

TITTEL	ALARP-vurdering Lilleby varmesentral	DATO	05.04.2019
EMNE	Oppsummering risikoanalyser og ALARP-analyse	PROSJEKT	ST-14262-1
TIL	Finn Hvoslef, Veidekke	REVISJON	1.0
KOPI		DOK.REF.	st-14262-1 Notat Lilleby
UTARBEIDET	I. Fossan, J. Dahlsveen, E .Sørdal	GODKJENT	T. Dammen

## Innhold

1	INNLEDNING .....	2
1.1	Generelt.....	2
1.2	Bakgrunn .....	2
1.3	Utførte risikoanalyser .....	2
2	VURDERING AV MULIGE TILTAK (ALARP-REGISTER) .....	4
3	MULIGE ØKONOMISKE KONSEKVENSER AV EN LEKKASJEHENDELSE.....	7
3.1	Kostnad ved tap av menneskeliv.....	8
3.2	Restaurering av området/bygninger .....	8
3.3	Rettssaker .....	9
3.4	Renommé .....	9
3.5	Anslått total kostnad ved en antent lekkasjehendelse .....	9
4	ALARP-VURDERING AV KOSTNAD PÅ TILTAK .....	9
5	KONKLUSJON .....	10
6	FUNKSJONSBEKRIVELSE AV TILTAK.....	10
7	REFERANSER .....	12

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Generelt

Dette notatet oppsummerer vurdering av sikkerhetsmessige tiltak knyttet til Lilleby varmesentral i forbindelse med utbygging i nærheten av anlegget.

Vurderingen er basert på utførte risikoanalyser for anlegget og føringer i regelverket for å oppnå et så godt sikkerhetsnivå som mulig.

### 1.2 Bakgrunn

Området beliggende omkring tidligere Lilleby smelteverk, betegnet som Lilleby-området i områderegulering, skal bygges ut. For å sikre leveranse av fjernvarme er Lilleby varmesentral etablert i området. Per i dag benyttes LNG som brensel for kjelene. LNG-tanken ligger på utsiden av vestveggen til kjelhuset.

Plan- og bygningsloven, i tillegg til regelverket knyttet til brann- og eksplosjonsvernloven, gir krav til regulering av områdene rundt anlegg med farlige stoffer og/eller kjemikalier. Lilleby varmesentral er ikke et anlegg som dekkes av storulykkeforskriften fordi mengden LNG som lagres er mindre enn 120 m<sup>3</sup>. Det er dermed «Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen» (Ref. 1), heretter kalt Forskriften, som er gjeldende for anlegget.

Veiledningen til forskriften gir føringer for utarbeidelse av risikoanalyser og vurderinger for å sikre at risiko tilknyttet anlegget bringes til et nivå som med rimelighet kan oppnås. Dette i henhold til forskriftens §14:

#### § 14. Risiko og risikovurdering

Eier eller bruker av utstyr og anlegg som benyttes ved håndtering av farlig stoff og virksomheter som håndterer farlig stoff skal sørge for at risikoen er redusert til et nivå som med rimelighet kan oppnås. Sikkerhetshensyn skal være integrert i alle virksomhetens faser, herunder prosjektering, etablering, drift og avvikling.

Virksomheten skal kartlegge farer og problemer med hensyn på håndtering av farlig stoff og på denne bakgrunn vurdere risiko. Vurderingen skal inkludere interne og eksterne forhold samt uønskede tilsiktede handlinger.

På bakgrunn av vurderingen skal det utarbeides planer og gjennomføres tiltak for å redusere risikoen til et akseptabelt nivå.

### 1.3 Utførte risikoanalyser

Det er tidligere utført risikoanalyser for anlegget i henhold til Veiledningen til Forskriften:

- «ROS analyse; lekkasjer fra Lilleby Varmesentral, Trondheim», Norsk Energi, datert 08.02.2012 (Ref.2)
- «Risikovurdering av Lilleby Varmesentral», Safetec, datert 02.11.2013 (Ref. 3)

Sistnevnte ledet til en anbefaling om å se mer detaljert på behov for arealmessige begrensninger eller ytterligere sikkerhetsmessige tiltak knyttet til utbygging av Lillebyområdet. Det ble senere gjennomført en risikoanalyse som fokuserte på tiltak for å begrense gassspredning ut av anlegget;

- «Hensynssoner for Lilleby varmesentral», ComputIT, datert 06.04.2017 (Ref.4)

Analysen i denne rapporten la til grunn metodikk for utarbeiding av hensynssoner gjeldende for storulykkesvirksomheter, som er beskrevet i:

- «Veileder om sikkerheten rundt storulykkesvirksomheter», DSB, 2016 (Ref. 5)
- «Temarapport om sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer. Kriterier for akseptabel risiko», DSB, 2012. (Ref. 6)
- «Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff», LR/DSB, datert 18.10.2017. (Ref. 7)

Akseptkriteriene definert gjennom denne metodikken er ikke gjeldende for Lilleby varmesentral idet anlegget ikke faller innunder Storulykkesforskriften. Anvendt metode er imidlertid å betrakte som beste praksis, og DSB ønsker at metodikk for utarbeiding av hensynssoner som gjelder for storulykkesanlegg anvendes for andre anlegg.

Analysen utført for Lilleby varmesentral er følgelig i tråd med regelverk, forskrifter og rådende anbefaling gitt av DSB.

De arealmessige begrensningene innarbeidet i områderegulering er vurdert å være i samsvar med de utførte risikoanalysene og følgelig i henhold til føringene gitt av myndighetskravene.

## 2 VURDERING AV MULIGE TILTAK (ALARP-REGISTER)

Analysen av hensynssoner utført av ComputIT (Ref. 4) adresserer risiko for 3. part, og diskuterer mulige tiltak for å redusere sannsynligheten for ulykker som gir eksponering av personell og bygninger på utsiden av innregulerte faresone.

Tiltak listet i etterfølgende tabell er identifisert i denne rapporten. Basert på studien er den risikoreducerende effekten knyttet til hendelser kvantifisert for hvert av tiltakene uten å gjennomføre detaljerte beregninger. Dette vurderes som tilstrekkelig for å kunne etablere et bilde av effekten i et kost-nytte perspektiv. Det er viktig å bemerke at effekten av de ulike tiltakene ikke er additiv. Det vil si at total effekt av to eller flere tiltak ikke kan beregnes ved å summer hvert enkelt bidrag i tallen. Dette fordi to forskjellige tiltak vil kunne virke på de samme scenarioene, men på ulike måte.

ID	Tiltak	Beskrivelse av funksjon	Effekt på risikonivå for 3. part
1	Gjerde omkring anlegget	<p>Et gjerde omkring anlegget vil ha flere funksjoner. Først og fremst vil et gjerde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Forbedre trafikale forhold for tankbil; forbedrer sikkerhet under fylleoperasjoner</li> <li>– Bedre sikkerheten under situasjoner som krever beredskap (for eksempel brann på anlegget)</li> <li>– Forbedre sikring av anlegget gjennom å redusere tilgang for uvedkommende. Det vil forhindre situasjoner (for eksempel kollisjon, hærverk og/eller sabotasje) som kan lede til skade på anlegget eller lekkasjer</li> </ul> <p>Om dette gjerdet utføres slik at det kan utgjøre en barriere for gassspredning ved brudd på utstyr inne på anlegget vil det ha signifikant effekt på det estimerte risikonivået. Følgende effekter bidrar til redusert risiko:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hindre spredning av brennbar gass i omgivelsene ved lekkasje på anlegget</li> <li>– Forsinke spredning av gass til omgivelsene</li> <li>– Redusere eksponering for mulige tennekilder</li> </ul> <p>Effekten gjerdet har på gassspredning vil øke med økende høyde. For å eliminere risiko knyttet til brudd på komponenter som kommuniserer med LNG tankvolum må høyden være svært høy. Et gjerde vil imidlertid fungere som barriere for store lekkasjer med kort varighet (som er det mest sannsynlige), og tiltaket er derfor positivt koplet til tiltak med ID2, ID3 og ID4 (forsinkelse av tid til overløp av indre fangdam samt redusert tid til nedstengning av anlegget).</p> <p>Se kap. 6. for fullstendig beskrivelse av funksjonskrav til tiltaket.</p>	< 2,5·10 <sup>-5</sup> per år

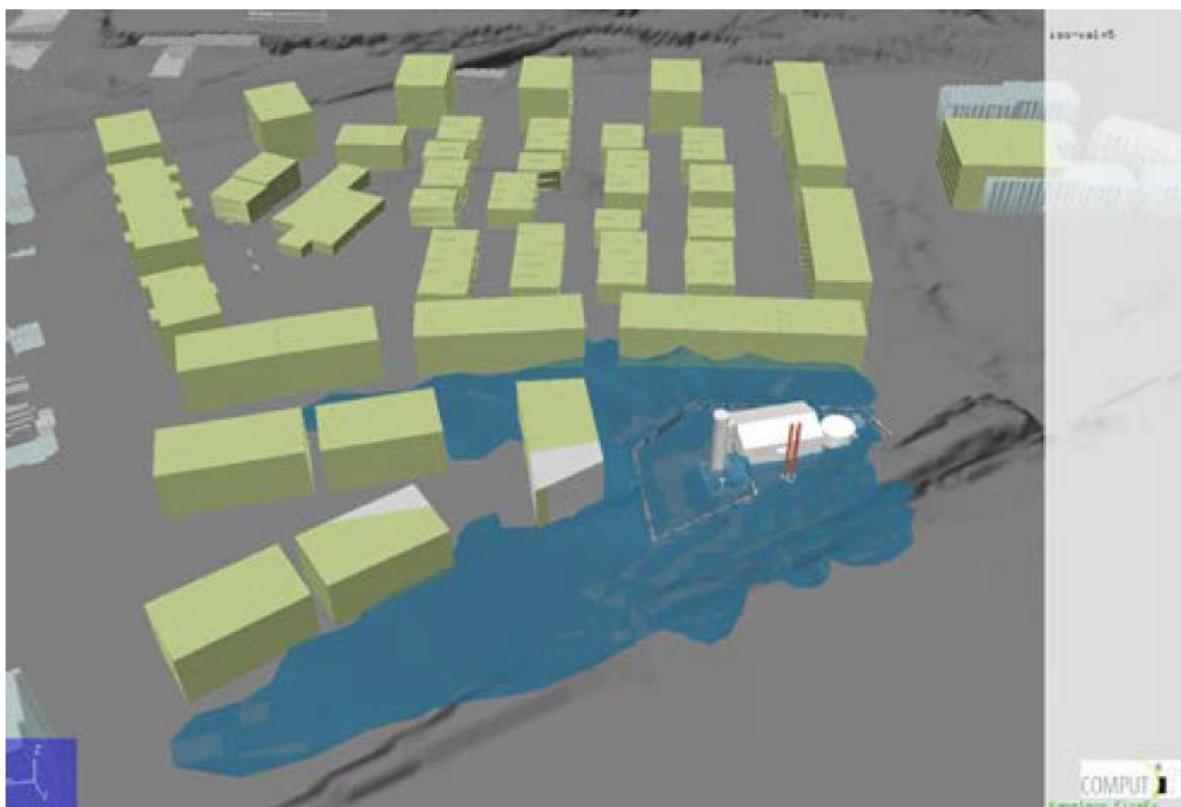
ID	Tiltak	Beskrivelse av funksjon	Effekt på risikonivå for 3. part
2	Forhøye høyde på vegger til fangdam	Forsinke overløp av kald LNG ved lekkasjer hvor fangdam fungerer etter intensjon, men mengden som slippes ut overskrider dammens kapasitet. Dette vil gi lengre tid for varmeovergang til den kalde gassen. Med tilstrekkelig oppvarming vil gassen vinne oppdrift og stige istedenfor å spredes i horisontalplanet på utsiden av ytre vegg.	$< 1 \cdot 10^{-5}$ per år
3	Redusere tid til nedstengning	Risikobidrag fra lekkasjer som oppstår i komponenter som ikke kommuniserer direkte med tankvolumet vil kunne reduseres ved å sørge for en så hurtig nedstengning som mulig.  En optimal løsning er automatisk nedstengning på gassdeteksjon (gassdetektorer (det finnes ulike typer i markedet) i kombinasjon med temperaturredetektorer samt videoovervåkning).	$5 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ per år
4	Forbedret gassdeteksjons-system	Besørge at alle lekkasjer detekteres, og da spesielt lekkasjer som spruter over indre fangdam og ikke eksponerer detektorer plassert i selve fangdammen.  Dette tiltaket er sterkt koplet til tiltak med ID3 (nedstengning) idet den fulle effekten vil først utløses ved effektiv og rask nedstengning. Angitt effekt på risikonivå er isolert for oppgradering av ytelsen til gassdeteksjonssystemet. Kombinert effekt med nedstengning er angitt under ID3.	$1 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ per år
5	Redusere antall lekkasjepunkt	Vurdere om antall lekkasjepunkt kan reduseres, og da spesielt de som kommuniserer med væskeside i LNG tankvolum, og dermed ikke kan isoleres med stengeventil.  Dette tiltaket er koplet til tiltak med ID3 (nedstengning) og ID6.	$< 5 \cdot 10^{-6}$ per år
6	Reduksjon dimensjon på utstyr/rørføringer som er tilkoplede LNG-tanken	Risikoanalysen viser at ytre fangdam (gass tett vegg, tiltak med ID1), har evnen til å holde igjen spredning av gass fra lekkasjer i intervallet 3-5 kg/s. Restrisiko for 3. part er knyttet til brudd på rørføringer som kommuniserer med LNG tankvolum. Mengden som lekker ut per tidsenhet er en funksjon av trykk og dimensjon på utstyr. Analysen vurderer effekten av å redusere dimensjon på rørføringer som kommuniserer med tankvolum. Ved å redusere dimensjon vil lekkasjer som gir eksponering av gass på utsiden av anlegget tilnærmet kunne elimineres gjennom at maksimal utstrømningsrate reduseres til den raten som kan resultere i brennbar gass på utsiden av den gasstette veggen (ID1).  Gjennomførbarhet til tiltak vil komme an på nødvendig strømningsrate for å drive anlegget. Man se for seg en utbyttbar fast innsnevring slik at dette evt. kan reguleres. Det er i så fall viktig at dette tiltaket ikke medfører en økning av risiko som følge av feilmoder knyttet til denne komponenten. Det vil være nødvendig med avklaring med leverandør av slike anlegg.  Dette er et svært effektivt tiltak om en teknisk løsning kan etableres. Det er iboende sikkert idet man ikke er avhengig av ytelseevnen til automatiske barrierer.	$1 \cdot 10^{-5}$ - $2,5 \cdot 10^{-5}$ per år

ID	Tiltak	Beskrivelse av funksjon	Effekt på risikonivå for 3. part
7	Oppgradering tennkildek kontroll	Gå gjennom barrieren for tennkildek kontroll for å besørge at objekter som potensielt kan resultere i antenning inne på anlegget er redusert til et absolutt minimum. Dette gjelder for eksempel elektrisk utstyr både ute og inne som ikke er sertifisert iht. ATEX direktivet.	$1 \cdot 10^{-6}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ per år
8	Redusere operasjonstrykk	Vurdere reduksjon av operasjonstrykk for å redusere potensiell lekkasjerate, og da spesielt relatert til brudd på utstyr.	$< 1 \cdot 10^{-5}$ per år
9	Øke avstand til nærmeste boligbygg på utsiden av anlegget	Sannsynlighet for eksponering av 3. part avtar med avstand fra anlegget (for både gass eksponering og eksponering for brann og eksplosjonslaster). Ved å øke avstand fra anlegget til nærmeste bebyggelse vil risiko reduseres. Forflytning må imidlertid være med vesentlig for å gi signifikant effekt, men selv noen meter vil bidra til en risikoreduksjon. Angitt effekt er koplet til en forflytning på 10 meter eller mer ift. den nærmeste bygningen på felt B6 lagt til grunn i risikoanalysen.	$<< 1 \cdot 10^{-6}$ per år
10	Beredskap	Det kan være beredskapsprosedyrer og evt. implementere tekniske barrierer for effektiv respons i en ulykkessituasjon. Med sistnevnte menes f.eks. alarmering (både lys og lyd) og kommunikasjon (telekom).  Dette tiltaket vil involvere samarbeid med ansvarlig myndighet (brannvesen).  Tiltaket har liten direkte kopling til effekt på modellert risikonivå, men vil ha signifikant betydning for potensielle konsekvens i praksis.	NA
11	Skifte til drift av kjeler på olje (f.eks. biodiesel)	Det forventes at dette tiltaket vil tilnærmet eliminere risiko for 3. part, men dette må verifiseres gjennom en risikoanalyse for dette driftstilfellet.	$\sim 2,5 \cdot 10^{-5}$ per år

### 3 MULIGE ØKONOMISKE KONSEKVENSER AV EN LEKKASJEHENDELSE

I dette kapittelet er det gjort et overslag av forventede kostnader knyttet til ulykker ved en eventuell lekkasjehendelse med antennesle.

Vi har tatt utgangspunkt i en hendelse der gass lekker ut fra tanken og flyter inn mellom de nærmeste bolighusene. Utbredelsen av en slik gasslekkasje er vist på figuren under. Dette er et ekstremt tilfelle med svært lav sannsynlighet. Om anlegget hadde vært i drift i 100.000 år ville man statistisk sett forvente at en slike hendelse kunne ha skjedd én gang.



Figur 3.1 Brennbar gassky fem minutter etter start av lekkasje med rate på 14 kg/S LNG og 0,75 m/s vind fra sør-sørvest (vindretning parallell med perspektiv på plott). Figuren er hentet fra ComputITs rapport til Veidekke Eiendom AS, Rapport nr. R1702, prosjektnr. 100482, Dato 06.04.2017.

Vi antar at lekkasjen antenner (altså tennsannsynlighet = 1) og gir en flashbrann. En lekkasje med påfølgende brann vil, i tillegg til andre konsekvenser, gi en rekke kostnader. De mest åpenbare kostnadene vil være:

- Kostnad ved tap av menneskeliv
- Kostnader for restaurering av boligområdet
- Kostnader knyttet til eventuelle rettsaker
- Kostnader for tap av renommé involverte aktører

### 3.1 Kostnad ved tap av menneskeliv

I tilfelle en brann mellom bolighusene som beskrevet over, kan man anta at personer som er utendørs og blir eksponert for brannen vil omkomme (de vil puste inn varme forbrenningsprodukter). LNG-brannen vil mest sannsynlig ha kort varighet, og det er derfor lav sannsynlighet for at bolighusene vil bli antent slik at personer som befinner seg innendørs blir eksponert.

Tabell 3.1 viser antakelsene som er basis for beregning av kostnad ved tap av menneskeliv.

Tabell 3.1 Antakelser for kostnadsestimat – tap av menneskeliv

PARAMETER	ANTALL	KOMMENTAR
Leiligheter per blokk	28 stk.	Ut fra nettsiden til Veidekke/Lilleby er det anslått at hver av blokkene har 28 leiligheter av ulik størrelse.
Personer pr leil.	2 stk.	Det vil normalt bo én til fire-fem personer i hver leilighet. Det er her antatt at det i snitt bor 2 personer i hver leilighet.
Eksponerte blokker	3 stk.	Ut fra figuren som viser gass-spredningen, er det antatt at de tre nærmeste blokkene vil bli eksponert ved en brann.
Andel pers ute i rushtid	0,30	Det antas at 30% av personene i blokkene vil være ute samtidig i rushtiden.
Andel pers ute i ikke-rushtid	0,01	Det antas at 1% av personene i blokkene vil være ute samtidig utenom rushtiden.
Andel tid rushtid	0,083	Andel tid rushtid per døgn – to timer
Andel ikke rushtid	0,92	Andel tid uten rush i døgnet - 22 timer
Tenn-sannsynlighet	1	Det antas at dersom man får en gasslekkasje, vil den bli antent med 100 % sannsynlighet.
Pris - tap av ett liv	20 MNOK	Det er ikke mulig å sette en 'riktig' pris på et menneskeliv, så et grovt anslag gjøres. Dette anslaget betraktes som lavt.

Basert på antagelsene i tabellen over, vil man få en forventet kostnad på ca. 121 MNOK, noe som kan antas å være et forsiktig anslag.

Man kan også forsvare et høyere anslag: Dersom man øker antallet personer per leilighet til 3 og doubler prisen på tap av menneskeliv, vil man få en forventet kostnad på 325 MNOK.

Det konkluderes at kostnader knyttet til direkte tap av menneskeliv er i området 150 -300 MNOK.

### 3.2 Restaurering av området/bygninger

Dersom man skulle få en brann som beskrevet over, er det rimelig å anta at de nærmeste blokkene, utvendig utstyr og uteområdet som blir eksponert må renoveres. Kostnaden for dette vil være avhengig av skadene som oppstår i brannen. Det antas at boligene er utført med treverk utvendig. Terrasser, inngangspartier, vinduer, lekeplasser med mer kan også bli berørt. Man kan imidlertid hevde at brannen vil være for kortvarig til å antenne blokkene slik at bygningene får større innvendige skader. Skyen vil forbrenne raskt.

Vi estimerer kostnaden til å være et sted mellom 50 og 200 MNOK.



### 3.3 Rettssaker

I etterkant av en lekkasje og brann, kan man forvente at det vil bli rettssaker, initiert av sameie/huseierforeninger, enkeltpersoner eller mellom involverte selskaper. Saksomkostnader i forbindelse med slike rettssaker er anslått til å være et sted mellom 50 og 250 MNOK.

### 3.4 Renommé

Involverte aktører (Statkraft, Veidekke og myndighetsorgan) vil kunne tape renommé ved en ulykkeshendelse. Tap av renommé i forbindelse med en lekkasje med påfølgende brann vil kunne være betydelig. Samlede kostnader knyttet til tap av renommé settes til 250 – 750 MNOK.

### 3.5 Anslått total kostnad ved en antent lekkasjehendelse

De anslåtte kostnadene i forbindelse med en brannhendelse i forbindelse med en lekkasje fra Lilleby vamesentral er oppsummert i tabellen under. Det er gitt to kostnadsanslag; et moderat anslag og et høyt anslag. Dette fordi tallene er relativt usikre.

Tabell 3.2 Anslag total kostnad ved antent lekkasjehendelse

KOSTNADELEMENT	KOSTNAD MODERAT (NOK)	KOSTNAD HØY (NOK)
Direkte kostnader tap av liv	150	300
Direkte kostnader restaurering etter brann	50	200
Indirekte kostnader renommé	250	750
Kostnader rettssaker	50	250
<b>Totalt</b>	<b>500</b>	<b>1 500</b>

## 4 ALARP-VURDERING AV KOSTNAD PÅ TILTAK

I stedet for å beregne nytteverdien for hvert enkelt tiltak er det gjort en overordnet estimering av nytteverdien av et tenkt tiltak med absolutt effektivitet (dvs. all risiko elimineres av tiltaket). Et slikt tiltak ville ha redusert en ulykkesfrekvens med ca.  $2.5 \cdot 10^{-5}$  per år. Antall ulykker som elimineres gjennom tiltaket er gitt av reduksjonen multiplisert med restlevetiden til anlegget (som settes til 20 år). Basis som benyttes for å beregne nytteverdi av tiltak er gitt i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Antakelser kostnadsestimat

PARAMETER	Verdi	ENHET	KOMMENTAR
Frekvensreducerende effekt av tiltak	2,50E-05	Pr. år	Ut fra tabellen i ALARP-registeret i kapittel 5, er dette det meste man kan redusere hendelsesfrekvensen basert på de foreslåtte tiltakene.
Anleggets resterende levetid	20	År	Dette er den resterende levetiden som er anslått for anlegget, det vil si den totale driftstiden tiltaket har effekt.

Basert på antakelsene gitt over kan kost-nytte-balanse beregnes for 'moderat' og 'høyt' kostnadsanslag, se Tabell 4.2.

Tabell 4.2 Estimat kost-nytte-balanse

KOSTNAD HENDELSE (MNOK)	KOST-NYTTE-BALANSE (MNOK)
500	0,25 (= 500 MNOK · 20 år · $2.5 \cdot 10^{-5}$ per år)
1 500	0,75 (= 1 500 MNOK · 20 år · $2.5 \cdot 10^{-5}$ per år)

Overslagsberegningen viser at dersom et tiltak kan redusere frekvensen på en hendelse med  $2,5 \cdot 10^{-5}$  per år hendelser per år, vil tiltaket være kost-nytteeffektivt dersom det koster opp til ca. 1 million kroner, dersom man antar at anlegget har en restlevetid på 20 år.

Ut fra denne kost-nyttevurderingen, er det eneste identifiserte kostnadseffektive tiltaket etablering av et gasstett gjerde omkring anlegget. Kostnaden ved alle andre tiltak vurderes å være vesentlig høyere enn nytteverdien. Dette betyr ikke at det ikke er hensiktsmessig å utføre mer detaljerte vurderinger for å se på hvordan tiltak eventuelt kan optimaliseres relativt til investeringskostnader.

## 5 KONKLUSJON

LNG-anlegget på Lilleby er etablert og drevet i henhold til norske regelverk. Risiko for eksponering av 3. part er lav.

I forbindelse med utbygging på Lilleby er en rekke tiltak vurdert for å sikre at risiko er redusert 'til et nivå som med rimelighet kan oppnås', noe som er en forventning uttrykt i regelverket. Basert på den gjennomførte kost-nytte-analysen av tiltakene, er konklusjonen at man, ved å etablere et gasstett gjerde langs kanten av anleggstomten, imøtekommer intensjonen til regelverket.

Det er mulig å gjøre nærmere analyser med tanke på å vurdere iverksetting av flere av de andre opplistede tiltakene, men risikoreduksjonen som kan oppnås er ikke åpenbart effektiv sett i forhold til investeringskostnader.

## 6 FUNKSJONSBESKRIVELSE AV TILTAK

Nedenfor er det gitt en funksjonsbeskrivelse av tiltak med tilhørende krav til utforming.

### Risikoreducerende funksjon til gjerde

Safetec gir følgende funksjonsbeskrivelse for gjerdet, som skal:

- Hindre spredning av brennbar gass i omgivelsene ved lekkasje på anlegget
- Forsinke spredning av gass til omgivelsene
- Redusere eksponering for 3. part
- Forbedre trafikale forhold for tankbil under fylleroperasjoner
- Bedre sikkerheten under situasjoner som krever beredskap (brann på anlegget)
- Forbedre sikring av anlegget: Redusere tilgang for uvedkommende for å forhindre situasjoner (for eksempel kollisjon, hærverk og sabotasje) kan lede til skade på anlegget som reduserer anleggets regularitet (oppetid) og/eller resulterer i lekkasjer

Effekten av gjerdet vil øke med økende høyde. For å eliminere risiko for brudd på komponenter som kommuniserer med LNG tankvolum må høyden være svært høy (flere titalls meter). Gjerdet vil imidlertid fungere som barriere for store lekkasjer med kort varighet, og tiltaket er derfor positivt koplet til tiltak som reduserer varighet av lekkasje og tiltak som reduserer lekkasjestørrelse.

Gjerdet kan være gasstett; det er imidlertid ikke et krav at gjerdet må være absolutt gasstett fordi små åpninger vil ha en gunstig effekt idet de vil bidra til uttynning av gassen. Små åpninger er i denne sammenheng åpninger med en åpning typisk mindre enn 10 cm x 10 cm. Gass som siver ut av de små åpningene i gjerdet vil tynnes ut under en brennbar konsentrasjon i kort avstand fra gjerdet.

Gjerdet må være utført slik at det ikke kan antennes i en brann på anlegget. Antennelse av gjerdet vil vanskeliggjøre beredskap og potensielt lede til sekundær antennelse av objekter på utsiden av anlegget.

### Utforming

Safetec gir følgende spesifikasjoner for gjerdets utforming:

- Gjerdet bør legges så langt ut mot tomtegrensa som mulig.
- Minimum høyde til gjerde settes til 2,5 meter ut fra elevasjon gitt av bunnen til fangdam hvor LNG-tanken er plassert.
- Gjerdet skal være sammenhengende og homogent over hele omkretsen.
- Lysåpning skal være 0 til 10% målt over et areal på 1 m<sup>2</sup>. Den maksimale åpningen noe sted på gjerdet settes til 0.01 m<sup>2</sup> (10 x 10 cm<sup>2</sup>). Det betyr at gjerdet kan være tett, men at en angitt maksimal lysåpning er akseptabel.
- Gjerdet skal være tett ned mot bakken.
- Gjerde må utføres i et ikke brennbart materiale.
- Andre faktorer (f.eks. kostnadmessig, estetikk og konstruksjonsmessige forhold) kan sette ramme for endelig høyde utover angitt minimumshøyde.

## 7 REFERANSER

- 1 [«Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen», FOR-2009-06-08-602](#)
- 2 Norsk Energi, *ROS analyse; lekkasjer fra Lilleby Varmesentral*, Trondheim, 08.02.2012
- 3 Safetec, *Risikovurdering av Lilleby Varmesentral*, ST-04825-3, Rev. 4, 02.11.2013
- 4 ComputIT, *Hensynssoner for Lilleby varmesentral*, Pnr. 100482, Rapportnr. R1702, 06.04.2017
- 5 [DSB, Veileder om sikkerheten rundt storulykkesvirkosmheter, 2016](#)
- 6 [DSB, Temarapport om sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer. Kriterier for akseptabel risiko, 2012](#)
- 7 [LR/DSB, Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff, 18.10.2017](#)