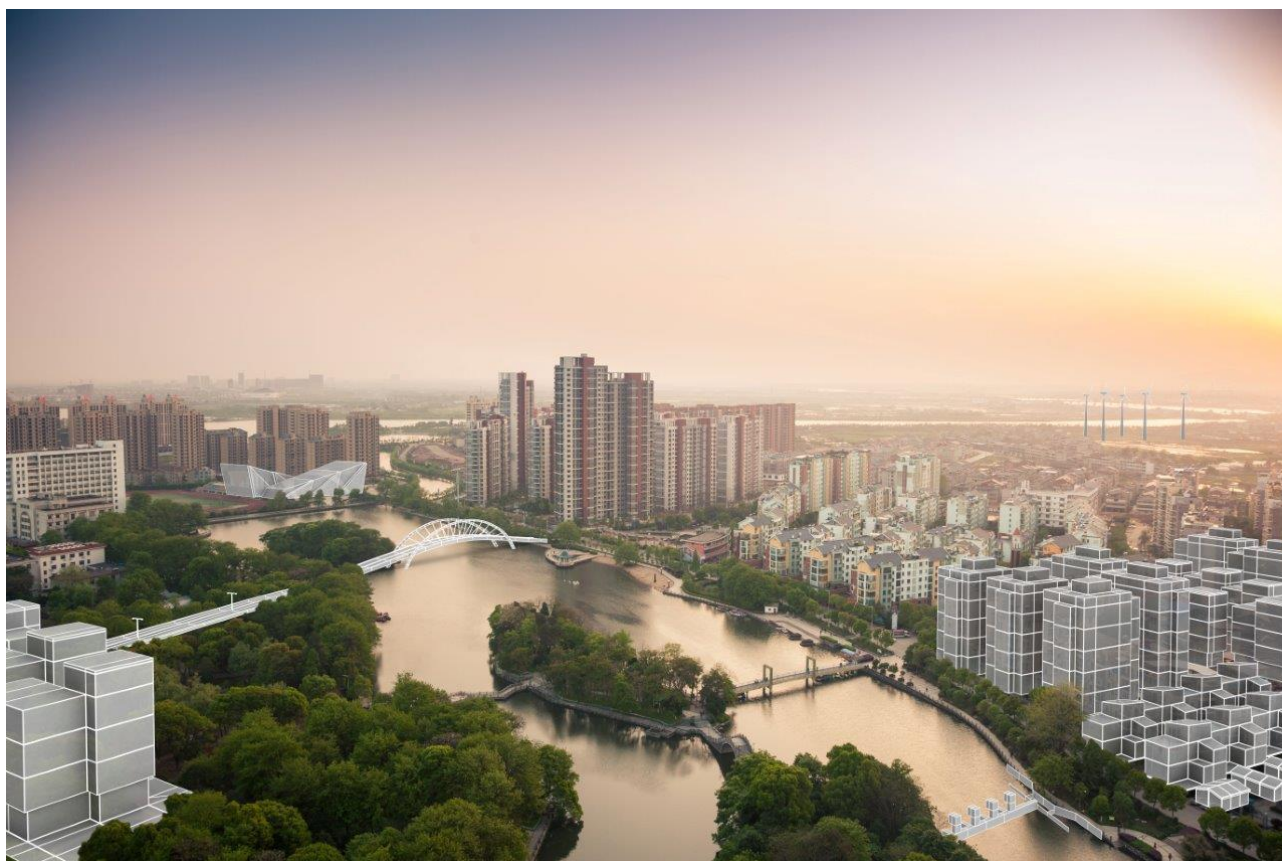

RAPPORT

Risikoanalyse av tankanlegg LNS Spitsbergen (Longyearbyen)



Kunde: Ole Reistad

Prosjekt: Risikoanalyse tankanlegg Longyearbyen

Prosjektnummer: 10216100

Dokumentnummer: 10216100-01

Rev.: 02

Rapporten er kun til bruk for Ole Reistad, eller den som har fått skriftlig tillatelse av Ole Reistad til å bruke den. Rapporten må bare brukes som en helhet, med vedlegg som spesifisert.

Sammendrag:

Sweco med underleverandør Safetec har på oppdrag for Ole Reistad utarbeidet en risikoanalyse for LNS Spitsbergens tankanlegg i Longyearbyen. Resulterende hensynssoner er presentert i denne rapporten. Fullstendig risikoanalyse finnes i Vedlegg 2.

Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

Utarbeidet av: Knut-Arne Vik	Sign.:
Kontrollert av: Håkon Omdal Laskemoen	Sign.:
Prosjektleder: Knut-Arne Vik	Prosjekteier: Håkon Omdal Laskemoen

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
02	14.02.2020	Endelig	NOKNUV	NOLASK
01	10.02.2020	For kommentar hos kunde	NOKNUV	NOLASK

Innholdsfortegnelse

1	Bakgrunn og gjennomføring	4
2	Hensynssoner.....	4
3	Regelverk	5
4	Vedlegg	5

1 Bakgrunn og gjennomføring

Sweco har på oppdrag fra Ole Reistad vurdert risikoen ved deler av LNS Spitsbergens tankanlegg i Longyearbyen. Det vurderte området inneholder 6 bensintanker i størrelsesorden 65 – 300 m³, og det er stilt spørsmål ved nærhet til anlegget i forbindelse med utbyggingsprosjekt. Med bakgrunn i DSB Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff er det derfor utarbeidet en risikoanalyse der risikoen ved utslipp/lekkasjer av bensin er vurdert.

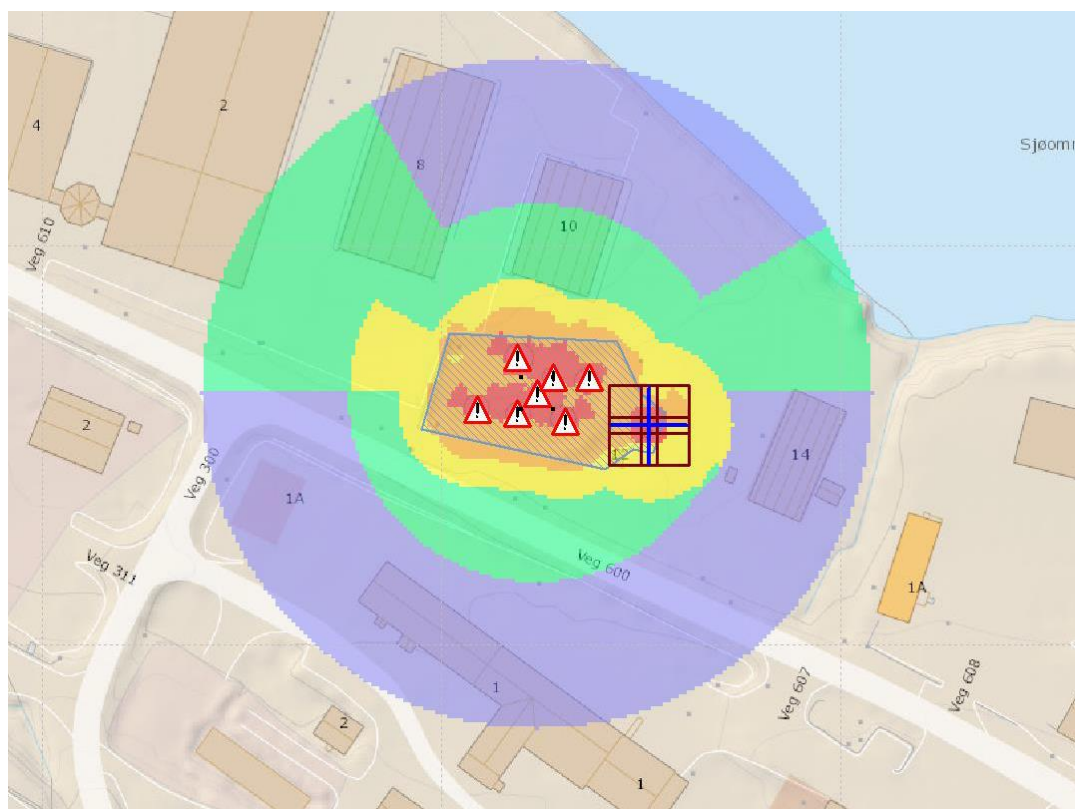
Sweco har benyttet Safetec som underleverandør for utarbeidelse av risikoanalyse med hensynssoner.

Knut-Arne Vik (Sweco) har vært prosjektleder for oppdraget, og Henriette Mortensen (Safetec) og Vegard Larsen Tuft (Safetec/Fagkontroll) har vært utførende for analysen.

Risikoanalysen er presentert i Vedlegg 2.

2 Hensynssoner

Hensynssoner beregnet i risikoanalysen er presentert i Figur 1. Det henvises til Vedlegg 2 for fullstendig risikoanalyse med de usikkerheter og forutsetninger som ligger til grunn for utstrekningen av sonene. Det bemerkes at all bruk av hensynssone må gjøres med usikkerheter og forutsetninger som bakteppe.



Figur 1 Hensynssoner rundt tankanlegget.

Fargekoder for utstrekning av hensynssonene:

Ytre sone: lilla

Midtre sone: grønn

Indre sone: Gul (oransje og rød)

Akseptabel bruk/aktivitet innenfor de ulike sonene er definert som følger¹:

Indre sone – Personell på selve anlegget

Midtre sone – Personell på virksomheter i nærheten av anlegget (trafikkårer, tilfeldig opphold av personer)

Ytre sone – Områder hvor befolkningen normalt oppholder seg (bolighus)

Utenfor ytre sone – Individuer som befinner seg i særlig sårbare objekter (sykehus, skole, barnehage, høyhus og forsamlingslokaler)

3 Regelverk

Risikoanalysen i Vedlegg 2 er utført i tråd med føringer gitt av Longyearbyen lokalstyre (se Vedlegg 1), og DSBs anbefalinger for anlegg som oppbevarer farlig stoff.

4 Vedlegg

Vedlegg 1 Epost fra LL

Vedlegg 2 Risikoanalyse for bensintanker

Vedlegg 1 Epost fra LL

Epost fra Longyearbyen Lokalstyre v/ Hanne Karin Tollan til Ole Reistad datert 12.12.2019 med presisering av regelverk som skal legges til grunn for fastsettelse av faresone.

Vedlegg 2 Risikoanalyse for bensintanker

Risikovurdering med etablering av hensynssoner.

¹ Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB), *Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer, Kriterier for akseptabel risiko, 2012*

Den 12.12.2019 17.04, skrev Ole Reistad:

Hei Knut-Arne

Ref. min e-post tidligere i dag. Jeg har nå tatt opp med LL hvilke regler som skal legges til grunn ved en risikoanalyse. Svaret fra LL følger nedenfor.

Jeg trenger en bekreftelse på at tilbudet datert 05.12.2019 dekker LLs krav. Eller ev et nytt tilbud som dekker LLs krav.

Vedståelsesfristen på mottatt tilbud er i ferd med å gå ut. Når det gjelder det tidsmessige ønsker vi en vedståelsesfrist ut desember. Det kan regnes med at en ev bestilling vil komme innen utgangen av desember, og at det ut fra den forutsetningen gis en dato for ferdigstilling av risikoanalysen.

Hilsen Ole

Hei,

Med bakgrunn i avklaringer fra direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), har LL følgende oppdaterte føringer til utredningsgrunnlag for fastsetting av faresone rundt det eksisterende tankanlegget.

For tankanlegg under grenseverdier for storulykeforskriften forutsetter LL at Forskrift om håndtering av brannfarlige stoff (FOR-2009-06-08-602) med veileder legges til grunn.

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2009-06-08-602>

<https://www.dsb.no/lover/farlige-stoffer/veiledning-til-forskrift/veiledning-til-forskrift-om-handtering-av-brannfarlig-reaksjonsfarlig-og-trykksatt-stoff-samt-utstyr-og-anlegg-som-benyttes-ved-handteringen/#plikter-i-virksomhet-med-farlig-stoff>

Denne forskriften er ikke gjort gjeldende for Svalbard, men med henvisning til krav til risiko- og sårbarhetsanalyse som del av beslutningsgrunnlag for delplan (ref. svalbardmiljøloven §§ 48 og 49) forutsetter LL at oppdatert kunnskap/veiledning/forskrift fra fastlandet legges til grunn – og krever derfor risikovurdering og arealmessige begrensninger rundt tankanlegget i samsvar med nevnte forskrift §§ 14 og 16.

Det fremgår av veileder til forskrift om håndtering av brannfarlige stoff (FOR-2009-06-08-602) § 14 at «kravet til risikovurderingens omfang kan være varierende, avhengig av for eksempel anleggets kompleksitet, størrelse og beliggenhet». Med henvisning til tankanleggets beliggenhet, utbyggingspotensialet i gjeldende arealplan og veiledning fra DSB, vurderer LL at en grovanalyse ikke er tilstrekkelig og krever derfor at det gjennomføres kvantitativ risikovurdering (QRA) som grunnlag for å fastsette faresoner og derved gi nødvendig beslutningsgrunnlag for tillatt arealbruk. Kvantitativ risikovurdering skal utarbeides i samsvar med DSBs retningslinjer. <https://www.dsb.no/rapporter-og-evalueringer/retningslinjer-for-quantitative-risikovurderinger-for-anlegg-som-handterer-farlig-stoff/>

Vennlig hilsen

Hanne Karin Tollan

arealplanlegger / landskapsarkitekt

LONGYEARBYEN LOKALSTYRE

Næringsbygget

Postboks 350

9171 Longyearbyen

Telefon: +47 470 56 930

www.lokalstyre.no

SWECO

RISIKOANALYSE FOR BENSINTANKER I LONGYEARBYEN

HOVEDRAPPORT

ST-15006-2

Type dokument:

Hovedrapport

Rapport tittel:

Risikoanalyse for bensintanker i Longyearbyen

Kunde:

Sweco

OPPSUMMERING:

Safetec har på vegne av Sweco gjennomført en risikoanalyse av en gruppe bensintanker på LNS Spitsbergens tankanlegg i Sjøområdet i Longyearbyen. Utgangspunktet for risikoanalysen er en planlagt utbygging i nærheten av seks bensintanker på LNSS' tankanlegg.

Anlegget på Svalbard er ikke omfattet av DSBs kriterier for akseptabel risiko forbundet med anlegg som håndterer farlig stoff. Likevel kan det være hensiktsmessig å etablere hensynssoner rundt anlegget, basert på DSBs kriterier sammen med tilhørende retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for slike anlegg. Metodikk og vurderinger er også forankret i DSBs forslag til temaveiledning om sikkerhetsavstander for små og mellomstore anlegg som håndterer farlig stoff, som per d.d. er ute på høring.

Konklusjonen er at det nye bygget vil ligge godt utenfor ytre hensynssone, i et område der risikonivået er akseptabelt med tanke på risikoeksponering fra dette spesifikke tankanlegget. Merk at risikobidrag fra andre anlegg ikke er vurdert. Merk også at nøyaktigheten i beregningene ikke tilsier at hensynssonene presentert i denne risikoanalysen bør anses som absolutte grenser, men heller som en god indikasjon på utstrekningen av sonene.

Dokument nr. ST-15006-2				
Forfattere H. Mortensen				
<i>Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.</i>				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Kontrollert	Godkjent
1.0	04.02.2020	Utkast	V. L. Tuft	R. Niemi
2.0	07.02.2020	Endelig	V. L. Tuft	R. Niemi
3.0	13.02.2020	Endelig (kommentarer fra sluttkunde implementert)	V. L. Tuft	R. Niemi

Innhold

1	INNLEDNING	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Regelverk	6
1.3	Hensynssoner, retningslinjer og risikoakseptkriterier	6
1.4	Forkortelser og definisjoner	8
2	BESKRIVELSE AV ANLEGGET	10
2.1	Anleggsutforming	10
2.2	Sikkerhetssystemer og operasjonelle forhold	12
2.3	Etablert sikringsfelt	13
2.4	Beskrivelse av bensin	14
2.5	Værdata	15
3	METODIKK	16
3.1	Informasjonsinnsamling og identifisering av farescenarioer	16
3.2	Frekvensanalyse	16
3.2.1	Lekkasjefrekvens	16
3.2.2	Tennsannsynlighet	17
3.3	Konsekvensanalyse	17
3.3.1	FRED	18
3.3.2	Shepherd	18
3.3.3	Tålegrenser	18
3.4	Risiko	18
4	RISIKOANALYSE	20
4.1	Antagelser og forutsetninger	20
4.2	Farescenarioer	21
4.2.1	Utslipp fra tank	22
4.2.2	Utslipp fra rør	22
4.2.3	Utslipp fra pumpe	22
4.2.4	Lekkasje under fylling av tankbil	22
4.3	Frekvensanalyse	23
4.3.1	Lekkasjefrekvens	23
4.3.2	Tennsannsynlighet	24
4.4	Konsekvensanalyse	25
4.4.1	Gasspredning	25
4.4.2	Konsekvens av brann	25

4.4.3	Eksplasjon.....	26
4.4.4	Risiko	26
5	RESULTATER	27
6	USIKKERHETER.....	29
7	REFERANSER.....	30

1 INNLEDNING

I forbindelse med en planlagt utbygging i Sjøområdet i Longyearbyen på Svalbard har Safetec blitt engasjert av Sweco for å gjennomføre en risikoanalyse av lagringstanker for bensin. Analysen er begrenset til tankanlegget med de seks bensintankene 1, 2, 3, 4, 20 og 21, vist i Figur 1.1. Risikoanalysen skal beregne utstrekning av hensynssoner og danne grunnlag for å vurdere om den planlagte utbyggingen er i et område der risikoen er akseptabel i henhold til kriteriene som er satt av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).

Denne rapporten presenterer risikovurderinger og konklusjoner relatert til utbyggingen og de aktuelle bensintankene, inkludert fylling av bensin til tankbil.

1.1 Bakgrunn

LNS Spitsbergen AS eier og drifter et tankanlegg for bensin i Sjøområdet ved Gammelkaia, nærme sentrum av Longyearbyen, Svalbard. Utbygger ønsker å etablere boliger i nærheten av tankanlegget. De seks aktuelle bensintankene (tanknr. 1, 2, 3, 4, 20 og 21) er plassert over bakken mellom kaiområdet og tomten det skal bygges på. Den største av de seks tankene rommer 300 m³. Omtrentlig posisjon for den aktuelle utbyggingen er indikert i Figur 1.1. Avstanden mellom planlagt bygg og nærmeste bensintank (T20) er ca. 100 meter.



Figur 1.1 Oversiktsbilde fra Google Earth. Tankanlegg indikert i rødt. Bygg under planlegging markert i grønt.

1.2 Regelverk

Plan- og bygningsloven gir rammene for arealplanleggingen i fastlands-Norge (Ref. 1). Reguleringen av området rundt anlegg med farlige stoffer håndteres i grensesnittet plan- og bygningsloven og regelverk knyttet til brann- og eksplosjonsvernloven. Svalbard er unntatt Brann- og eksplosjonsvernloven (Ref. 2) samt plan- og bygningsloven. I stedet gjelder *byggeforskrift for Longyearbyen*, som har som formål å sikre at bygge- og anleggsvirksomhet innenfor Longyearbyen planområde er i samsvar med intensjonene i plan- og bygningsloven (Ref. 3).

På Svalbard gjelder lov om brannfarlig vare samt væsker og gasser under trykk (Ref. 4) og lov om eksplosiv vare (Ref. 5). I tillegg gjelder en egen forskrift om brannvern på Svalbard hjemlet i Svalbardloven (Ref. 6, 7). Justis- og beredskapsdepartementet arbeider med å gjøre brann- og eksplosjonsvernloven (Ref. 2) gjeldende på Svalbard. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Sysselmannen på Svalbard og Longyearbyen lokalstyre bidrar i dette arbeidet.

Svalbardmiljøloven (SML) (Ref. 8) angir regler for arealplanlegging på Svalbard. § 49 krever blant annet at arealplanen skal kartfeste spesialområder, herunder *fareområder*. Arealplanen for Longyearbyen viser etablerte fareområder (Ref. 9). Utfyllende bestemmelser og retningslinjer for arealplanen (inkl. beskrivelse av fareområdene) er gitt i eget dokument (Ref. 10).

Tankanleggets oppbevaringstillatelse fra 2001 (Ref. 11) definerer et sikringsfelt rundt anlegget, hjemlet i lov om brannfarlige varer samt væsker og gass under trykk, §19 og 26. Sikringsfeltet er nedfelt i arealplanen, som vist i Figur 2.4 i kapittel 2.3.

1.3 Hensynssoner, retningslinjer og risikoakseptkriterier

En hensynssone er et område avmerket i offentlig arealplan der det skal tas bestemte hensyn ved bruk og utnyttelse av arealet. Hensynssoner i kommuneplanens arealdel er i fastlands-Norge regulert i plan- og bygningsloven § 11-8. Hensynssoner i reguleringsplan er regulert i plan- og bygningsloven § 12-6. Det kan fastsettes ulike typer hensynssoner. Begrepet hensynssone er videre beskrevet i DSBs kriterier for anlegg som håndterer farlig stoff (Ref. 15), sammen med tilhørende retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for slike anlegg (Ref. 12). Begrepet hensynssoner er ikke brukt i SML, og tankanlegget på Svalbard er ikke omfattet av DSBs akseptkriterier. Likevel kan det være hensiktsmessig å etablere hensynssoner basert på DSBs krav og retningslinjer. Safetecs risikoanalyse baserer seg på retningslinjene i Ref. 12 og finner utstrekning av hensynssoner basert på kriteriene i Ref. 15. Informasjon fra et høringsutkast¹ til en ny temaveiledning (Ref. 13, 14) er også en del av grunnlaget for analysen.

Risikoen som et anlegg eksponerer omgivelsene for, bestemmer utstrekning av hensynssonene rundt anlegget. DSB har utarbeidet kriterier for akseptabel risiko for å sikre omgivelsene rundt virksomheter med farlige stoff. Kriterier for akseptabel risiko (øvre akseptable nivå for individuell risiko) for ulike individkategorier er gjengitt i Tabell 1.1. For den aktuelle utbyggingen i Longyearbyen er det individkategorien «Personer som oppholder seg i ordinære boligområder» som er aktuell.

¹ DSB har utarbeidet en egen temaveiledning om sikkerhetsavstander for små og mellomstore anlegg som håndterer farlig stoff (Ref. 13), basert på rapporten «Sikkerhetsavstander ved anlegg for farlig stoff» (Ref. 14). Veiledningen er sendt ut på høring med høringsfrist 29. februar 2020. Veiledningen gjelder for bensinanlegg som er mindre enn anlegget som er analysert her, men relevant metodikk er implementert i denne analysen.

Tabell 1.1 Kriterier for akseptabel risiko (Ref. 15)

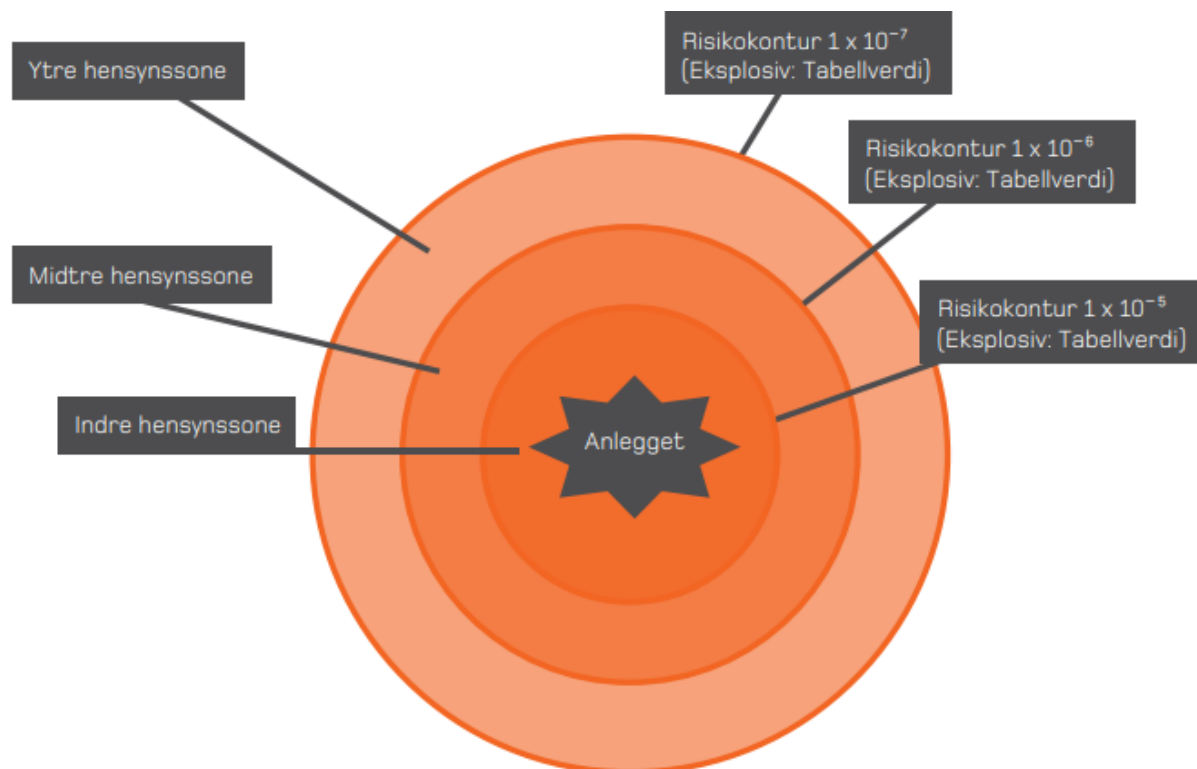
Individkategori	Øvre, akseptable nivå for individuell risiko
Personer som befinner seg utenfor et anlegg som håndterer farlig stoff	10 ⁻⁵ per år
Personer som oppholder seg i ordinære boligområder	10 ⁻⁶ per år
Særsilt sårbare deler av befolkningen	10 ⁻⁷ per år

Neglisjerbar risiko for enkeltstående, identifiserte ulykkeshendelser er satt til et nedre nivå lik 10⁻⁸ per år. I tillegg gjelder ALARP-prinsippet, som sier at risikoen skal være redusert til et nivå som med rimelighet kan oppnås, uavhengig av øvrige kriterier for akseptabel risiko.

Hensynssonene (indre, midtre og ytre sone) definert av DSB er gjengitt i Tabell 1.2 og illustrert i Figur 1.2. For den aktuelle utbyggingen i Longyearbyen er det hensynssonen «Ytre sone» som er aktuell.

Tabell 1.2 Beskrivelse av hensynssoner (Ref. 15).

Sone	Hensynssonene for Farlig stoff-anlegg går ut:	Bestemmelser for hensynssonene (objekter og aktiviteter akseptert i sonen)
Indre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁵	Dette er i utgangspunktet virksomhetens eget område. I tillegg kan for eksempel LNF-område inngå i indre sone. Kun kortvarig forbi-passering for tredjeperson (turveier etc.).
Midtre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁶	Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet kan også ligge her. I denne sonen skal det ikke være overnatting eller boliger. Spredt boligbebyggelse kan aksepteres i enkelte tilfeller.
Ytre sone	Til risikokontur 10 ⁻⁷	Områder regulert for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen kan inngå i ytre sone, herunder butikker og mindre overnattingssteder.
Utenfor ytre sone	Ingen hensynssone utenfor ytre sone	Skoler, barnehager, sykehjem, sykehus og lignende institusjoner, kjøpesenter, hoteller eller store publikumsarenaer må plasseres utenfor ytre sone.



Figur 1.2 Illustrasjon av hensynssonene rundt et anlegg med inntegning av risikokonturer som avgrensar sonene (Ref. 15)

1.4 Forkortelser og definisjoner

Følgende forkortelser og definisjoner er brukt i denne rapporten:

ALARP	As Low As Reasonably Practicable
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
CFD	Computational Fluid Dynamics
DSB	Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap
FRED	Fire, Release, Explosion & Dispersion
GHS	Globalt harmoniserte system for klassifisering og merking av kjemikalier (ENG: Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)
HAZID	Hazard Identification
HMIS	Hazardous Materials Information System
IOGP	International Association of Oil & Gas Producers (tidligere OGP)
LEL	Lower Explosive Limit (nedre eksplosjonsgrense)
LFL	Lower Flammability Limit (nedre brennbarhetsgrense)
OSHA	Det Europeiske Arbeidsmiljøorganet
TNO	The Netherlands Organisation
RIVM	Reference Manual Bevi Risk Assessment
SML	Svalbardmiljøloven
UEL	Upper Explosive Limit (øvre eksplosjonsgrense)
UFL	Upper Flammability Limit (øvre brennbarhetsgrense)

Farlig stoff > Brannfarlig stoff:

Fast, flytende eller gassformig stoff, stoffblanding, samt stoff som forekommer i kombinasjoner av slike tilstander, som i kraft av sitt flammepunkt, kontakt med andre stoffer, trykk, temperatur eller andre kjemiske egenskaper representerer en fare for brann (Ref. 16).

Flammepunkt:

Laveste temperatur der et materiale eller produkt avgir tilstrekkelig brennbar gass til å antennes momentant ved eksponering for flamme ved angitte prøvingsbetingelser.

Isokontur (isokurve)

En isokontur er en linje eller flate gjennom alle punkter i løsningsrommet som representerer samme løsningsverdi. For eksempel så vil isokonturen gjennom alle punkter som har en frekvens for dødelig eksponering på $1E-7$ ganger pr. år representere risikokonturen som definerer ytre hensynssone i henhold til DSBs temarapport (Ref. 15).

Risikoanalyse:

Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser, sannsynligheten for at disse inntreffer og årsaker til og konsekvenser av disse.

Risikovurdering:

Sammenligning av resultatene fra risikoanalysen med akseptkriterier for risiko og andre beslutningskriterier.

Hensynssone:

Område avmerket i offentlig arealplan der det skal tas bestemte hensyn ved bruk og utnyttelse av arealet.

Individuell risiko:

Den individuelle risikoen uttrykker forventet sannsynlighet for å omkomme for et enkelt individ som eksponeres for en ulykkeshendelse (Ref. 15).

Risikokonturer:

Uttrykker individuell risiko i områdene rundt anlegg som håndterer farlig stoff (Ref. 15). Risikokonturene viser den geografiske distribusjon av individuell risiko, ved å vise den forventede frekvens til hendelser som er i stand til å forårsake fatalitet (død) på et gitt sted, uavhengig av om det faktisk befinner seg personer på det aktuelle stedet. Det benyttes som oftest iso-risk-kurver (isokonturer) for farlig stoff-anlegg.

2 BESKRIVELSE AV ANLEGGET

2.1 Anleggsutforming

Seks enkeltveggede bensintanker i stål (nr. 1, 2, 3, 4, 20 og 21) er plassert over bakken i østlige del av anleggsområdet (se Figur 1.1). Den største av de seks tankene rommer 300 m³. Alle tilkoblinger på tankene er i bunnen av tanken (to rør per tank, tilførselsrør og utløpsrør). Utløpsrøret er utstyrt med to stk. ventiler, der én er automatisk avstengningsventil (tilknyttet system for overfyllingsvern) og den andre er manuell avstengningsventil (normalt stengt). Det er én felles distribusjonsledning tilknyttet fyllestasjon på kaia, og tankene er tilknyttet distribusjonslinjen med hver sin linje. Øvrig informasjon om tankene er gitt i Tabell 2.1.



Figur 2.1 Tankanlegg for bensin i Sjøområdet, Longyearbyen (Ref. 17).

Tabell 2.1 Informasjon om bensintankene

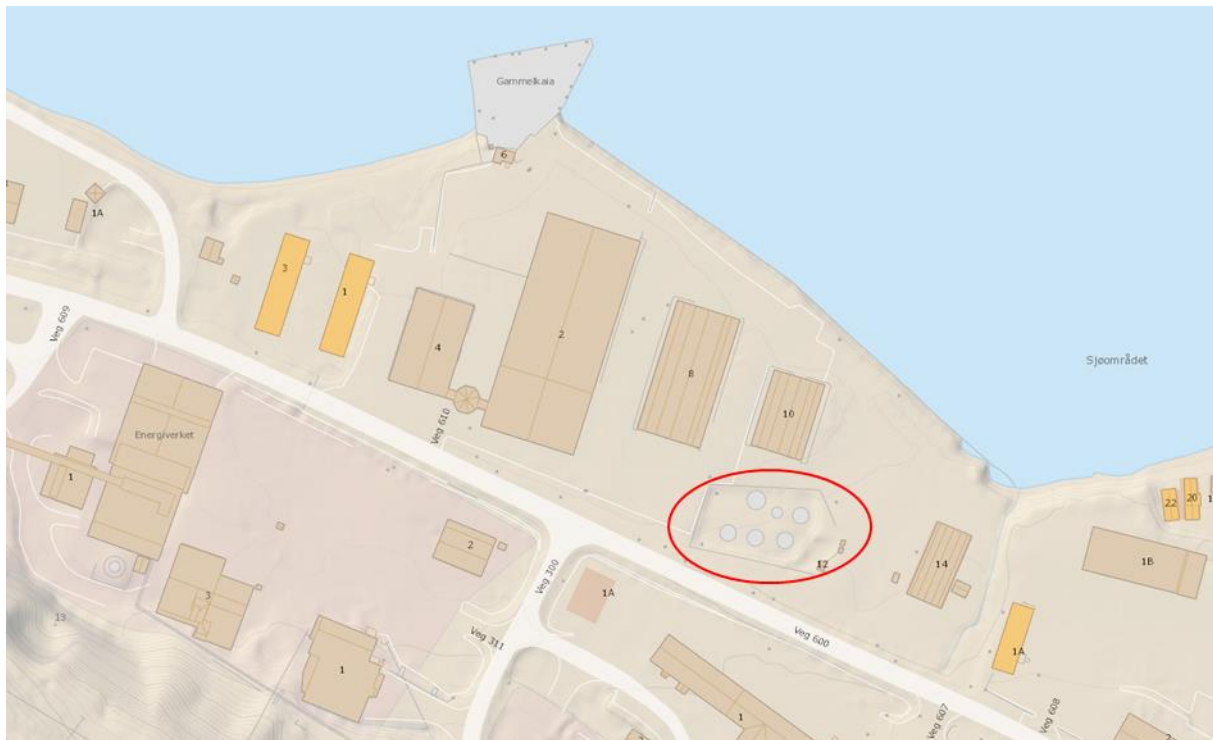
Tanknr.	Produkt	Volum	Fareklasse*
Tank 1	Bensin (Miles 95)	65 m ³	A
Tank 2	Bensin (Miles 95)	225 m ³	A
Tank 3	Bensin (Miles 95)	225 m ³	A
Tank 4	Bensin (Miles 95)	225 m ³	A
Tank 20	Bensin (Miles 95)	225 m ³	A
Tank 21	Bensin (Miles 95)	300 m ³	A

*Væsker med flammepunkt høyest 23 °C betegnes med fareklasse A iht. Brannfarligvareloven (Svalbard) (Ref. 4).

De seks tankene har et felles oppsamlingsarrangement («bund») for spill fra overfylling og eventuelle andre lekkasjer. Oppsamlingsarrangementet er nærmere beskrevet i kapittel 2.2

Området rundt lagertankene er flatt, som vist i topografisk kart i Figur 2.2. Topografi i området er relevant for spredning av utslipp av væsker og gasser/damper. En bilvei (Veg 600) passerer forbi like utenfor gjerdet (mindre enn 10 meter fra nærmeste kant på oppsamlingsarrangementet). Trafikkbildet er ikke nærmere kartlagt, men denne veien er hovedveien til/fra flyplassen i Longyearbyen. Like

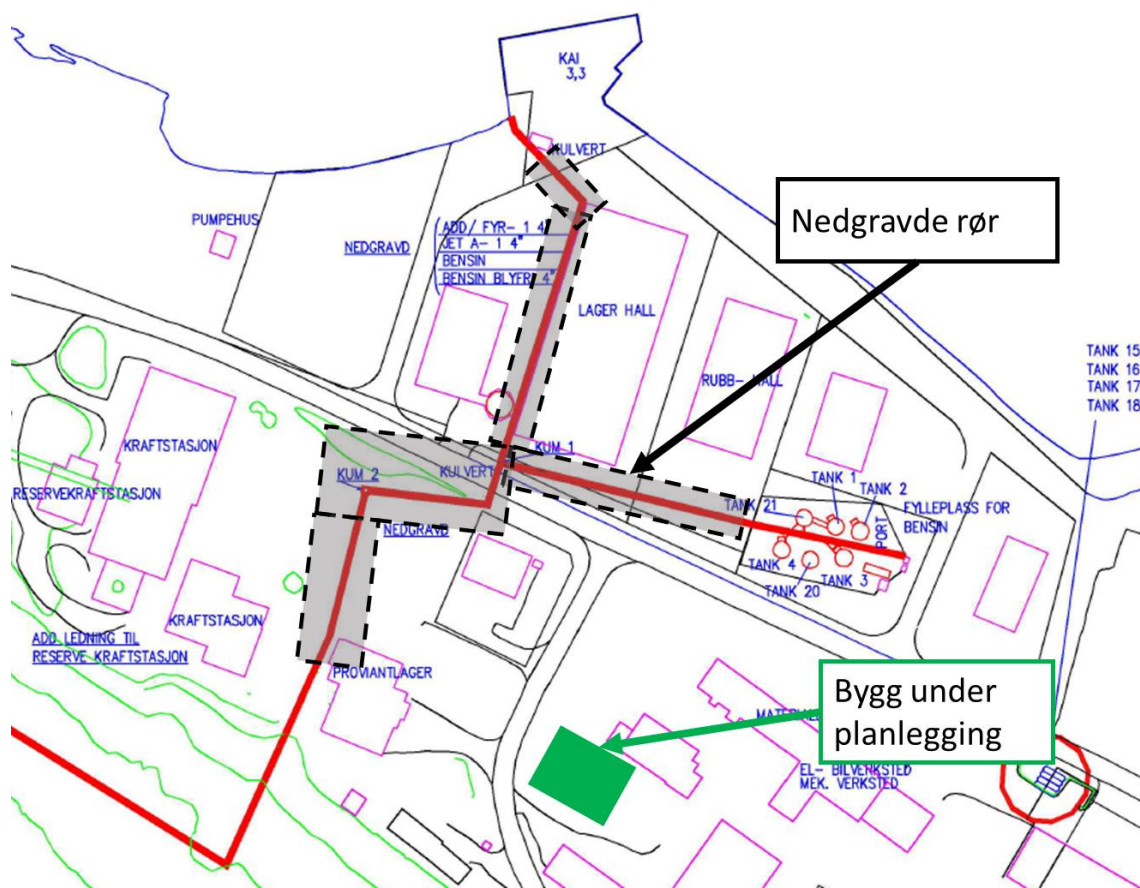
nord/nordvest for bensintankene står det lagerhaller. Nærmeste lagerhall ligger ca. 10 meter fra nærmeste kant på oppsamlingsarrangementet.



Figur 2.2 Topografisk kart av området rundt tankanlegget (fra TopoSvalbard, Ref. 18).

En fyllplass for bensin er lokalisert i umiddelbar tilknytning til tankene (indikert i Figur 1.1). Ved eksport til tankbil pumpes bensin fra én og én tank til fylleslangen. Hver av bensintankene er koblet til fyllestasjonen med en separat linje. Frekvensen for tankfylling varierer avhengig av etterspørsel; fra to ganger om dagen i perioder med høy etterspørsel til et par ganger i uka i perioder med lavere etterspørsel.

Tankfylling fra båt gjennomføres 2-3 ganger i året. Tankbåten legger til ved Gammelkaia, og drivstoff distribueres til tankene gjennom rørtraseene vist i Figur 2.3. Deler av rørtraseen i området rundt den planlagte utbyggingen er nedgravd. Dette gjelder blant annet for traseen ut mot de aktuelle bensintankene. Deler av traseen rett vest for det planlagte bygget (som distribuerer drivstoff til lagringstanker i vest) ligger over bakken. Merk at disse rørledningene ikke er inkludert i risikovurderingen.



Figur 2.3 Rørtraseer på tankanlegget (Ref. 19)

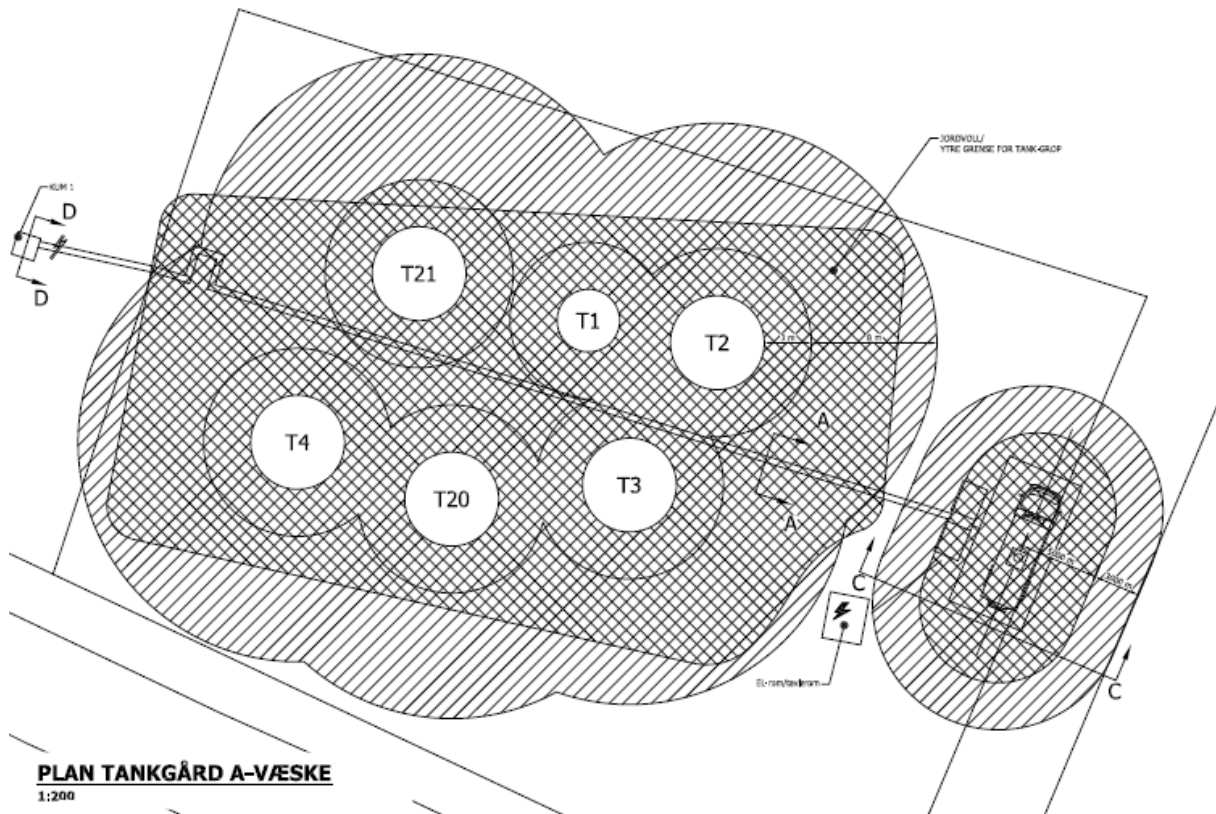
2.2 Sikkerhetssystemer og operasjonelle forhold

Tankgruppen har et felles oppsamlingsarrangement («bund») for spill fra overfylling og eventuelle andre lekkasjer. I følge LNS Spitsbergen har oppsamlingsarrangementet en total kapasitet på ca. 500 m³. Dette for å ta høyde for volumet av største tank (300 m³) pluss 10 % av summen av de øvrige tankenes volum, samt eventuelt regnvann/snø/is som kan oppta deler av volumet. Basert på tegninger og bilder er dimensjonen på grunnflaten ca. 40 m x 27 m (LxB), som gir et overflateareal på 1080 m².

Basert på informasjon mottatt fra LNS Spitsbergen er det i analysen tatt hensyn til at tankanlegget er utstyrt med automatisk og mekanisk overfyllingsvern. Overfyllingsvernet gir varsel på ett nivå og trigger automatisk stans av tilførsel til tanken på et annet nivå. En automatisk stengeventil på innløpet til hver tank stenger tilførselen dersom systemet for overfyllingsvern aktiveres.

Det er ikke system for gassdeteksjon med automatisk nedstengning forbundet med fylling av tankbil. Dersom det oppstår en lekkasje under fylling må isolering aktiveres manuelt ved å trykke på dedikert knapp ved fyllestasjonen. Dette krever at operatør/tankbilsjåfør oppdager lekkasjen. Ved detektert lekkasje under fylling til tankbil antas det at operatør vil kunne stenge bensintilførselen innen kort tid ved initiering av nødstop.

Tennkildebegrensninger i området rundt tankgruppen er gitt av sonekartet. Sonekartet er inkludert i Figur 2.4.

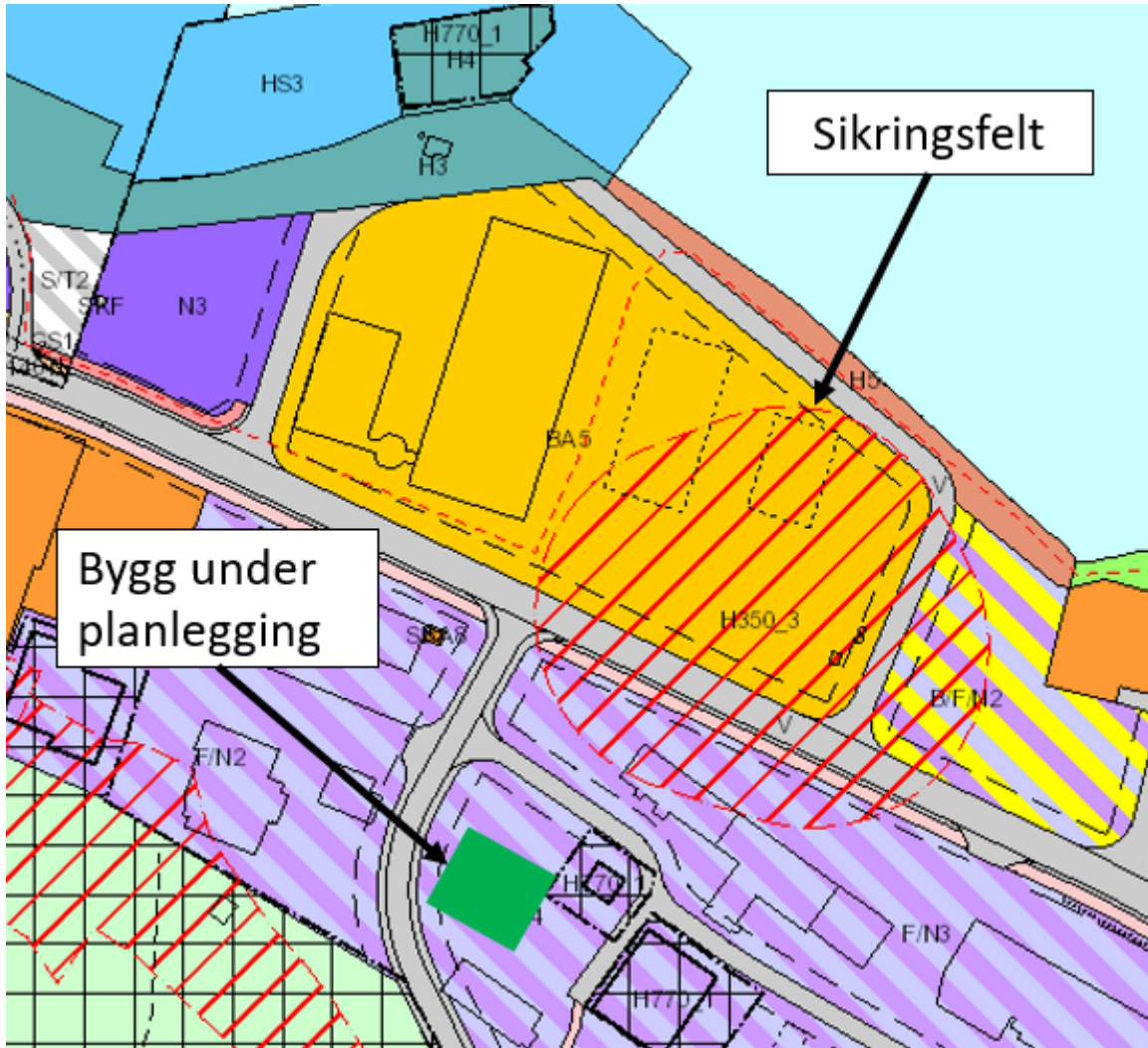


Figur 2.4 Sonekart for bensintankene (Ref. 20)

Safetec er ikke kjent med øvrige tekniske eller administrative/organisatoriske tiltak (f.eks. prosedyrer, begrensninger, etc.) av forebyggende og/eller skadebegrensende art som er implementert på tankanlegget.

2.3 Etablert sikringsfelt

Figur 2.5 viser utstrekning av sikringsfeltet rundt tankanlegget, som det er definert i eksisterende arealplan for Longyearbyen (Ref. 9). Sikringsfeltet er markert med rød skravering H350_3. Hensynssonen er basert på lagring av væske som utgjør en brann- og eksplosjonsfare. Safetec er ikke kjent med bakgrunnen for utstrekningen av det aktuelle fareområdet.



Figur 2.5 Utsnitt fra arealplankart med markert sikringsfelt (H350_3) rundt tankanlegget (Ref. 9).

2.4 Beskrivelse av bensin

Bensin er et fellesnavn for en blanding av forskjellige hydrokarboner som utgjør en lettbevegelig, flyktig, fargeløs og lettantennelig væske (Ref. 21). De viktigste egenskapene til bensin er gitt i Tabell 2.2 og er i all hovedsak basert på sikkerhetsdatabladet for den aktuelle bensintypen, Circle Ks «Miles 95» (Ref. 22).

Tabell 2.2 Bensins egenskaper

Startkokepunkt og kokeområde	25-210 °C
Flammepunkt	<-40 °C
Nedre/øvre antenelighets- eller eksplosjonsgrense (LEL/UEL)	1,4-7,6 volum-%
Damptrykk	45-100 kPa @ 37 °C
Relativ tetthet	720-775 kg/m ³ @ 15 °C
Løselighet	Ikke løselig i vann
Selvantennelsestemperatur	>360 °C

Bensin er akutt giftig ved svelging om det kommer ned i luftveiene, og kan være kreftfremkallende. Eksponering for bensindamp kan gi dødsighet eller svimmelhet.

2.5 Værddata

Nærmeste, operasjonelle værstasjon er Svalbard Lufthavn (99849). Basert på tankanleggets nærhet til målestasjonen ved lufthavnen, antas det i analysen at vindrosen for Svalbard lufthavn er representativ for vindforholdene ved tankanlegget. Vindrosen for denne stasjonen er hentet fra eKlima-portalen, Meteorologisk Institutt's klimadatabank (Ref. 23). Vindrosen er vist i Figur 2.6 og angir frekvensfordeling av vind basert på målinger gjort i løpet av tiårsperioden 2010-2019.

I følge vindrosen er vind fra øst-sørøst (ØSØ) den framherskende vindretningen ved målestasjonen på lufthavnen. For denne vindretningen vil en gassky (avdampning fra væskepøl) blåse mot kaianlegget/lagerhallene heller enn mot den planlagte utbyggingen. Med hensyn til den planlagte utbyggingen sørvest for tankanleggene er det minst gunstig med vind fra nord-nordøst (NNØ). I følge statistikken er frekvensen for slike vinder lav.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- >20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

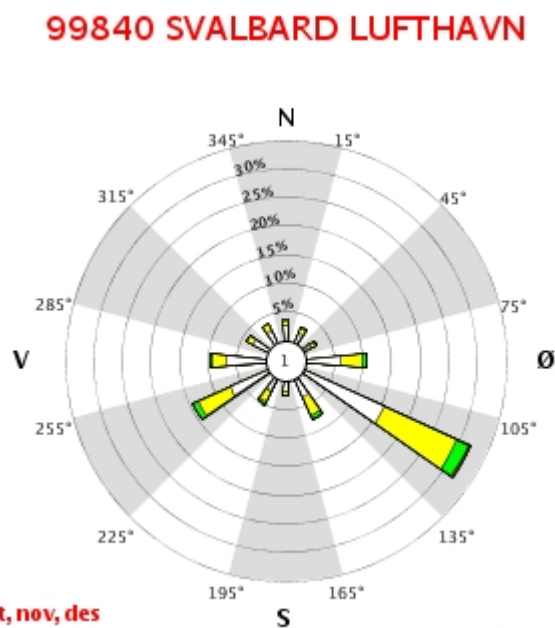
1



År: 2010 - 2019

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)



Figur 2.6 Vindrose, Svalbard Lufthavn (2010-2019) (Ref. 23)

3 METODIKK

Risikovurderingen er gjennomført i samsvar med DSBs temaveileder «Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige» (Ref. 15) sammen med rapporten «Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff» (Ref. 12). Den kvantitative risikoanalysen beregner individuell risiko (risikokonturer) for sammenligning mot akseptkriteriene gjeldende for indre, midtre og ytre hensynssone, som definert i kapittel 1.3.

Følgende stegvise prosess for gjennomføring er fulgt:

1. Informasjonsinnhenting og identifisering av farescenarioer
2. Frekvensanalyse (lekkasjefrekvens og frekvens for antenning)
3. Konsekvensanalyse (pøl- og gasspredning, brann/eksplosjon)
4. Risikopresentasjon (etablere risikokonturer)
5. Beskrivelse av usikkerheter

3.1 Informasjonsinnsamling og identifisering av farescenarioer

Informasjon om utbyggingen og tankanlegget er mottatt fra Sweco og LNS Spitsbergen AS.

Det ble avholdt et Skype-møte for informasjonsinnhenting og avklaringer 17. januar 2020. Følgende personer deltok i møtet:

- Henriette Mortensen (Safetec)
- Vegard L. Tuft (Safetec)
- Marianne Ertsaas (LNS Spitsbergen)
- Jøran Storø (LNS Spitsbergen)

I tillegg er erfaring fra tidligere gjennomførte analyser av tilsvarende anlegg benyttet.

Den første delen av en risikoanalyse er å identifisere uønskede hendelser, farescenarioene, som skal inkluderes i analysen. Safetec har definert et forenklet sett med farescenarioer basert på mottatt informasjon om anlegget og typiske ulykkesscenarioer som definert i RIVMs veiledning for kvantitative risikoanalyser (Ref. 24).

3.2 Frekvensanalyse

En frekvensanalyse består av å estimere hvor ofte en ulykkeshendelse kan inntreffe. For et anlegg som håndterer brannfarlig stoff, betyr dette å estimere hvor ofte en lekkasje eller et brudd kan oppstå og hvor ofte det kan oppstå en brann eller eksplosjon.

3.2.1 Lekkasjefrekvens

I denne analysen er RIVM-modellen (Ref. 24) lagt til grunn for lekkasjefrekvens for utstyr i tankanlegget. I følge retningslinjen i Ref. 12 er RIVM blant de mest brukte modellene for landbasert industrivirksomhet i Europa. RIVM-modellen er hovedsakelig basert på TNO Purple Book (Ref. 25). Det er den enkleste av de nevnte metodene, da den gir lekkasjefrekvenser samlet for utstyrsgupper og ikke for enkeltkomponenter (som flenser og ventiler), som er inkludert i utstyr og rørledninger. RIVM er derfor mest anvendbar på anlegg hvor det er et begrenset antall lekkasjekilder som faller utenfor utstyrsguppene (uten at det nødvendigvis betyr at det er få lekkasjemuligheter i anlegget).

RIVM/Purple Book er også benyttet som grunnlag for lekkasjefrekvens for lagertanker i DSBs høringsutkast for småanlegg (Ref. 13, 14).

I høringsutkastet er det også oppgitt en frekvens for lekkasjer under fylleroperasjoner, basert på data fra Hazardous Materials Information System (HMIS²). DNV GL har i en gjennomgang av lekkasje- og eksponeringsdata i databasen HMIS kommet frem til en lekkasjefrekvens for fylling fra tankbil til drivstoffanlegg (Ref. 26). Denne frekvensen er videreført her, under den antakelsen at frekvensen også er representativ for fylling fra bensintanker til tankbil.

3.2.2 Tennsannsynlighet

I en risikoanalyse er tennsannsynlighet en viktig parameter. Tenning kan enten skje umiddelbart etter lekkasjen (*umiddelbar antennelse*) og resulterer da i en brann, eller den kan skje etter en tidsforsinkelse (*forsinket antennelse*) og resulterer da i en eksplosjon eller flashbrann etterfulgt av en brann så lenge lekkasjen varer.

Tenning forutsetter at en brennbar konsentrasjon av gass, enten som følge av et gassutslipp eller som avdamping fra en væske (f.eks. bensin) eksponerer en tennkilde (Ref. 12). For væsker forutsetter dette at de har en temperatur som gir tilstrekkelig avdamping. Ved forsinket tenning vil vindhastighet og -retning påvirke i hvilken grad gasskyen kan eksponere tennkilder i omkringliggende områder. En representativ vindrose (dvs. grafisk framstilling av den dominerende vindretningen og -hastigheten) for området er derfor tatt hensyn til i risikoanalysen.

Sannsynlighet for antennelse av en lekkasje er et produkt av to sannsynligheter:

- Eksponeringssannsynlighet: Sannsynligheten for at skyen som lekkasjen genererer eksponerer tennkilder. I realiteten vil lekkasjeraten avta med tid og i kombinasjon med vind eller ventilasjonsforhold vil skystørrelsen og dermed eksponeringssannsynligheten også variere i tid, dvs. være *transient*.
- Tennintensitet: Sannsynlighet for antennelse gitt eksponering av tennkilder.

Ulike typer tennkilder håndteres forskjellig og inkluderer:

- Tennkilder inne i anlegget: Tennsannsynligheten inne i anlegget baseres på historisk dataunderlag (tennmodell). I denne analysen benyttes tall fra RIVM-modellen (Ref. 24). Som for lekkasjefrekvensene gitt i RIVM er også tennsannsynlighetene i modellen hovedsakelig basert på TNO Purple Book (Ref. 24).
- Tennkilder utenfor anlegget: utenfor anlegget brukes DSBs føringer for tennsannsynlighet utenfor anlegget (Ref. 12).

3.3 Konsekvensanalyse

En konsekvensanalyse består av å vurdere hvilken konsekvens en uantent og antent lekkasje kan ha for personer, miljø, økonomi osv. Denne analysen ser på konsekvens for personer, nærmere bestemt sannsynlighet for tap av liv. FRED og Shepherd er to beregningsverktøy som benyttes i konsekvensanalysen. Shepherd brukes også til å kombinere frekvens og konsekvens til sluttresultatet, dvs. risikokonturene.

² Databasen er åpent tilgjengelig på: <https://www.phmsa.dot.gov/hazmat-program-management-data-and-statistics/data-operations/incident-statistics>

3.3.1 FRED

I denne risikoanalysen er det empiriske verktøyet FRED benyttet til å modellere spredning av avdampningen fra væskepølen, nærmere bestemt største utstrekning av antennbar skystørrelse. Programvaren FRED er Shells verktøy for konsekvensmodellering, distribuert av Gexcon. FRED inkluderer modeller for brann, utslipp, eksplosjon og dispersjon og predikerer på bakgrunn av disse modellene konsekvenser av planlagte utslipp eller uønskede lekkasjer. FRED er et empirisk verktøy og ikke et CFD-verktøy (computational fluid dynamics). Empiriske verktøy (også kalt integralverktøy eller 2D-verktøy) regner på forenklete, fysiske modeller som er avstemt slik at de i best mulig grad gjensker eksperimentelle forsøk (Ref. 12). Disse modellene er robuste og meget raske, men de tar i liten grad hensyn til de faktiske, fysiske forholdene ved anlegget som blir analysert. Dersom man skal analysere et anlegg hvor det for eksempel er mye kupert terreng, store bygninger eller ustyrstette områder, bør CFD-verktøy vurderes. For det aktuelle tankanlegget på Svalbard er det ansett som tilstrekkelig å benytte empiriske verktøy som grunnlag for spredningsanalysen. Området rundt tankene er relativt flatt, og det er begrenset med bygninger og vegetasjon mellom tankanlegget og utbyggingen.

Mer informasjon om FRED finnes på Gexcons hjemmeside <https://www.gexcon.com>.

3.3.2 Shepherd

Resultatene fra FRED implementeres i QRA-verktøyet Shepherd. Programvaren Shepherd er Shells verktøy for kvantitative risikoanalyser (QRA), distribuert av Gexcon. Shepherd er en programvare for risikostyring og er spesielt tilpasset risikoanalyser av landanlegg. Programvaren muliggjør rask og pålitelig prediksjon av risiko relatert til hendelser slik som utslipp av brennbare eller giftige fluider, branner og eksplosjoner. Shepherd modellerer endelig påvirkning på mennesker eller strukturer kombinert med en frekvensanalyse som tar hensyn til lekkasjefrekvens, tennkilder, befolkning, osv.

Mer informasjon om Shepherd finnes på Gexcons hjemmeside <https://www.gexcon.com>.

3.3.3 Tålegrenser

Før man kan etablere realistisk risikokurve for dødelighet må man ha en modell som angir hvilken eksponering som skal regnes som dødelig (Ref. 12). Valg av tålegrenser (grenseverdier) for dødelighet vil påvirke risikokonturens utstrekning.

For branner som følge av antent gassky settes grenseverdien for død i henhold til Ref. 12 til nedre eksplosjonsgrense (LEL). Denne grenseverdien gjelder for beregning av risikokonturer, og betyr at personer innenfor en sky med tennbar gass regnes som omkomne dersom skyen antenner.

3.4 Risiko

Det finnes mange definisjoner på risiko. Den følgende definisjonen er hentet fra NS 5814:2008 (Ref. 27):

Risiko – Uttrykk for kombinasjonen av sannsynlighet for og konsekvensen av en uønsket hendelse.

Videre er følgende definisjoner gitt for henholdsvis sannsynlighet, konsekvens og uønsket hendelse i samme standard:

Sannsynlighet – I hvilken grad det er trolig at en hendelse vil kunne inntreffe.

Konsekvens – Mulig følge av en uønsket hendelse.

Uønsket hendelse – Hendelse som kan medføre tap av verdier. Tap av verdier kan gjelde f.eks. liv/helse, miljø, materielle verdier, funksjoner, samfunnsverdier eller omdømme.

Risiko er forenklet sett kombinasjonen av hvor ofte en hendelse inntreer og konsekvensen av hendelsen. Risiko beregnes i denne forenklete analysen som lekkasjefrekvens multiplisert med tennsannsynlighet og sannsynlighet for å omkomme gitt at lekkasjen antenner.

4 RISIKOANALYSE

Hovedformålet med analysen er å vurdere om plasseringen av det nye bygget er akseptabel eller ikke med tanke på eksponering fra det spesifikke tankanlegget. Følgende punkter oppsummerer omfanget av risikoanalysen:

- Det spesifikke tankanlegget er bensintank 1, 2, 3, 4, 20 og 21 med tilhørende rør, ventiler og koblinger innenfor tankanleggets gjerde.
- Fylleplass for bensin rett øst for tankanlegget, direkte forbundet med tank 1, 2, 3, 4, 20 og 21, er inkludert i analysen.
- Øvrige lagringstanker og fyller plasser er ikke inkludert i analysen.
- Nedgravde rørtraseer for drivstoff til tankanlegget er ikke inkludert i analysen.
- Kaianlegg og tankbåtoperasjoner er ikke inkludert i analysen.
- Tilsiktede, uønskede handlinger (dvs. uønsket hendelse som forårsakes av en aktør som handler med hensikt) er ikke tatt hensyn til i analysen.
- Mulige effekter av røykutvikling er ikke modellert i denne analysen.

4.1 Antagelser og forutsetninger

Det er utført en forenklet risikoanalyse. Det har vært lagt vekt på å gjøre konservative antagelser som samtidig skal være representative. Følgende antagelser og forutsetninger er lagt til grunn for analysen:

- Det forutsettes at alle bensintankene er atmosfæriske. En tank er atmosfærisk dersom maksimalt overtrykk er mindre eller likt 0,5 bar (Ref. 24).
- Det antas volumet av bensin i tankene er lik det totalt tillatte volumet per tank (dvs. fulle tanker).
- Den manuelle avstengningsventilen på hver tanks utløpsrør er normalt stengt.
- Det forutsettes at tennkildebegrensninger gitt av sonkart overholdes.
- Det antas at sikkerhetssystemer er i normalt god stand og i drift.
- Det forutsettes at oppsamlingsarrangementet rundt tankene er tett (dvs. at et utslipp fra tank ikke sprer seg lenger ut enn til kanten av oppsamlingsarrangementet). Det antas at oppsamlingsarrangementets tiltenkte funksjon opprettholdes til enhver tid, også med tanke på nedbør i form av regn og snø.
- Det antas at vindrosen for Svalbard lufthavn (nærmeste værstasjon) er representativ for vindforholdene ved tankanlegget. Det er antatt at stabilitetsklasse F inntreffer 20 % av tiden og D i resterende tid.
- Fylleoperasjoner (fylling til tankbil):
 - Antall fylleroperasjoner er satt til 417 per år (fylling til tankbil). Dette er basert på følgende antagelser:
 - Lavesesong: I gjennomsnitt gjennomføres det fylleroperasjoner to ganger i uka. Det antas at lavesesongen utgjør halve året.
 - Høysesong: i gjennomsnitt gjennomføres det fylleroperasjoner to ganger per dag. Det antas at høysesongen utgjør halve året.
 - Det antas at varigheten av én fylleroperasjon er ca. 1 time.
 - Det antas at operatør er tilstede under hele tankbilfyllingen. Det antas videre at operatør/tankbilsjåfør er kjent med prosedyrer for aktivering av nødstop (i tilfelle lekkasje) og at disse prosedyrene etterleves ved tankfylling.

- Under fylling til tankbil antas det at ventiler mot kun én tank er åpne. Ventiler mot de øvrige tankene antas å være stengte.
- Det antas å være én pumpe som benyttes i forbindelse med tankbilfylling.
- Det antas å være 50 meter med rør per tank.

4.2 Farescenarioer

På grunn av analysens begrensede omfang har det ikke blitt gjennomført et eget fareidentifikasjonsmøte (HAZID) som del av analysen. Grunnlaget for analysen er etablert basert på Safetecs erfaringer fra tidligere analyser av anlegg med farlig stoff (bensin eller andre brennbare stoffer), samt innspill fra LNS Spitsbergen AS.

Den aktuelle faren i denne analysen er lekkasje av bensin fra tankene og rør innenfor gjerdet samt ved fylling av tankbil. En bensinlekkasje gir en væskedam (pøl) med avdampning som kan gi en tennbar sky av bensindamp. Siden trykket i tankanlegget er lavt, anses jetbrann (dvs. en antent lekkasje av trykksatt, brennbar væske eller gass) som lite relevant.

Bensin er brannfarlig og fordamper raskt, også ved normale utendørstemperaturer. Dampen er tyngre enn luft og vil derfor spre seg langs bakken. Bensin har tilstrekkelig avdampning og lavt flammepunkt til å danne gasskyer som kan antenne i normale omgivelsestemperaturer (Ref. 26). En liten gnist kan være tilstrekkelig til å antenne gassen. Etter tilbakebrenning til væskepølen vil det dannes en pølbrann. Ved forbrenning dannes det skadelige forbrenningsprodukter som karbonmonoksid (CO), karbondioksid (CO₂) og svoveldioksid (SO₂).

Utbredelsen av en væskedam er drevet av tyngdekraften, væskens egenskaper (flyktighet, viskositet, etc.) og egenskapene til underlaget. Det maksimale utflytningsarealet vil bestemmes av mengden tilført væske (samt hvor mye som brenner av i tilfeller hvor lekkasjen antennes). I tilfeller hvor væskedammen er avgrenset av et oppsamlingsarrangement vil væskedammens utspredding (overflateareal) begrenses av arealet til oppsamlingsarrangementet. Avdampningsraten fra væskedammen avhenger av egenskapene til væsken, samt omgivelsestilstanden (temperatur, vindforhold, etc.). Jo større overflateareal, desto høyere vil avdampningsraten være.

Tre scenarioer er etablert i risikoanalysen. Disse er presentert i Tabell 4.1 og nærmere beskrevet i påfølgende underkapitler.

Tabell 4.1 Scenarioer inkludert i risikoanalysen

ID	Scenario	Kilde	Beskrivelse
1	«Fylt bund»	Utslipp fra tank	Stor brann som følge av at oppsamlingsarrangementet («bunden») er fylt med en bensinpøl, for eksempel som følge av fullt brudd på tank. «Fylt bund» betyr at bensinpølen dekker mesteparten av <i>arealet</i> i bunden, ikke nødvendigvis at hele volumet er fylt opp.
2	«Lekkasje innenfor bund»	Utslipp fra tank og rør innenfor gjerdet	Mindre brann innenfor bund som følge av en bensinpøl som dekker deler av arealet i bunden, for eksempel som følge av lekkasje fra rør-/ventilarrangement på en tank.
3	«Lekkasje utenfor bund»	Lekkasje under fylling av tankbil	Lekkasje og påfølgende brann i forbindelse med fylling av tankbil.

4.2.1 Utslipp fra tank

I et tankanlegg vil det største potensiale for en brann som oftest være en tanklekkasje med tilhørende brann i oppsamlingsarrangementet for tanken (Ref. 13). Arealet av væskedammen vil være dimensjonerende for brannlasten (strålingsintensitet) mot omgivelsene. Væskedammens størrelse vil være begrenset av arealet til oppsamlingsarrangementet («bund») for den aktuelle tanken.

Alle gjennomføringer og lekkasjepunkter for tanken er på bunnen av tanken. Det betyr at en lekkasje fra selve utløpsrøret eller fra en ventil på utløpsrøret i teorien kan føre til at hele tankens innhold av bensin tømmes ut gjennom lekkasjen dersom lekkasjen ikke oppdages ellers dersom man ikke lykkes med å stenge ventilene på utløpsrøret. Fullt brudd på en tank vil også resultere i at hele volumet av bensin i tanken lekker ut.

I Purple Book benyttes følgende tre utslippsscenarioer for lekkasje fra enkeltvegget, atmosfæriske tanker (Ref. 25):

1. Momentant utslipp av hele volumet
2. Utslipp av hele innholdet med konstant rate over 10 minutter
3. Kontinuerlig utslipp gjennom hull med diameter på 10 mm

Utslippsscenario 1 og 2 er i denne analysen slått sammen til ett scenario («Fylt bund») siden begge kan føre til at bunden fylles i løpet av kort tid. Utslippsscenario 3 dekkes av scenarioet «Lekkasje innenfor bund» og medfører en mindre væskedam enn scenario 1 og 2.

4.2.2 Utslipp fra rør

Purple Book oppgir to utslippsscenarioer for rør:

1. Fullt brudd i røret, med strømning fra begge endene av røret
2. Lekkasje der hullstørrelsen er 10% av diameteren til røret, men maksimalt 50 mm

Utslippsscenario 1 kan medføre en stor væskedam som fyller store deler av bundens areal dersom utslippet skjer mens det pågår en fylleoperasjon, dvs. når ventilene mot tankvolumet er åpent. Dette er scenarioet «Fylt bund». Ellers er rørlekkasjer og -brudd vurdert å havne i scenarioet «Lekkasje innenfor bund».

4.2.3 Utslipp fra pumpe

Purple book oppgir to utslippsscenarioer for pumper:

1. Fullt brudd i innløpet til eller utløpet fra pumpen
2. Lekkasje der hullstørrelsen er 10% av diameteren til største innløp eller utløp, men maksimalt 50 mm

Utslippsscenario 1 kan medføre en stor væskedam som fyller store deler av bundens areal dersom utslippet skjer mens det pågår en fylleoperasjon, dvs. når ventilene mot tankvolumet er åpent. Dette er scenarioet «Fylt bund». Ellers er utslipp fra pumpe vurdert å havne i scenarioet «Lekkasje innenfor bund».

4.2.4 Lekkasje under fylling av tankbil

Lekkasjer fra fylleslange kan resultere i langvarige og store utslipp av bensin, dersom lekkasjen ikke oppdages tidlig og/eller nødavstengning initieres raskt. Dersom man ikke får stanset lekkasjen vil den

kunne fortsette helt til tankbilen er tom for drivstoff. Væskedammens areal er gitt av lekkasjens utslippsrate og varighet.

4.3 Frekvensanalyse

4.3.1 Lekkasjefrekvens

For hver av de definerte scenarioene i kapittel 4.2 er det beregnet en lekkasjefrekvens. Purple Book (Ref. 25) oppgir frekvenser for hvert av scenarioene i kapittel 4.2.1- 4.2.3, mens Ref. 26 oppgir lekkasjefrekvens per fylleoperasjon. Disse er gjengitt i Tabell 4.2 og utgjør grunnfrekvensene i analysen. Det er ikke utført en detaljert telling av ventiler og flenser da Purple Books frekvenser gjelder for grupper av hovedutstyr. Antall rørmeter per tank er et grovt overslag.

Tabell 4.2 Grunnleggende utslippsfrekvenser per utslippsscenario (Ref. 25, 26)

Scenario	Grunnfrekvens	Benevning
Momentant utslipp av hele tankvolumet	$5 \cdot 10^{-6}$	per tankår
Utslipp av hele tankvolumet over 10 minutter	$5 \cdot 10^{-6}$	per tankår
Kontinuerlig utslipp fra tank gjennom 10 mm hull	$1 \cdot 10^{-4}$	per tankår
Fullt brudd i rør	$1 \cdot 10^{-6}$	per meter per år
Lekkasje fra rør der hull diameter er 10% av rørdiameter og maksimalt 50 mm	$5 \cdot 10^{-6}$	per meter per år
Fullt brudd på inn- eller utløpet til pumpe	$1 \cdot 10^{-4}$	per pumpe per år
Lekkasje fra pumpe der hull diameter er 10% av rørdiameter til største inn- eller utløp til pumpen, maksimalt 50 mm	$5 \cdot 10^{-4}$	per pumpe per år
Lekkasje fra fylleoperasjon	$3,3 \cdot 10^{-6}$	per operasjon

Utslippsfrekvensene for tanker i Tabell 4.2 gjelder enkeltveggede, atmosfæriske tanker. De mest konservative utslippsfrekvenser for rør og pumper fra Purple Book er benyttet i analysen. Grunnfrekvensen for rør i Tabell 4.2 vil, etter anbefaling i Purple Book, multipliseres med tre for å ta høyde for vibrasjoner, termisk stress osv. Grunnfrekvensen for de største tankbruddene er multiplisert med to for å ta høyde for feiloperasjon og ekstern påvirkning.

Basert på grunnfrekvensene og de overnevnte justeringene etableres lekkasjefrekvens per scenario, som oppsummert i Tabell 4.3. Antall fylleoperasjoner (fylling til tankbil) er her satt til 417 per år. Total lekkasjefrekvens, samt lekkasjefrekvens per utstyrsenhet, er oppsummert i Tabell 4.4.

Tabell 4.3 Utslippsfrekvenser per utslippsscenario

Scenario i risikoanalysen	Utslippsscenario	Antall	Frekvens (per år)
Fylt bund	Momentant utslipp av hele tankvolumet	6 tanker	$6,0 \cdot 10^{-5}$
	Utslipp av hele tankvolumet over 10 minutter	6 tanker	$6,0 \cdot 10^{-5}$
	Fullt brudd i rør	1 tank med åpne ventiler 417 timer i året, 50 m rør	$7,1 \cdot 10^{-6}$
	Fullt brudd på inn- eller utløpet til pumpe	1 tank med åpne ventiler 417 timer i året, 1 pumpe	$4,8 \cdot 10^{-6}$
Lekkasje innenfor bund	Kontinuerlig utslipp fra tank gjennom 10 mm hull	6 tanker	$6,0 \cdot 10^{-4}$

Scenario i risikoanalysen	Utslippsscenario	Antall	Frekvens (per år)
	Fullt brudd i rør	5 stengte tanker hele året, 1 tank stengt 8343 timer i året, 50 m rør per tank	$5,4 \cdot 10^{-3}$
	Lekkasje fra rør der hull diameter er 10% av rørdiameter og maksimalt 50 mm		
	Fullt brudd på inn- eller utløpet til pumpe	5 stengte tanker hele året, 1 tank stengt 8343 timer i året, 1 pumpe	$6,0 \cdot 10^{-4}$
	Lekkasje fra pumpe der hull diameter er 10% av rørdiameter til største inn- eller utløp til pumpen, maksimalt 50 mm		
Lekkasje utenfor bund	Lekkasje fra fylleroperasjon	417 operasjoner	$1,4 \cdot 10^{-3}$

Tabell 4.4 Total frekvens for scenarier i risikoanalysen

Scenario	Lekkasjefrekvens (per år)					
	Tanker	Rør	Pumper	Tankbilfylling	Totalt	Andel
Fylt bund	1,2E-04	7,1E-06	4,8E-06	-	1,3E-05	2 %
Lekkasje innenfor bund	6,0E-04	5,4E-04	6,0E-04	-	6,6E-03	81 %
Lekkasje utenfor bund	-	-	-	1,4E-03	1,4E-03	17 %
Totalt	7,2E-04	5,4E-04	6,0E-04	1,4E-03	8,0E-03	100 %

4.3.2 Tennsannsynlighet

Gitt et utslipp av bensin med påfølgende spredning av gass (avdampning), er det en viss sannsynlighet for at gassen kan antennes. For at antenning skal skje, må en brennbar konsentrasjon av gass eksponere en form for tennkilde. Hvis lekkasjen ikke antennes tidlig/umiddelbart vil gasskyen kunne vokse, og vindretningen påvirker i hvilken grad gasskyen kan medføre eksponering av omkringliggende områder. Typiske tennkilder kan være elektriske kilder som lysarmatur, elektriske anlegg i omkringliggende bygg eller bilmotorer (biler på anlegget eller biler som passerer på veien forbi anlegget).

Sannsynlighet for umiddelbar tenning hentes fra tabellverdi gitt i Purple Book. I henhold til DSBs retningslinjer, settes tennsannsynligheten lik 1 for gasskyer som ikke antennes umiddelbart og som spres ut av anlegget (Ref. 12). Denne forutsetningen tar hensyn til at man ikke har kontroll på tredjepartsaktivitet utenfor anlegget, og derfor må anta at alle antennebare skyer kan antenne. Eksikring av utstyr utenfor anlegget kan bidra til å redusere tennsannsynligheten.

Utslippsscenarioene som behandles i risikoanalysen kan gi tennbar bensindamp (iht. beregninger med FRED, se kapittel 4.4). Og konservativt legges det til grunn i estimering av tennsannsynlighet at alle utslippsscenarioene kan medføre tennbare «skyer» med bensindamp *utenfor gjerdet*.

Tennsannsynlighetene benyttet i analysen er oppsummert i Tabell 4.5.

Tabell 4.5 Tennsannsynlighet benyttet i analysen

Tennkilde	Tenning	Tennsannsynlighet
Innenfor anlegget	Umiddelbar tenning	0,065
	Forsinket tenning	Tennbar bensindamp kan spre seg utenfor gjerdet og gi tenning med sannsynlighet som forsinket antenning utenfor anlegget.
Utenfor anlegget	Umiddelbar tenning	Umiddelbar tenning inntreffer kun innenfor anlegget.
	Forsinket tenning	1

Dette medfører at frekvens for antente hendelser er lik frekvens for tennbar sky, som blir beregnet med verktøyene FRED og Shepherd (se kapittel 4.4).

4.4 Konsekvensanalyse

4.4.1 Gasspredning

Konsekvensmodellering er gjennomført ved bruk av beregningsverktøyene FRED og Shepherd (se kapittel 3.3.1) der utslippene er modellert som sirkelformede væskepøler. Scenarioet «Fylt bund» er modellert som en sirkulær pøl med samme overflateareal som oppsamlingsarrangementet for tankanlegget. FRED beregner pøldiameteren for scenarioene «Lekkasje innenfor bund» og «Lekkasje utenfor bund», basert på lekkasjens hullstørrelse, som er satt til 10 mm.

FRED beregner deretter utstrekningen av brennbar gass i horisontal retning, dvs. utstrekning av gass med konsentrasjon høyere enn nedre, brennbare grense (eng. LEL). To kombinasjoner av vindhastigheter og stabilitetsklasser (Pasquill Stability Classes) er vurdert i FRED:

- Vindhastighet 5 m/s og stabilitetsklasse D («Neutral conditions»)
- Vindhastighet 2 m/s og stabilitetsklasse F («Very stable conditions»)

Stabilitetsklasse F gir størst utstrekning. Utstrekningen beregnes i samme retning som vinden blåser. Tabell 4.6 oppsummerer FRED-resultatene.

Tabell 4.6 Utstrekning av gass med konsentrasjon >LEL med vinden

Scenario	Pøldiameter	Utstrekning av gass med konsentrasjon >LEL	
		Klasse D, 5 m/s	Klasse F, 2 m/s
Fylt bund	37 m	20 m	66 m
Lekkasje innenfor bund	9 m	5 m	20 m
Lekkasje utenfor bund	9 m	5 m	20 m

Disse FRED-resultatene er, sammen med vinddata, input til Shepherd, som interpolerer gitte utstrekninger mellom stabilitetsklasser og vindhastigheter for 12 vindretninger. Resultatet er sannsynlighet for hvor langt en gassky strekker seg i hver himmelretning.

4.4.2 Konsekvens av brann

Retningslinjene i Ref. 12 angir flere tålegrenser for dødelighet ved brann. Personer innenfor en sky med tennbar gass (gasskonsentrasjon >LEL) skal regnes som omkomne dersom skyen antenner. Denne grenseverdien gjelder for beregning av risikokonturer. En person som befinner seg innenfor utstrekningen beregnet i kapittel 4.4.1 regnes som omkommet. Merk at dette er største utstrekning

av tennbar sky. Det er ikke gjort en vurdering av *når* en gassky med bensindamp kan antenne. Dette er konservativt da skyen kan antenne før den har nådd maksimal utstrekning.

Strålingsintensitet $1,5 \text{ kW/m}^2$ er anbefalt som nedre grense for død for branner som varer lenger enn 610 sekunder. Beregninger med FRED viser at strålingsintensiteten er $1,5 \text{ kW/m}^2$ ca. 75 meter fra anlegget i scenarioet «Fylt bund». I denne analysen brukes kun kriteriet med LEL nevnt ovenfor, men utstrekning av hensynssone er sammenliknet med utstrekning av området med strålingsintensitet $1,5 \text{ kW/m}^2$. Området med en strålingsintensitet på $1,5 \text{ kW/m}^2$ kan i verste fall strekke seg noen meter utenfor ytre sone. Dette vurderes å ikke være kritisk da dette strålingsnivået normalt ikke gir umiddelbar, kritisk skade og personer utenfor ytre sone enkelt kan bevege seg bort fra hendelsen.

En brann kan også medføre en vesentlig mengde røyk og skadelige partikler. Effekten av dette vurderes å være størst innenfor omkretsen gitt av tennbar gass og gir derfor ikke et ekstrabidrag til risiko utover det som allerede er gitt av kriteriet med tennbar gass.

4.4.3 Eksplosjon

Et større bensinutslipp utendørs kan under visse omstendigheter også føre til eksplosjon. Bensindamp kan danne eksplosive blandinger med luft ved relativt lave konsentrasjoner (1,4-7,6 volum-%). Dette forutsetter likevel en viss grad av akkumulering av bensindamp. Siden tankene står utendørs i et område som ikke er omsluttet av større strukturer/vegger og som ikke er preget av høy utstyrstetthet, anses sannsynligheten for eksplosjon å være lav.

Dersom dampen fra en bensindam har mulighet til å samle seg opp, for eksempel inne i et innelukket rom, er risiko for akkumulering av damp og påfølgende eksplosjon høyere. Det ligger flere haller i relativt kort avstand fra tankanlegget (for eksempel hall nr. 10 i Figur 2.2). Avdampningen fra en større bensinlekkasje kan trekke inn i bygningen, akkumuleres, antennes og forårsake en eksplosjon i hallen.

En eksplosjon kan skje innenfor området der det er tennbar gass, som beregnet i kapittel 4.4.1. En eksplosjon kan gi lokalt høyt eksplosjonstrykk og skade personer i umiddelbar nærhet, dvs. innenfor utstrekning av tennbar sky. Eksplosjon er derfor vurdert å ikke gi en større hensynssone enn allerede gitt av brann og LEL-kriteriet.

4.4.4 Risiko

Shepherd kombinerer lekkasjefrekvensen med sannsynlighet for utstrekning av tennbar sky for gi frekvens for tennbar gass for hver himmelretning. Kombinert med en tennsannsynlighet satt til 1 for forsinket tenning og en sannsynlighet for dødsfall på 1 innenfor området med brennbar gassky, vil risikokonturen sammenfalle med konturen for brennbar gass.

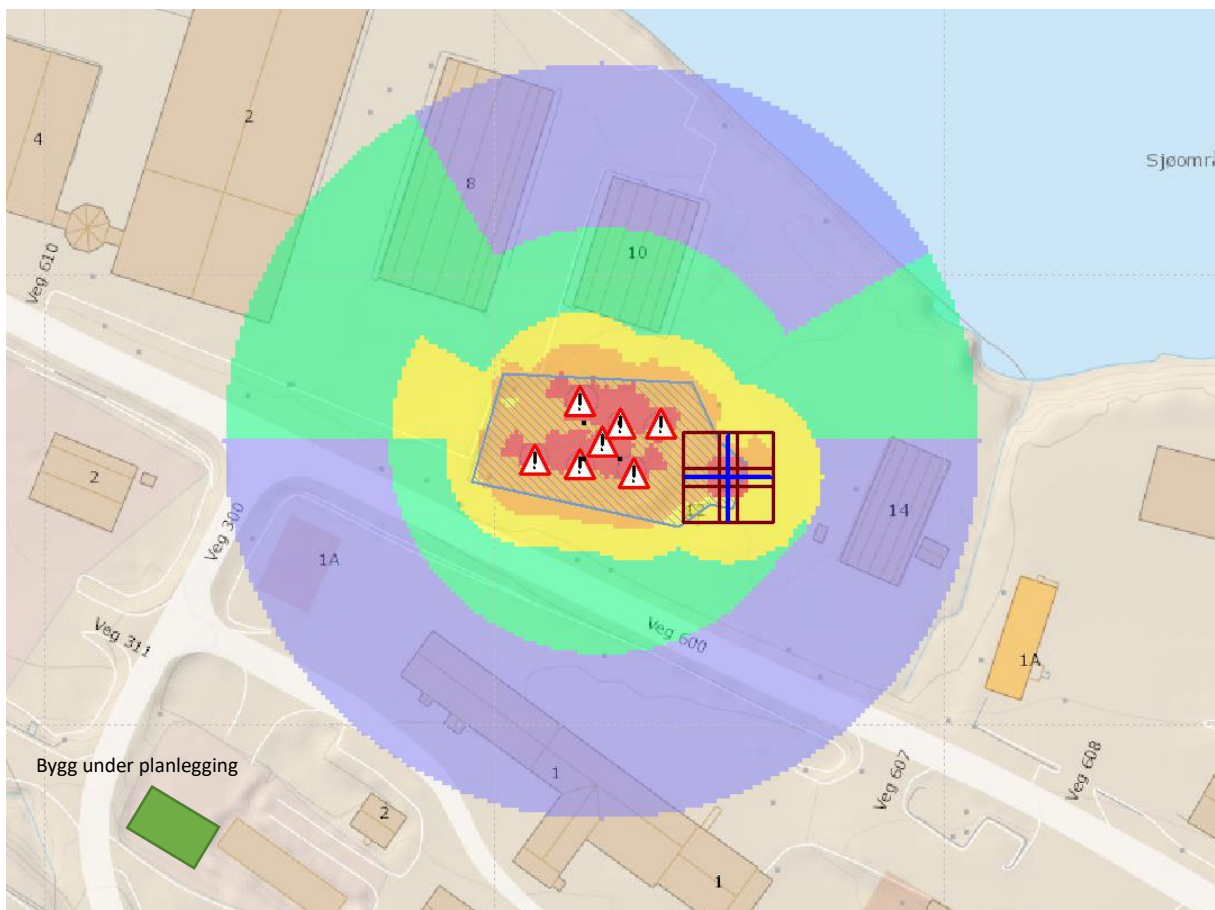
5 RESULTATER

I DSBs retningslinjer for anlegg som skal håndtere brannfarlig stoffer blir det beskrevet kriterier for aksept av risiko. Basert på vurderingene gjort i denne analysen er det kun brann som blir inkludert i risikokonturene. Risikoanalysen angir utstrekningen av hensynssonene rundt tankene (indre, midtre og ytre sone). Resultatene er illustrert i Figur 5.1. Figuren viser utstrekningen av følgende soner:

- Gul: Innenfor gul sone er individuell risiko 10^{-5} per år eller høyere. Dette tilsvarer indre sone.
- Grønn: Innenfor grønn sone er individuell risiko mellom 10^{-5} per år (indre kant) og 10^{-6} per år (ytre kant). Dette tilsvarer midtre sone.
- Lilla: Innenfor lilla sone er individuell risiko mellom 10^{-6} per år (indre kant) og 10^{-7} per år (ytre kant). Dette tilsvarer ytre sone.

Innenfor det oransje området er individuell risiko $>10^{-4}$ per år og innenfor rødt område er individuell risiko $>10^{-3}$ per år.

Utsprekningen av ytre sone er gitt av maksimal utbredelse av tennbar gass. Kombinasjonen dominerende vindretning og sannsynlighet for brudd gjør at midtre sone kan sammenfalle med ytre sone i retninger vinden ofte blåser.



Figur 5.1 Utsprekningen av hensynssoner rundt bensintankene.

Tankanlegget befinner seg innenfor det skraverte, blå feltet der lekkasjepunkter er angitt med varseltriangel. Lekkasje fra tanker og rør er fordelt innenfor gjerdet. Fylleplassen er angitt med en firkant med et kors.

Sannsynligheten for å få fullt brudd på lagertankene er ansett som svært lav, men er like fullt inkludert som et scenario i RIVM-modellen og i denne analysen. En stor bensinlekkasje vil spre seg utover hele oppsamlingsbassenget og vil, på grunn av pølsens store utstrekning, være det scenarioet i analysen som gir den største utstrekningen av brennbar gassky. Siden største utstrekning av antennbar skystørrelse er lagt til grunn for hensynssonen rundt tankgruppen, er nettopp denne utstrekningen den mest kritiske faktoren i analysen.

Figur 5.1 viser tydelig effekten av vindrosen (se kapittel 2.5), med større sannsynlighet for eksponering av områdene nordvest og nordøst for tankanlegget. På grunn av vindrosens påvirkning, er det vanskelig å gi en entydig utstrekning av midtre og indre sone, mens utstrekning av den ytre sonen er gitt av maksimal utbredelse av brennbar gass. I enkelte retninger er utstrekning av midtre og ytre sone sammenfallende. Indre sone strekker seg helt fram til nærmeste lagerhall, og det er dermed viktig å overholde krav til EX-sikring også i området utenfor gjerdet.

Den planlagte utbyggingen ligger ca. 100 meter sørvest for tankanlegget, målt fra nærmeste tank. Ytre sone strekker seg i denne retningen ca. 70 meter.

Konklusjonen er at det nye bygget vil ligge godt utenfor ytre hensynssone, i et område der risikonivået er akseptabelt med tanke på risikoeksponering fra dette spesifikke tankanlegget. Merk at risikobidrag fra andre anlegg ikke er vurdert. Merk også at nøyaktigheten i beregningene ikke tilsier at hensynssonene presentert i denne risikoanalysen bør anses som absolutte grenser, men heller som en god indikasjon på utstrekningen av sonene.

6 USIKKERHETER

Resultatene i risikoanalysen må ses i sammenheng med antagelsene, forutsetningene og begrensningene i analysen. De fleste forutsetninger og antakelser er presentert i kapittel 4.1. Dersom en antagelse eller forutsetning ikke lenger er gyldig, kan dette påvirke beregnet risikonivå. I risikoanalysen har det vært lagt vekt på å gjøre konservative antagelser som samtidig skal være representative.

Selv om det foreligger standarder og internasjonalt anerkjente metoder for kvantitative risikoanalyser er det erkjent at det er usikkerheter knyttet til beregning av denne type risikokonturer (Ref. 12). DSB har derfor utarbeidet nærmere retningslinjer for slike beregninger. Disse retningslinjene er lagt til grunn for denne analysen. Resultatene er likevel forbundet med en grad av usikkerhet, i utregning av både frekvens og konsekvens.

Det er flere feilkilder i dagens modeller for beregning av lekkasjefrekvens for landanlegg. Dette kan være at modellene til en viss grad er basert på ikke etterprøvbare data (f. eks. interne rapporter), delvis gamle data, delvis ukjent mengde utstyr (f.eks. antall tankår) og delvis data fra offshore-bransjen, som kan ha andre feilmekanismer enn på landanlegg. DSBs akseptkriterier er relativt strenge og tilsvarer et nivå som vanskelig kan etterprøves på en god måte av dagens lekkasjefrekvensmodeller. Modellene kan kanskje hevdes å fungere godt i forhold til et nivå på 10^{-5} per år, men for frekvens ned mot 10^{-7} per år er det vanskelig å vise at nivået samsvarer med erfaringsdata fra en kontrollert populasjon. Generelt sett bør det derfor etableres en bransjestandard for dette formål. For studien i dette tilfellet har usikkerheten knyttet til lekkasjefrekvensmodellen underordnet betydning da estimerte soner styres av konsekvensen ved flere typer utslipp som gir betydelige væskemengder i oppsamlingsbassenget omkring tankene.

En nyansering av risikobildet med mer detaljert utstyrstilling og oppdatering av lekkasjefrekvens er derfor først og fremst forventet å kunne gi endringer i utstrekning av indre sone. Utstrekning av ytre sone er i stor grad gitt av konsekvensmodelleringen. Siden største utstrekning av antennbar skystørrelse er lagt til grunn for hensynssonen rundt tankgruppen, er nettopp denne utstrekningen en viktig faktor i analysen.

I denne risikoanalysen er det empiriske verktøyet FRED benyttet til å modellere spredning av avdampningen fra væskepølen. For det aktuelle tankanlegget på Svalbard er det ansett som tilstrekkelig å benytte empirisk verktøy som grunnlag for spredningsanalysen. Noe konservatisme er lagt inn for å ta høyde for usikkerheten: forutsetningen om at *alle* antennbare lekkasjer som strekker seg ut forbi anleggsområdet vil antenne, og bruk av maksimal utstrekning. Dette tar høyde for at stråling og røyk fra en stor brann kan eksponere omkringliggende områder. Modellen tar ikke høyde for at bundingen kan begrense utstrekning av gasskyen noe, spesielt for mindre lekkasjer.

7 REFERANSER

- 1 Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71
- 2 Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (brann- og eksplosjonsvernloven), LOV-1971-05-21-47
- 3 Byggeforskrift for Longyearbyen, FOR-2016-11-15-1329
- 4 Lov om brannfarlige varer samt væsker og gasser under trykk [brannfarligvareloven] (gjelder bare for Svalbard), LOV-2015-06-19-65
- 5 Lov om eksplosive varer (gjelder bare for Svalbard), LOV-1974-06-14-39
- 6 Forskrift om brannvern på Svalbard, FOR-1993-08-20-815
- 7 Lov om Svalbard [Svalbardloven], LOV-1925-07-17-11
- 8 Lov om miljøvern på Svalbard (svalbardmiljøloven), LOV-2001-06-15-79
- 9 Arealplaner i Longyearbyen,
<http://lokalstyre.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=91ec98bf5ff44ac188ae06eac98b0b9d>, Hentet 29.01.2020
- 10 Arealplan for Longyearbyen planområde 2016-2026, Utfyllende bestemmelser og retningslinjer, datert 20.01.2017,
<https://www.lokalstyre.no/getfile.php/4516781.2046.abnkm7nzllzpbu/Utfyllende+bestemmelser.pdf>
- 11 Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern, *Tillatelse til oppbevaring av brannfarlig vare*, 27.09.01
- 12 Lloyds Register, *Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff*, rapportnr. 106535/R1, 18. oktober 2017
- 13 Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB), Forslag til temaveiledning, Sikkerhetsavstander for små og mellomstore anlegg som håndterer farlig stoff, 30.10.2019, høringsfrist 29.02.2020, https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/horinger-og-konsekvensutredninger/forslag-til-temaveiledning-om-sikkerhetsavstander/hoeringsforslag_sikkerhetsavstander.pdf
- 14 DNV GL, *Vurdering av risiko ved anlegg for farlig stoff, Sikkerhetsavstander ved anlegg for farlig stoff*, rapportnr. 2018-1200, Rev. 0, 07.10.2019
- 15 Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB), *Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer, Kriterier for akseptabel risiko*, 2012
- 16 Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen, FOR-2009-06-08-602
- 17 Statkraft, *Fornybar energiforsyning til Svalbard – Longyearbyen*, Innspillsnotat, 9. november 2018, https://www.statkraft.com/globalassets/explained/svalbard_rapport_0911_final.pdf
<https://toposvalbard.npolar.no/>
- 18 LNS Spitsbergen, *Longyearbyen, Tankanlegg for oljeprodukter, Situasjonsplan*, tegning no. BC1517-EP-T001, rev. B, 08.04.2010
- 20 LNS Spitsbergen, *Tankanlegg for oljeprodukter, Soneplan tankgård*, tegning no. 1562-01-001, rev. 01, 09.09.2011
- 21 Fjellvåg, Helmer. (2019, 18. mars). bensin. I Store norske leksikon. Hentet 23. januar 2020 fra <https://snl.no/bensin>
- 22 Circle K Norge AS, Sikkerhetsdatablad for Miles 95,
<https://circlek.chemicontrol.dk/Download/Product/-7999988>
www.eklima.no
- 23 www.eklima.no
- 24 National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) in Netherland, *Reference Manual Bevi Risk Assessment*, versjon 3.2, 01.07.2009

-
- 25 TNO, *Guidelines for Quantitative Risk Assessments ("Purple Book")*, CPR 18E.
- 26 DNV GL, *Vurdering av risiko ved anlegg for farlig stoff, Sikkerhetsavstander ved anlegg for farlig stoff, Vedlegg 7 – Sikkerhetsavstand for overgrunns drivstoffanlegg*, rapportnr. 2018-1200, Rev. 1, 28.06.2019
- 27 Standard Norge, *Krav til risikovurderinger*, dok. nr. NS 5814:2008, utgave 2, 2008