon på området	Brand i tankbil	Läckage som antänder	Brand i fordon Spridning av brandfarligt ämne inom anläggningen	Skyddsavstånd mellan fordon och brännbar och/eller känsliga komponenter	Utbildning kring risker vid lastning och lossning även för personal som inte aktivt arbetar med det	3	3
	Kollision mellan fordon	Oförsiktigt framförande av fordon	Ringa personsador till följd av kollision i låg hastighet Skada på byggnader eller anläggning	Skyddsavstånd	Extra skyltning vid känsliga punkter	3	1
Mottagningsstation	Brand i byggnad	Tekniskt fel	Skada på byggnad	Aktivt systematiskt brandskyddsarbete	Externa kontroller av brandskydd för att få nya ögon på brister	3	4
		Anlagd brand	Spridning av brand inom anläggning				



Komponent	Potentiell händelse	Tänkbar orsak	Konsekvens	Vidtagen åtgärd	Rekommenderad åtgärd	Värdering	
						S	K
Mottagningsstation	Läckage av substrat	Överfyllning av kärl Handhavandefel vid lossning	Substrat kan riskera att hamna fel och skada person eller miljö. Sanitär olägenhet	Anläggning utformas enligt standard	Tydlig skyltning och kontroll kring mängder och vad som ska fyllas var	5	2

	Sannolikhet	Konsekvens
1	Händelse inträffar mer sällan än en gång per 1000 år.	Liten brand, självslocknar eller släcks av personal. Lokalt spill/läckage. Endast direkt anslutande föremål påverkas.
2	Händelse inträffar mellan en gång per 100 år och en gång per 1000 år.	Liten brand där brand begränsas via manuell släckning av personal/räddningstjänst Litet utsläpp, mindre pölar eller gasutsläpp. Begränsas av personal på plats/räddningstjänst
3	Händelse inträffar mellan en gång per tio år och en gång per 100 år.	Mellanstor brand, begränsas till enskilt upplag eller begränsad del av byggnad Mellanstort utsläpp
4	Händelse inträffar mellan en gång per år och en gång per tio år.	Stor brand, begränsas till byggnadsdel eller större brandcell. Stort utsläpp, riskerar påverka personer utanför fastigheten.
5	Händelse inträffar minst en gång per år	Total brandskada av hela byggnaden. Brand-spridningsrisk till angränsande byggnadsdelar eller fastighet. Fullständig förlust av kontroll på vätska/gas