

Risikoanalyse av tank- og produksjonsanlegg for EPS

Oppdatert oktober 2019

Rapport til:
Brødr. Sunde as




Sammendrag

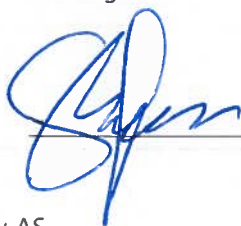
Risikoanalyse av tank- og produksjonsanlegg for EPS

Oppdatert oktober 2019

Sikkerhetsklassifisering for dette dokument: Distribute only after client's acceptance

Rapportnr: PRJ1109986522/R1
Revisjon: Sluttrapport B
Dato: 1. oktober 2019

Utarbeidet av: Ane Kristiansen
Overingeniør
Gransket av: Stian Jensen
Overingeniør
Godkjent av:  Kristina Drage-Arianson
Avdelingsleder



Firmanavn og adresse:
Lloyd's Register Consulting - Energy AS
Postboks 376, Skøyen
0213 OSLO

Kundenavn og adresse:
Brødr. Sunde as
Borgundfjordvegen 137
6017 Ålesund

Kontaktperson:
Ane Kristiansen
T: 950 85 340
E: ane.kristiansen@lr.org

Kontaktperson kunde:
Asle Myklebust
T: 926 85 530
E: asle.myklebust@sundolitt.com

Lloyd's Register Group Limited, dets datterselskaper og tilknyttede selskaper og deres respektive tillitsmenn, ansatte og representanter omtales i denne bestemmelse enkeltvis eller samlet som "Lloyd's Register". Lloyd's Register påtar seg intet ansvar og kan ikke holdes ansvarlig av noen person for tap, skader eller utgifter som følge av opplysninger eller råd gitt i dette dokument eller på annen måte, med mindre vedkommende har undertegnet en kontrakt med det relevante foretak i Lloyd's Register om å gi slike opplysninger eller råd; i så tilfelle er ansvaret begrenset til de vilkår som er fastsatt i nevnte kontrakt.
©Lloyd's Register 2019.

Dokumentrevisjoner

Revisjon	Dato	Beskrivelse / endringer	Endringer utført av
Utkast A	04.07.2018	Oppdatering av risikobilde med bytte av pentantank og oppgraderte oppsamlingsarrangement	Tone Kalstad
Sluttrapport	28.09.2018	Oppdatert etter kommentarer fra kunde	Ane Kristiansen
Sluttrapport	15.02.2019	Oppdatert etter kommentarer fra kunde. Endret rapport nr. fra 107489/R1 (av 28. september 2018) til PRJ1109986522	Ane Kristiansen
Sluttrapport A	05.07.2019	Sammenslåing av rapport R1 og teknisknotat TN-1, diverse oppdateringer etter kommentarer fra Sunde. Import av pentan med tankbil er med som nytt scenario	Ane Kristiansen
Sluttrapport B	01.10.2019	Oppdatert etter kommentarer fra DSB	Ane Kristiansen

Hovedsammendrag

Lloyd's Register har i denne analysen vurdert risikoen av Sunde sitt anlegg i Spjelkavik slik anlegget er i dag og slik det er ønsket i fremtiden med oppgradering av oppsamlingsarrangement og tankarrangement.

Risikobidraget fra Sunde mot tredjeperson er innenfor akseptkriteriene for risiko gitt av DSB. Hovedbidragsytere til risiko for tredjeperson er knyttet primært til tankanlegg og kai, ved import av styren og pentan, og selve tankanlegget. Oppsamlingsarrangementet rundt pentan- og styrentankene er planlagt oppgradert, og vil etter oppgraderingen ha kapasitet til å romme lekkasjer fra tankbrudd.

En pølbrann av styren i oppsamlingsbassengene som det er skissert i disse beregningene vil medføre store mengder helseskadelige biprodukter som brenngasser, røyk og spredning av lukt og sotpartikler. Det er derfor viktig at Sunde fortsetter ivaretagelsen av alle forebyggende- og konsekvensreducerende barrierer knyttet til utslipp og brann i forbindelse med kai- og tankanlegget for styren og pentan.

Med utgangspunkt i gjennomførte risikoanalyse kan det konkluderes med at risikoen for Sundes anlegg er innenfor et akseptabelt risikonivå. Det konkluderes også med at det ikke medfører økt risiko for tredjeperson, at Sunde bytter pentan i tank TA01 til TA02, slik at volumet av pentan økes til maksimalt 1122 m³. Dette forutsetter at oppsamlingsarrangementet bygges om som planlagt og at farlig stoff ikke kan lekke utenfor oppsamlingsarrangementet.

Forkortelser

AFFF	Aqueous Film-Forming Foam
ALARP	Engelsk: As low as reasonably practicable. Norsk: så lavt som praktisk mulig
barg	Bar Gauge er trykk åpent mot atmosfæren og bruker atmosfærisk trykk som basisverdi.
DSB	Direktoratet for Samfunnssikkerhet og beredskap
EPS	Ekspandert polystyren
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals
ISPS	Internation Ship and Port Facilities Security
LC _{Lo}	Lowest Lethal Concentration, lethal concentration low (lavest dødelige konsentrasjon). I toksikologi er LC _{Lo} (LCLO) den laveste konsentrasjonen av et kjemisk stoff gitt over en periode som resulterer i dødeligheten for individ. En LC _{Lo} -verdi er den laveste konsentrasjonen av et materiale i luft som rapporteres å ha forårsaket døden for dyr eller mennesker. Eksponeringen kan være akutt eller kronisk. Dette kalles også den laveste konsentrasjonen som forårsaker død, lavest oppdaget dødelig konsentrasjon og dødelig konsentrasjon lav. LC _{Lo} er nært beslektet med LC ₅₀ -verdien som er konsentrasjonen som dreper halvparten (50%) av forsøksdyrene under kontrollerte forhold. Denne verdien gjelder damp, støv, tåke og gasser. Faststoffer og væsker bruker den nært beslektede LD _{Lo} -verdien (lethal dose low) for andre ruter enn innånding.
LFL	Engelsk: Lower Flammability Level. Norsk: nedre flammegrense
LNF	Landbruks-, natur- og friluftsområder
ppm	Angivelse av konsentrasjon: parts per million, ppm=ml/m ³ eller 1 ppm = 0,0001 vol.%.
QRA	Engelsk: Quantitative Risk Analysis. Norsk: kvantitativ risikoanalyse
Safeti	Safeti programvare som brukes i beregninger av risiko i kvantitative risiko analyser
XPS	Ekstrudert polystyren
UFL	Engelsk:Upper Flammability Limit. Norsk: øvre flammegrense
ULF	Utregning av Lekkasje frekvenser (LR verktøy)

Innholdsfortegnelse

Side

1	Innledning	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Hensikt	1
1.3	Basis for studien	1
1.4	Begrensninger	1
2	Hvordan forstå resultatene av en kvantitativ risikoanalyse (QRA), definisjoner og forklaringer	2
2.1	Akseptkriterier	3
2.2	Daglig risiko i samfunnet	4
2.3	Risikosammenligning	5
2.4	Akseptkriterier	5
3	Regelverk	6
3.1	Generelt	6
3.2	Relevant regelverk	7
3.2.1	Lover	7
3.2.2	Forskrifter, veiledere og retningslinjer	7
3.3	Definisjoner på farlig stoff	8
4	Anleggsbeskrivelse	8
4.1	Kaianlegg	9
4.2	Pumpeanlegg for avløpsvann	9
4.3	Tankanlegg	9
4.3.1	Oppsamlingsarrangement	11
4.4	Peroksidlager	11
4.5	Produksjonsanlegg EPS	12
4.5.1	Produksjonsbeskrivelse	12
4.5.2	Ferdigvareproduksjon	13
4.5.3	Produksjonsdata	13
4.6	Sikkerhetstiltak og risikoreduserende barrierer	13
4.6.1	Produksjonssikkerhet	14
4.6.2	Kompetanse	14
4.6.3	Drift og vedlikehold	14
4.6.4	Avvikshåndtering	15
4.6.5	Sikring	15
4.6.6	Risikoanalyser	15
4.6.7	Tanker og kaianlegg	15
4.6.8	Industrivern og brannberedskap	15
4.7	Nærmiljø	16
4.8	Naboinformasjon	18

5	Metodebeskrivelse	18
5.1	Generelt	18
6	Risikovurdering av anlegget	19
6.1	Egenskaper til stoffene	19
6.2	Status for anlegget	20
6.3	Bygning A: Råvarefabrikk for Sunde EPS	20
6.4	Bygning B og C: Sunpack og Sundolitt	21
6.5	Bygning D: Lager Sunde EPS	21
6.6	Bygning E: Administrasjonsbygg	21
6.7	Bygning G: Energisentralen	21
6.8	Bygning H: Peroksidlager	21
6.9	Område F: Risikovurdering av tankanlegget	21
6.9.1	Lekkasje fra tanker til oppsamlingsarrangement	21
6.9.2	Lekkasje fra rørledninger mellom tanker og fabrikk	22
6.10	Lossing og import av pentan og styren	22
6.10.1	Lekkasje under import av pentan og styren fra skip	22
6.10.2	Lekkasje under import av pentan fra tankbil	23
6.11	Kollisjon med tankskip som resulterer i skade på kai	23
6.12	Sabotasje/tilsiktete hendelser	24
6.13	Eskalering og dominoeffekter	24
6.13.1	Eskalering til Peroksidlageret	25
6.14	Ytre påvirkning og naturkrefter	26
6.15	Oppsummering av fareidentifikasjon	27
7	Lekkasjefrekvenser for tankanlegget	28
7.1	Generelt	28
7.2	Antagelser	29
7.3	Segmentinndeling	30
7.4	Metode	32
7.5	Lekkasje frekvenser og lekkasje rater	32
8	Kvantitativ risikovurdering (QRA)	34
8.1	Fatalitetskriterier	34
8.2	Værforhold	34
8.3	Vindrose	34
8.4	Lekkasjevarigheter	35
8.5	Oppsamling	35
8.6	Antenning	36
8.7	Spesielle vurderinger	37
8.7.1	Eksplisjon	37
8.7.2	Giftighet av styren og pentan	37

9	Resultater	38
9.1	Risikokonturer for dagen situasjon	38
9.2	Detaljerte delresultater for dagen situasjon	39
9.3	Risikokonturer for ønsket fremtidig situasjon	43
9.4	Detaljerte delresultater for ønsket fremtidig situasjon	44
9.5	Detaljerte studier av pentan i TA02	46
9.5.1	Tankbrudd pentantank med spredning av brennbar gassky	46
9.5.2	Tankbrudd pentantank med umiddelbar antenning:	47
10	Endring i resultater sammenlignet med forrige rapport (2014)	48
10.1	Andre vurderinger	48
11	Oppsummering	49
11.1	Usikkerhet i analysen	49
11.2	Konklusjon	50
11.3	Risikoreduserende tiltak	50
12	Referanser	51

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Brødr. Sunde as, heretter kalt Sunde, ble etablert i 1917 i Ålesund. Selskapet utviklet seg raskt fra produksjon av fiskeredskaper til produkter av polystyren. Selskapets lange erfaring og spesiell kompetanse med produksjon av polystyren gjør Sunde i dag til Skandinavias ledende tilbyder av ekspanderbar polystyren og ferdigprodukter av ekspandert polystyren (EPS), samt ekstrudert polystyren (XPS). I Norge har Sunde sitt hovedkontor i Ålesund og fra seks salgs- og produksjonsanlegg produseres og distribueres Sunpack og Sundolitt over hele landet. Sunde eier varemerkene "Isopor" og "Sundolitt" som er mye brukte uttrykk for EPS.

I Spjelkavikbukta i Ålesund kommune, ligger et av produksjonsanleggene til Sunde. Når rapporten senere omtaler «Sunde», er det dette anlegget det refereres til. Råvaren (ekspanderbar polystyren) til alle Sundes ferdigvareanlegg produseres i prosessanlegget i Spjelkavik. Selskapet står selv for produksjonen av råstoffet polystyren. Området der anlegget ligger er regulert til industriområde.

Sunde har engasjert Lloyd's Register, heretter kalt LR og tidligere kalt Scandpower, for å oppdatere totalrisikobildet for Sundes anlegg i Spjelkavik.

1.2 Hensikt

Hensikten med risikoanalysen er å vurdere risikoen for tredjeperson slik anlegget til Sunde i Spjelkavik er i dag og etter planlagt med utvidelse av tankkapasitet for pentan og oppgraderte oppsamlingsarrangement. Opprinnelig pentantank og den minste styrentanken skal byttes om og oppsamlingsarrangementet skal oppgraderes til å romme et eventuelt utslipp fra de respektive tankene.

1.3 Basis for studien

Rapporten baserer seg på arbeidet som er gjort av LR i 2018 med oppdateringer i 2019:

- Lloyd's Register (2018): "Risikoanalyse av tank- og produksjonsanlegg for ESP ved Sunde i Spjelkavik", rapporten og teknisk notat 107489, av 28. september 2018
- Lloyd's Register (2018): "Risikovurdering av utvidet tankkapasitet for pentan", rapport 107489/R2

I tillegg bygger analysen på mottatt underlagsinformasjon fra Sunde.

Sikkerhetsrapporten for Sunde ble utarbeidet av Lloyd's Register i 2017, ref. /1/ og innholdet i denne rapporten er harmonisert med Sikkerhetsrapporten.

LR har gjennomført risikoanalyser av Sundes anlegg i Spjelkavik i mange år og det er gjort risikoanalyser og vurderinger av dette anlegget med tanke på ekspansjon av produksjonslokalene og økning av produksjon og mengde råvarer lagret på området, ref. /2/, /3/, /4/, /5/ /6/, /7/, /8/, /9/, /10/ og /11/.

Følgende er forutsatt:

- Det foreligger i dag ingen konkrete planer om utvidelse av anlegget med hensyn på lagring av brannfarlig vare og ny polymer (råvarefabrikk) enn det som er omtalt i rapporten
- Dagens tank TA01 er godkjent av tredjepart for videre bruk etter tilstandskontroll sommer 2013, ref. /12/. Det er planlagt å endre lagringstank for pentan fra TA01 til TA02 for å øke lagringskapasiteten for pentan. Pentan skal etter nye planer lagres på tank TA02, mens styren lagres på tank TA01, TA03 og TA04. Importerte mengder forblir likt.

1.4 Begrensninger

I bygninger/områder som ikke er definert med utslippskritisk utstyr som kan påvirke risikoen for tredjeperson, er det av LR ikke gjort noen revisjon av Sundes styringssystem for helse, miljø og sikkerhet.

Dette styringssystemet er bygget på nasjonale og internasjonale lover, forskrifter og standarder. Denne risikoanalysen forutsetter at Sunde følger og vedlikeholder sitt styringssystem for helse, miljø og sikkerhet slik at risikoen på fabrikkanlegget generelt følger ALARP-prinsippet.

2 Hvordan forstå resultatene av en kvantitativ risikoanalyse (QRA), definisjoner og forklaringer

Dette kapitlet er skrevet for at personer som ikke arbeider med risikoanalyse jevnlig har bedre mulighet til å forstå rapportens innhold.

Risiko: risiko er et mål som kombinerer **sannsynligheten** og **virkingen** av en hendelse. I denne rapporten brukes ordet frekvens for sannsynlighet og konsekvens for virkning. Frekvenser uttrykker hvor ofte man forventer at noe skal skje per år. Hvis man forventer at noe skjer en gang hvert 100 år (eller sjeldnere, altså sjeldent), er sannsynligheten for at noe skjer i løpet av et år tilnærmet lik frekvensen for at noe skjer i løpet av et år.

Konsekvensene er målsatt utefra type hendelse (f.eks. lekkasje fra hull 10 % av diameter på rør) og i tillegg snakker man om stor og liten konsekvens.

Risiko innebærer at hendelser kan inntreffe som har konsekvenser for noe som er av verdi for oss mennesker. Konsekvensene kan være knyttet til for eksempel liv og helse, miljø eller økonomiske verdier. Matematisk sett er risiko definert som en funksjon av konsekvens og frekvens. Funksjonen er gitt som produktet av frekvensen for at hendelsen skjer og konsekvensen av hendelsen:

Risiko (for hendelsen) = **frekvensen** (for at hendelsen skjer) x **konsekvens** (for hendelsen)

Dette innebærer at en risiko kan være **stor** av to ulike grunner. Selv om hendelsen ikke er spesielt farlig, kan den ha en stor risiko hvis frekvensen for at den inntreffer er høy. På den andre siden kan også en hendelse som har veldig lav frekvens, utgjøre en stor risiko. Dette er tilfellet når konsekvensene av hendelsen hvis den først inntreffer, er katastrofale.

Motsatt kan vi også si at en risiko kan være **liten** av to ulike grunner. Enten er konsekvensen av hendelsen så liten, at man ikke bryr seg med den. Eller frekvensen er så liten at det likevel kan være riktig å ta sjansen på en stor negativ konsekvens. Man kan med andre ord ikke bare se på konsekvensen av en hendelse når man vurderer risiko, man må ta i betraktning frekvensen eller sannsynligheten for at det skjer også.

Hvordan skriver man små tall?

I rapporten vil det brukes frekvenser for ulike hendelser og frekvensene er ofte små tall. De er vanskelige å skrive korrekt med desimaltall og derfor skriver man tallene uttrykt med titalls potenser. Tabellen under viser sammenhengen mellom tilfeldig valgte tall og titalls potenser av de samme tallene.

Tabell 2.1 - Tabell som viser sammenheng mellom noen tall uttrykt som desimaltall og titalls potenser

Tall	Titalls potens	Titalls potens, annen skrivemåte
100	10^2	1,0E+02
1	10^0	1,0E+00
0,1	10^{-1}	1,0E-01
0,001	10^{-3}	1,0E-03
0,55	$5,5 \times 10^{-1}$	5,5E-01
0,00055	$5,5 \times 10^{-4}$	5,5E-04

Hensynssoner

Soner for begrensning av arealdisponeringen kalles hensynssoner etter bestemmelsene i plan- og bygningsloven. Loven definerer tre soner: indre, midtre og ytre, ref. Figur 2.3. Fokus er på tredjepersons sikkerhet og hensynssoner fremkommer ved definisjon av akseptkriterier og utstrekning av risikokonturene rundt anleggene. Andre avstander og soner innenfor virksomheten reguleres på annen måte (områdeklassifisering, tekniske minsteavstander etc.).

Førsteperson er ansatte ved anlegget, det vil si de som er direkte involvert i den daglige driften av anlegget.

Andreperson er en mellomgruppe som har nytte av å være i nærheten av anlegget, men som ikke er engasjert i arbeid på selskapets anlegg. Dette kan for eksempel være ansatte ved nabovirksomheter. 2. person blir ikke vurdert i denne analysen.

Tredjeperson er "utenforstående" eller personer utenfor anlegget som kan påvirkes av anleggets aktiviteter.

Risikokonturer (ISO-risk kurve)

Risikokonturer, eller ISO-risk kurver, er i denne rapporten benyttet for å uttrykke individuell risiko i områdene rundt anlegg som håndterer farlig stoff. Risikokonturer beregnes ved at man kombinerer mulige ulykkeshendelser med tilhørende sannsynlighet for å omkomme. Risikokonturer viser således den geografiske distribusjon av individuell risiko, ved å vise den forventede frekvens til hendelser som er i stand til å forårsake fatalitet/død (som f.eks. varmelast over 15 kW/m² eller gasskonsentrasjon over LFL gitt antenning) på et gitt sted, uavhengig av om det faktisk befinner seg personer på det aktuelle stedet. Eksempelvis vil en person som oppholder seg konstant på 10⁻⁵ frekvenskurven statistisk sett omkomme i løpet av 100.000 år som følge av en hendelse på anlegget. Et eksempel på slike konturer er vist i Tabell 2.2. Konturene viser risikoen hele tiden; 24 timer i døgnet, 365 dager i året. Individuell risiko anvendes for å vurdere om den enkelte blir utsatt for mer enn normalt akseptabel risiko på de steder hvor de oppholder seg (bolig, går tur, jobber etc.)



Tabell 2.2 – Eksempel på risikokonturer som viser fordeling av individuell eller stedbunden risiko omkring en virksomhet

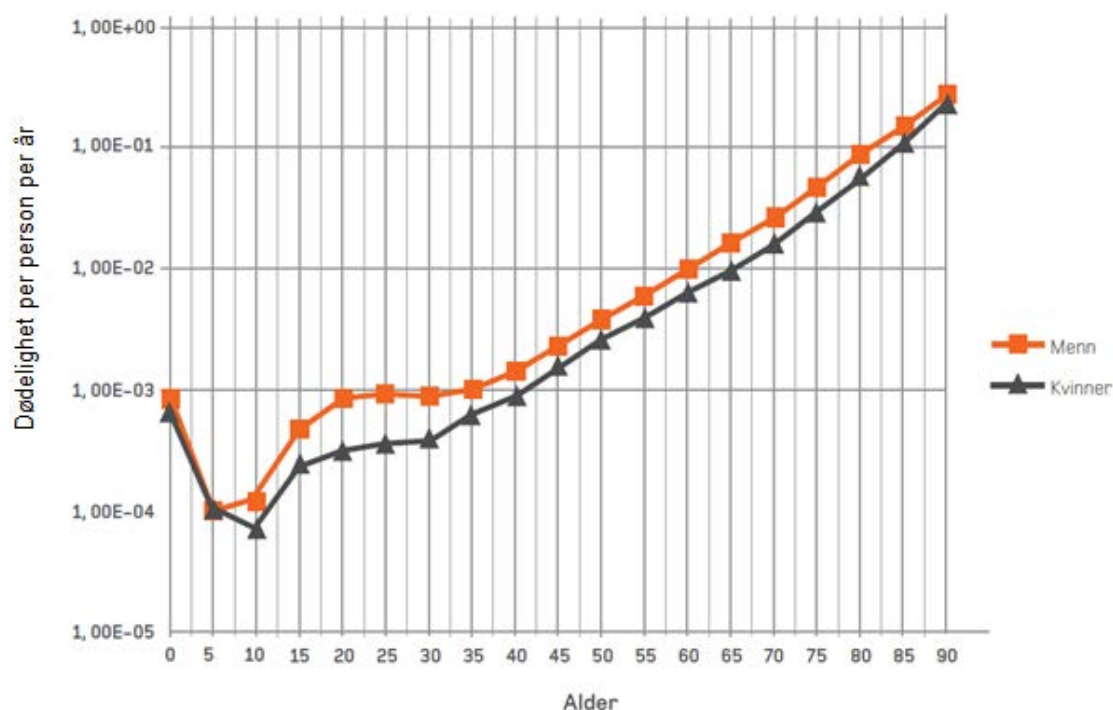
2.1 Akseptkriterier

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) gav i 2013 ut en temaveileder som omhandler sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatt og eksplosjonsfarlige stoffer (ref. /13/). I DSBs dokument defineres kriterier for akseptabel risiko. Akseptkriteriene uttrykker øvre grenser for hvor stor risiko ulike berørte skal utsettes for som følge av at virksomheten med et

potensiale for ulykker etableres og drives. I følge DSB (ref. /13/). er akseptkriterier satt med utgangspunkt i prinsippet om at den risiko som befolkningen utsettes for fra virksomheten ikke skal være vesentlig sammenliknet med den generelle daglige risikoen i samfunnet. Figur 2.1 presenterer tall for generell daglig risiko.

2.2 Daglig risiko i samfunnet

I Figur 2.1 presenteres sannsynligheten for å dø pr. år for menn og kvinner i ulike aldersgrupper i Norge. Som man ser, er laveste dødssannsynlighet rundt $1,0E-4$ (10^{-4}) eller 0,0001 eller "1 av 10.000", mens tallet stiger mot rundt 0,25 for de eldste aldersgruppene.



Figur 2.1 – Sannsynlighet for å dø pr. år for menn og kvinner i Norge i ulike aldersgrupper. Sannsynligheten for å dø for aldersgruppen 0–4 år er vist på alder 0 år, 5–9 år er vist på alder 5 år osv. Tallene er basert på statistikk utarbeidet av statistisk sentralbyrå for perioden 2006 – 2010. (ref. /13/)

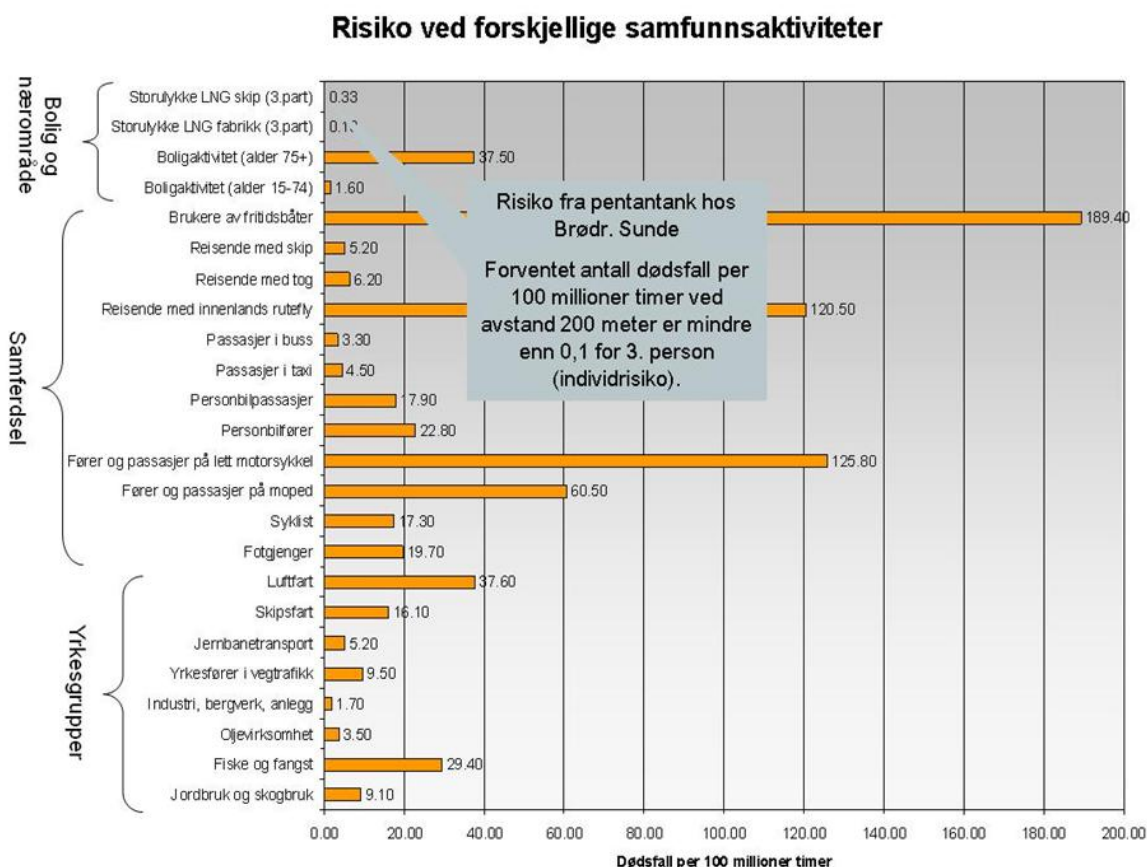
Sannsynligheten for å dø har mange bidrag. I perioden fra 1995 – 2012 var bidraget fra sykdommer (f.eks. hjerte og kar-sykdommer, kreft) omtrent 95 % av alle dødsfall i Norge. Ulykker bidrar med ca. 4 % til sannsynligheten for å dø i samme periode. I Figur 2.3 vises sannsynligheten for å dø fra de fem mest frekvente typene ulykker.

Tabell 2.3 – Sannsynlighet for å dø for de fem ulykkestypene som førte til flest dødsfall i perioden 1992 - 2008. Tallene differensierer ikke på noen faktorer som kjønn, alder, yrke osv.

Type ulykke	Sannsynlighet for å dø pr. år	Sannsynlighet for å dø pr. år
Fall	$1,6E-04$ eller $1,6 \times 10^{-4}$	0,00016
Landtransport (ekskludert jernbane)	$6,5E-05$ eller $6,5 \times 10^{-5}$	0,000065
Forgiftningsulykker	$3,6E-05$ eller $3,6 \times 10^{-5}$	0,000036
Drukning (ikke sjøtransport)	$1,5E-05$ eller $1,5 \times 10^{-5}$	0,000015
Brann	$1,2E-05$ eller $1,2 \times 10^{-5}$	0,000012

2.3 Risikosammenligning

Alle aktiviteter vi bedriver medfører en viss risiko for skader eller dødsfall. Noen typer aktiviteter er forbundet med høyere risiko enn andre som for eksempel å kjøre motorsykkel eller bedrive ekstrem sport. Risikoen ved å bo i nærheten av Sundes produksjonsanlegg kontra andre hverdagslige aktiviteter er illustrert i Figur 2.2.



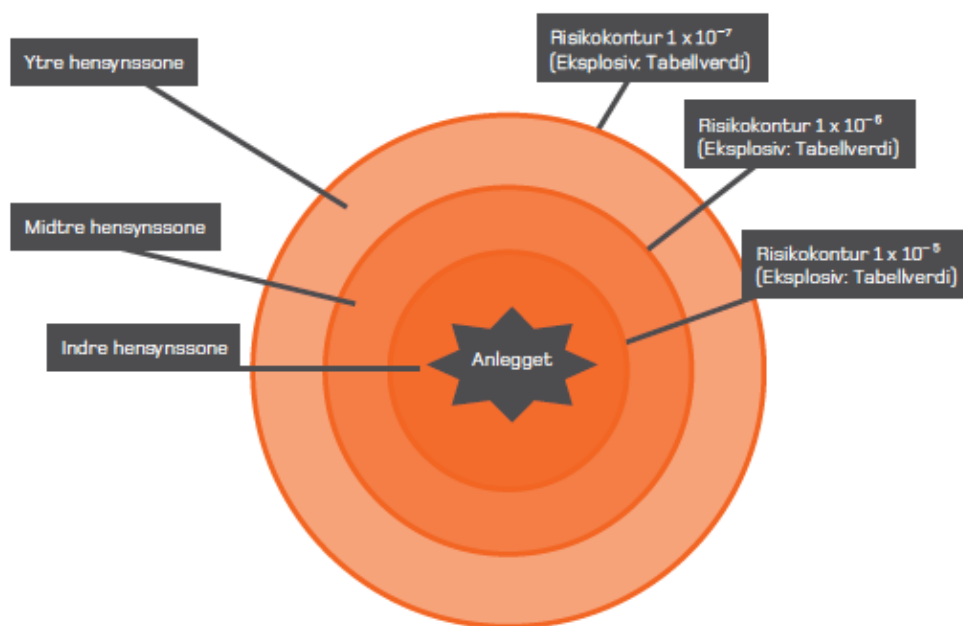
Figur 2.2 - Risiko forbundet med ulike samfunnsaktiviteter (kilde: Ref. /14/)

2.4 Akseptkriterier

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) gav i 2013 ut en temaveileder som omhandler sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatt og eksplosjonsfarlige stoffer (ref. /13/). I DSBs dokument defineres kriterier for akseptabel risiko. Akseptkriteriene uttrykker øvre grenser for hvor stor risiko ulike berørte skal utsettes for som følge av at virksomheten med et potensiale for ulykker etableres og drives. I følge DSB er akseptkriterier satt med utgangspunkt i prinsippet om at den risiko som befolkningen utsettes for fra virksomheten ikke skal være vesentlig sammenliknet med den generelle daglige risikoen i samfunnet. Figur 2.1 presenterer tall for generell daglig risiko.

Akseptkriteriet for risiko for tredjeperson uttrykkes som årlig sannsynlighet for tap av liv forårsaket av virksomheten der 10^{-5} eller lavere for mest utsatte person, er akseptabelt. Det er gitt krav for hva som kan etableres av bolighus og særskilt sårbare objekter innenfor 10^{-6} - og 10^{-7} -konturene.

Kriteriene definert for anlegg som håndterer farlig stoff er presentert i Figur 2.3 og Tabell 2.4 (ref./13/). Utefra resultatene av analysen kan det settes hensynssoner rundt virksomheten med arealmessige og aktivitets begrensinger.



Figur 2.3 – Illustrasjon av hensynssonene rundt en virksomhet med inntegning av risikokonturene som avgrensar sonene (Ref. /13/)

Tabell 2.4 – Utstrekning av og bestemmelser for hensynssonene (Ref./13)

Sone	Beskrivelse
Indre sone (10 ⁻⁵)	Virksomhetens eget område. I tillegg til eget anleggsområde kan for eksempel LNF-område inngå i indre sone. Kun kortvarig forbi-passering for tredjeperson (turveier etc.)
Midtre sone (10 ⁻⁶)	Offentlig vei, jernbane, kai og lignende. Faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet kan ligge her. Skal ikke være overnatting eller boliger. Spredt boligbebyggelse kan aksepteres i enkelte tilfeller
Ytre sone (10 ⁻⁷)	Områder regulert for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen kan inngå i ytre sone, herunder butikker, mindre overnattingssteder og offentlig ferdsel
Utenfor ytre sone	Skoler, barnehager, sykehjem, sykehus og lignende institusjoner, kjøpesenter, hoteller eller store publikumsarenaer må plasseres utenfor ytre sone

3 Regelverk

3.1 Generelt

Forhold som gjelder lagring og håndtering av brannfarlig vare samt væsker og gasser under trykk forvaltes av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. Interne miljø- og HMS-relaterte forhold på arbeidsplassen forvaltes av Arbeidstilsynet, mens eksterne miljømessige forhold (utslipp til vann og luft, avfallshåndtering etc.) forvaltes av Miljødirektoratet. Forhold knyttet til beredskapstiltak og industrivern forvaltes av Næringslivets Sikkerhetsorganisasjon.

3.2 Relevant regelverk

For å gjennomføre en risikovurdering av anlegget til Sunde i Spjelkavik anses de mest relevante lovene og forskriftene for å være:

3.2.1 Lover

- Lov om vern mot brann, eksplosjon og ulykker med farlig stoff og om brannvesenets redningsoppgaver (Brann- og eksplosjonsvernloven)
- Plan- og bygningsloven
- Forurensningsloven

3.2.2 Forskrifter, veiledere og retningslinjer

Tabell 3.1 - Oversikt forskrifter, veiledninger og retningslinjer

Myndighet	Forskrifter og veiledninger
DSB	Forskrift om brannforebyggende tiltak og tilsyn
DSB	Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen (forskrift om håndtering av farlig stoff)
DSB	Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff
DSB	Forskrift om trykkpåkjent utstyr
DSB	Forskrift om tiltak for å avertere og begrense skadevirkningene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer (Storulykeforskriften)
DSB	Forskrift om utstyr- og sikkerhetssystem til bruk i eksplosjonsfarlig område (ATEX-produktforskrift)
DSB	Veiledning til forskrift 8. juni 2009 om håndtering av brannfarlig reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen
DSB	Temaveiledning om innhenting av samtykke
DSB	Temaveiledning om oppbevaring av farlig stoff
DSB	Temaveiledning for sikkerhet rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer. Kriterier for akseptabel risiko
DSB	Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff
Arbeidstilsynet	Forskrift om systematisk helse-, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Intern kontrollforskriften)
Arbeidstilsynet, Petroleumstilsynet, DSB	Forskrift om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige områder (ATEX-bruker forskrift)
Næringslivets sikkerhetsorganisasjon	Forskrift om industrivern
Miljødirektoratet	Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)
Miljødirektoratet	Forskrift om klassifisering, merking og emballering av stoffer og stoffblandinger (CLP)

Råvarefabrikken i Spjelkavik omfattes av Storulykkeforskriften, ref./15/ og skal derfor ha samtykke fra DSB for oppbevaring av farlig stoff. Sunde er innmeldingspliktig til DSB.

Oversikten er ikke nødvendigvis fullstendig. Det tas derfor forbehold om at også andre lover og forskrifter vil kunne være av relevans for forhold som er omtalt i rapporten.

3.3 Definisjoner på farlig stoff

Definisjonen på brannfarlig væske er gitt i Tabell 3.2 og hentet fra ref. /16/ og /17/. Dette er definisjoner som kom med "Forskrift om håndtering av farlig stoff" fra DSB 8. juni 2009 og som opphevet "Lov om brannfarlige varer samt væsker og gasser under trykk" (brannfarligvareloven) hvor definisjonen på brannfarlig væske var delt inn i A-, B- og C-væsker.

Klasse A: Væsker med flammepunkt høyst + 23 °C

Klasse B: Væsker med flammepunkt over + 23 °C, men ikke over + 55 °C

Klasse C: Motorbrensel og fyringsolje med flammepunkt over + 55 °C

Tabell 3.2 - Definisjonen på brannfarlig væsker, ref. /18/

Kategori	Definisjon
Brannfarlig væske, kategori 1	Væske med flammepunkt < 23 °C og startkokepunkt ≤ 35 °C
Brannfarlig væske, kategori 2	Væske med flammepunkt < 23 °C og startkokepunkt > 35 °C
Brannfarlig væske, kategori 3	Væske med flammepunkt ≥ 23 °C og ≤ 60 °C

4 Anleggsbeskrivelse

Produksjonsanlegget til Sunde består i dag av fem større bygninger samt tankanlegg med fire tanker og kaianlegg for lossing av pentan og styren, se Figur 4.1 og Tabell 4.1.



Figur 4.1 - Oversikt over Sundes anlegg i Spjelkavik, ref. /19/.

Tabell 4.1 - Oversikt over Sundes anlegg i Spjelkavik

Bygning/ område	Beskrivelse
A	Produksjonsbygg polymer, produksjon av råstoffet Sunde EPS inkludert noe administrasjon
B	Sunpack (støping av emballasje), ordre- og transportkontor
C	Sundolitt, ekspandering av råstoff, støping og skjæring av isolasjon
D	Lager Sunde EPS, montasje av grunnmurselementer, div. lager av handelsvare og maskiner
E	Administrasjonsbygningen
F	Kai og tankanlegg for pentan og styren (4 tanker)
G	Energisentral tatt i bruk i 2011
H	Lager for peroksider
Elegante gården	På vestsiden av bygning A ligger Elegantegården, Borgundfjordvegen 116. Bygningen huser flere ulike virksomheter. Det anslås at det arbeider om lag 40 personer i Elegantegården

4.1 Kaianlegg

Sundes kaianlegg i Spjelkavik er ISPS-sertifisert fra 2008. Dette innebærer at området er inngjerdet med god kontroll på all ferdsel til og fra fartøy. Skip anløper og lossere pentan og styren.

4.2 Pumpeanlegg for avløpsvann

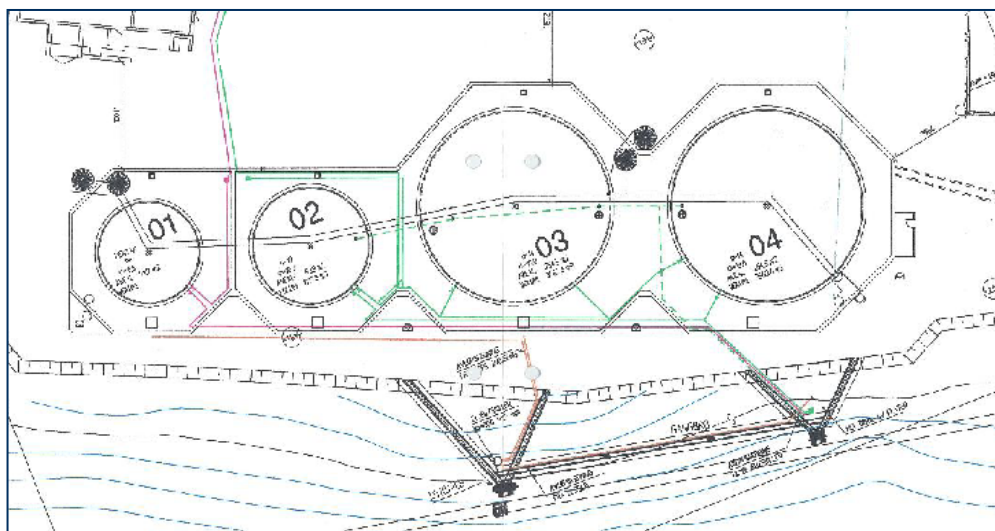
Sunde har en egen pumpestasjon ved sjøen på vestre del av anlegget. Avløpsvannet fra produksjonen pumpes via denne stasjonen til kommunens renseanlegg omtrent 2 km unna. Sunde har en avtale med Ålesund kommune om påslipp som regulerer kvantum og sammensetning av avløpsvannet.

4.3 Tankanlegg

Tankanlegget består i dag av fire tanker, som vist i Figur 4.2 og Figur 4.3. TA01 inneholder i dag pentan, mens TA02, TA03 og TA04 inneholder styren. Størrelsen på tankene er vist i Tabell 4.2 og Tabell 4.3. Tankene er atmosfæriske og enkeltvegget ståltanker.



Figur 4.2 - Bilde av tankene slik de er i dag (ref. Google Earth)



Figur 4.3 - Oversikt over tankanlegget hos Sunde

Tabell 4.2 – Oversikt over tankene slik det er i dag

ID	Innhold	Størrelse [m ³]
TA01	Pentan	638
TA02	Styren	1122
TA03	Styren	3595
TA04	Styren	3597

Mellom Elegantegården og bygning A er det lokalisert en tank med saltsyre (30 tonn) og en vanntank (400 m³). Vanntanken benyttes til kjøling av EPS-prosessen.

Det er planlagt å bytte om TA01 og TA02 slik at TA02 i fremtiden vil inneholde pentan, mens TA01, TA03 og TA04 vil inneholde styren.

Det forutsettes at overrislingsanlegget bygges om for å separere TA02 og TA03 i en eventuell brann. Det forutsettes også at TA02 får et tilsvarende system med flytetak som dagens pentantank har.

Sunde ønsker å bytte innholdet i tank TA01 og TA02 og Tabell 4.2 viser ny og ønsket fordeling av pentan og styren i tankene.

Tabell 4.3 – Oversikt over tankene ønsket fremtidig situasjon

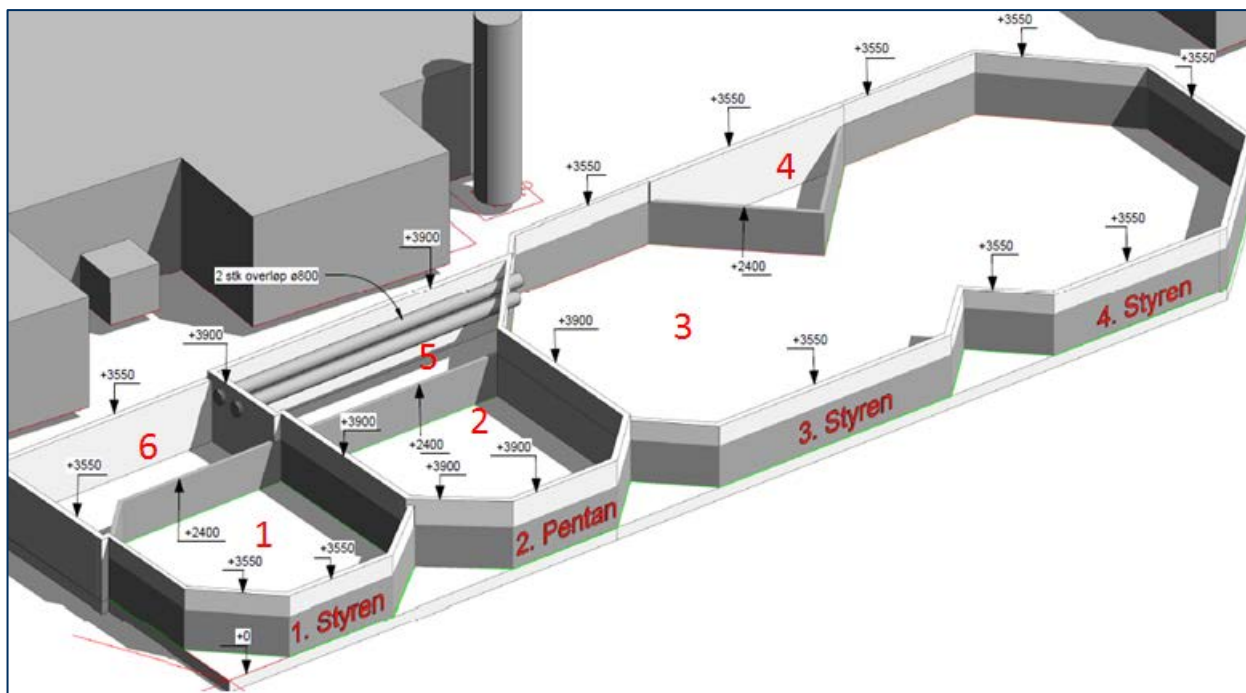
ID	Innhold	Størrelse [m ³]
TA01	Styren	638
TA02	Pentan	1122
TA03	Styren	3595
TA04	Styren	3597

4.3.1 Oppsamlingsarrangement

Tankene er plassert i et oppsamlingsarrangement for å hindre utslipp til vann og grunn ved eventuelle lekkasjer. Bassengene er delt med en betongvegg, slik at pentantanken er isolert fra styrentankene. Det er i dag ett oppsamlingsarrangement for pentan, og ett for styren. Bassengene har en 2,4 m høy ringmur. Bassengene har pr. i dag ikke kapasitet til å samle opp fullt volum ved et eventuelt tankbrudd.

Det er planlagt å utvide kapasiteten til oppsamlingsarrangementet, som vist i Figur 4.4, både ved å øke høyden på ringmuren, og ved å bygge ut oppsamlingsarrangementet. Dette gjøres for å øke volumet som kan samles opp ved en eventuell lekkasje. TA02 vil separeres fra TA01, TA03 og TA04.

Oppsamlingsarrangementet rundt styrentankene vil være koblet sammen via en rørforbindelse, se Figur 4.4. Oppgradering av oppsamlingsarrangementet vil gjøres uavhengig av om Sunde velger å bytte innholdet i TA01 og TA02 for pentan og styren.



Figur 4.4 - Nye oppsamlingsarrangement for pentan og styren

4.4 Peroksidlager

Peroksidlageret er lokalisert ca. 60 meter fra nærmeste styrentank og 10 meter fra energisentralen, se Figur 4.1. Det oppbevares både flytende peroksid og peroksid i pulverform tilsatt 25 % vann i lageret.

4.5 Produksjonsanlegg EPS

4.5.1 Produksjonsbeskrivelse

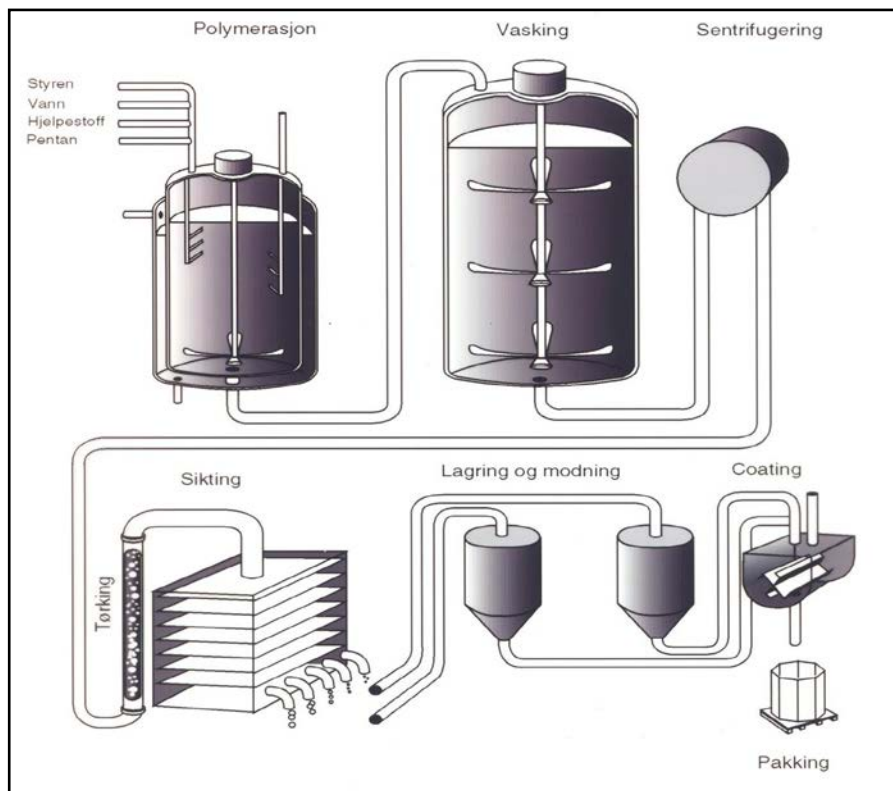
Sunde EPS er såkalt ekspanderbar polystyren (EPS), et plastgranulat som er råvaren til fremstilling av isolasjon og emballaseløsninger i Sundes egne produksjonsanlegg eller hos andre kunder. Produksjonen av EPS foregår i bygning A og er helkontinuerlig. Prosessen er fordelt i steg som vist i Figur 4.5 og er beskrevet under.

Det er til alle tider tre personer på skift. To av operatørene er ansvarlige for polymeriseringen, mens en operatør sørger for videre bearbeiding og emballering.

Polymeriseringen foregår i lukkede tanker med røreverk. Polymeriseringen startes ved at styrenmonomer, vann, og hjelpestoffer blandes i røreverkene. Under polymeriseringen dannes kjeder av styrenmolekyler, derav begrepet polystyren, som dråper som herdes og blir til synlige små plastperler med en midlere diameter på ca. 1 mm. For at perlene skal nå optimal størrelse kontrolleres prosessen kontinuerlig av operatører. Videre impregneres perlene med pentan (blowing agent) under trykk. Denne prosessen sørger for at perlene skal kunne ekspandere og bli lettere.

Etter at perlene er klare sendes en blanding av perler og vann, over i tanker hvor perlene vaskes for å fjerne overflatestoffer. Blandingen går deretter til to identiske produksjonslinjer, hvor perlene skilles ut, sentrifugeres og tørkes.

Etter tørking siktes perlene ut i ulike fraksjoner. Større perler er generelt mer egnet til isolasjon, mens mindre perler er best egnet til emballasje. Etter siktingen lagres perlene et gitt antall timer i siloer for homogenisering og ettertørking. De blir deretter belagt med egnet belegg. Til slutt pakkes perlene i åttekantede containere eller storesekk som sendes til mottaker.



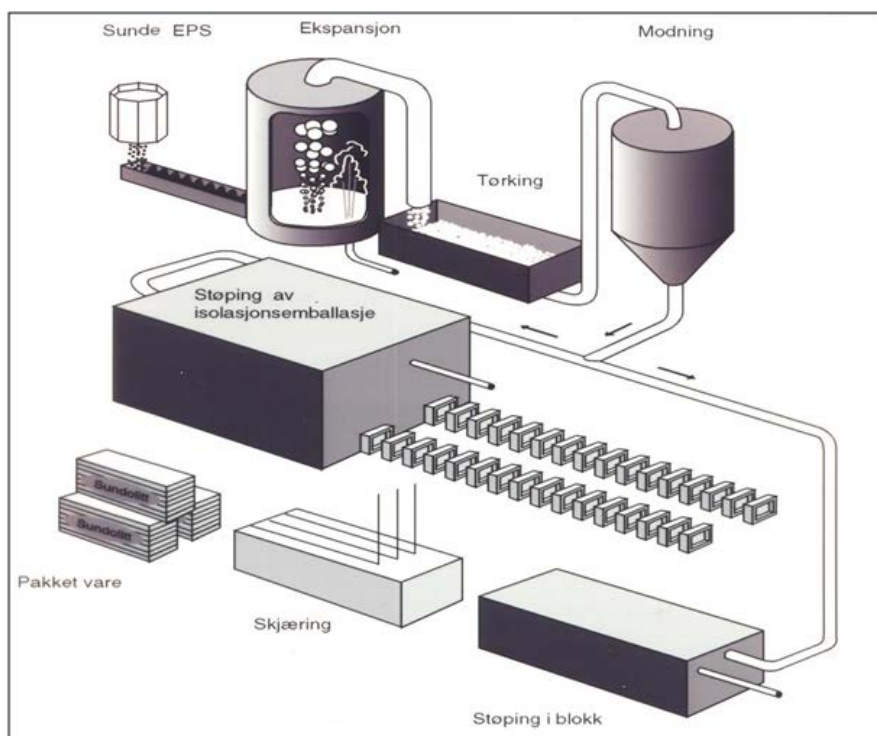
Figur 4.5 - Illustrasjon over EPS råvareproduksjon

4.5.2 Ferdigvareproduksjon

Ferdigvareenhetene hos Sunde i Ålesund mottar EPS fra råvareproduksjonen direkte gjennom et bulkanlegg og viderebehandler dette til emballasje (Sunpack) eller isolasjon (Sundolitt). Produksjonen foregår i flere steg, som vist i Figur 4.6.

For å lage et ferdigvareprodukt sendes perlene gjennom en forskummer med et overtrykk av varm damp. Perlene ekspanderer som følge av at pentanet inne i perlene ekspanderer på grunn av sitt damptrykk. Det medfører at perlene får hulrom og cellevegger. I dette trinnet foregår altså en enorm volumekspansjon, perlene blir store og lette.

De lette perlene tørkes og modnes og støpes senere i former til ønsket produkt ved hjelp av damp. Større blokker skjæres i plater med varierende størrelse ved hjelp av varmetråder. Til slutt pakkes produktene sammen og transporteres ut til forbruker.



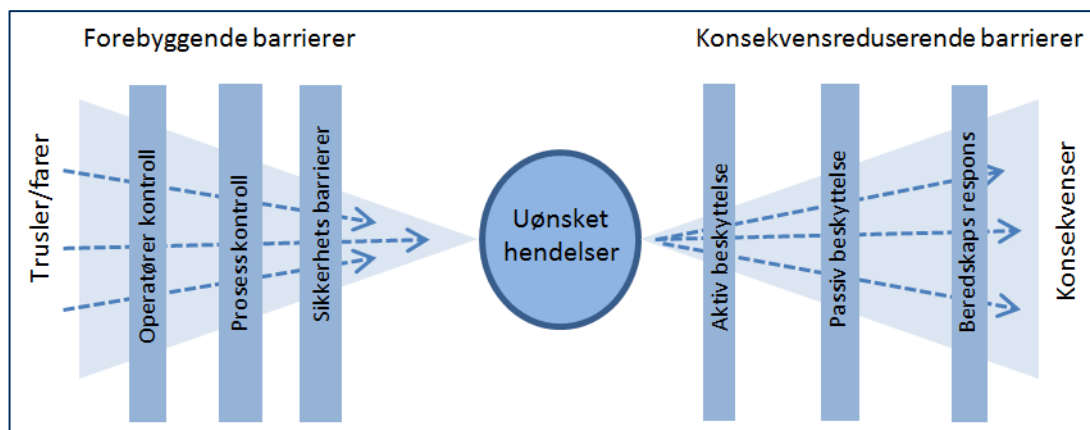
Figur 4.6 - Illustrasjon over EPS ferdigvareproduksjon

4.5.3 Produksjonsdata

Sunde har tillatelse fra Miljødirektoratet til produksjon av 70.000 tonn Sunde EPS pr. år. I samme tillatelse er det også utslippsgrenser for styren og pentan, som bedriften overholder ved rensing i eget rensianlegg. Avløpsvannet fra produksjonen går til kommunens rensianlegg og er regulert i egen utslippsavtale.

4.6 Sikkerhetstiltak og risikoreducerende barrierer

Barrierer er tekniske, driftsmessige og organisatoriske elementer som enkeltvis eller til sammen skal redusere muligheten for at konkrete feil, fare- og ulykkesituasjoner inntreffer eller de skal begrense og forhindre skader og ulemper. Barrierestyring er koordinerte aktiviteter for å etablere og opprettholde barrierer slik at de til enhver tid opprettholder sin funksjon. I Figur 4.7 er ulike barrierer illustrert for både forebyggende barrierer og konsekvensreducerende barrierer.



Figur 4.7 - Illustrasjon som viser forebyggende og konsekvensreducerende barrierer

4.6.1 Produksjonssikkerhet

Prosesen i røreverkene foregår ved relativt lave trykk og temperaturer. Dersom suspensjon skulle bli ustabil eller ved tap av kjøling vil temperaturen øke, men holde seg godt under selvantennelsestemperaturen. En ustabil suspensjon anses således for å være et regularitetsproblem ettersom man kan oppleve produksjonsstans hvis suspensjonen "går sammen".

Fordi styren er klassifisert som brannfarlig væske kategori 3 og pentan som ekstremt brannfarlig væske kategori 1, er det meget viktig å ha sikkerhetstiltak som forhindrer lekkasjer. Pentan antenner lett, og god sikring mot pentanlekkasjer er derfor svært viktig. Av sikkerhetsmessige hensyn er det en dagtank som forsyner røreverkene med pentan. Dette betyr at det ikke er noen direkte linje mellom pentantankene i tankanlegget og røreverkene.

Store deler av produksjonslokalene er Ex områdeklassifisert (Sone 0, 1 og 2) med Ex-sikkert utstyr. Dette betyr at det ikke er aktive tennkilder i området. Sannsynligheten for antenning er derfor lav ved en eventuell lekkasje. Det er branndeteksjon i lokalene, og røreverkene er dekket av et overrislingsanlegg. Ved brannalarm vil det gå en automatisk alarm til brannvesenet. I siloene er det innvendig sprinkleranlegg. Operatørene er opplært i de sikkerhetsrutiner som gjelder og skal evakuere dersom en brann oppstår. Gassmasker ligger tilgjengelige utenfor kontrollrommet.

4.6.2 Kompetanse

Sunde har system for ivaretagelse av kompetanse gjennom kartlegging og samtaler. Opplæring av den enkelte ansatte utføres etter behov. Opplæring av grupper av ansatte ved innføring av nytt utstyr, endring av prosedyrer etc. utføres etter behov. Det er innført og det vedlikeholdes gode opplæringsplaner og «fadder» ordning for nyansatte. Det er etablert beredskapsopplæring og regelmessig trening av driftspersonell. Det gjennomføres møter, kurs og gjennomganger for å opprettholde risikoforståelsen blant de ansatte. Sundes personell har lang erfaring og meget god kunnskap om sine egne farlige stoffer og er eksperter i å håndtere disse.

4.6.3 Drift og vedlikehold

Drifts- og operasjonsprosedyrer er oppdaterte og tilgjengelige for alle ansatte. Det forefinnes sjekklister for at forutsetninger for oppstart av utstyr er «OK» og for riktig bruk av utstyr. Det er prioritert å føre loggbok på skiftene for å kommunisere viktig driftsinformasjon (utstyr spesifikt, uønskede hendelser, vedlikehold etc.) mellom skiftene og mot vedlikehold.

Det er etablert rutiner for å kommunisere når barrierer er ute av funksjon og etablering av kompenserende tiltak. Det finnes og det testes regelmessig den automatiske nødstrømsforsyning for drift av rørverk, kjøling, vifter, nødlys, alarmfunksjoner og kontrollrom.

Det gjennomføres faste orden- og renholdsrutiner på virksomhetsområdet. Det er etablert sjekklister for om anlegget opererer i samsvar med forutsetninger, krav og teknisk tilstand.

Vedlikeholdsavdelingen har kontinuerlige vedlikeholds-, test- og inspeksjonsprogram. Det foregår kontinuerlig tilstandsovervåking av enkelt komponenter. Det gjennomføres tilstandskontroll av utstyr etter oppsatt plan som f.eks. termografering av bygninger, tavler, koblingsskap og elektriske koblingspunkter. Sunde bruker «JobTech vedlikeholdssystem» for planlegging og dokumentasjon og oppfølging av vedlikehold.

Det er gjennomført soneklassifisering av områder hvor det er fare for eksplosjon. Ex-sikkert utstyr er installert i disse sonene og det er skiltet restriksjoner i bruk av utstyr og adferd. Eksplosjonsverndokument er oppdatert (siste utgave januar 2017).

Sunde har et felles ledelsessystem som er sertifisert siden 1996, i henhold til NS-EN ISO 9001 standarden.

4.6.4 Avvikshåndtering

Det er god kultur for avvikshåndtering av uønskede hendelser eller kvalitetsavvik, med åpenhet rundt årsak og rask tilbakemelding fra ledelsen til den enkelte eller gruppa. Det gjennomføres granskning av uønskede hendelser som medførte skade på personer, større utslipp eller alvorlig skade på utstyr eller som kunne ha stort skadepotensiale. Informasjon og læring etter hendelser gjennomføres av avdelingsansvarlig.

4.6.5 Sikring

Det er adgangskontroll (sikring) inn i alle bygninger for å hindre at uønskede personer kommer inn i kontorer og prosessbygninger. Det er utarbeidet sårbarhetsanalyse og videre sikringsplan iht. ISPS-koden på samme detaljgrad som øvrig analyser innenfor sikkerhetsforhold. Som ISPS-terminal mottar Sunde informasjon om økt trusselnivå, gjennom endring av maritimt sikringsnivå. Havnen ble sertifisert i 2008. Det er gjennomført inngjerding av fabrikkområdet på nedsiden av Borgundfjordvegen, med port med adgangskontroll rundt bygninger A, B, C, F, G, H, ref. Figur 4.1. Bygg A (råstoffabrikken) med anleggsdeler, samt tankanlegg og kai er avlåst. Det er permanente avlåste porter i peroksidlageret. Det er også kameraovervåking av oppsamlingsbassengene og av uteområde

4.6.6 Risikoanalyser

Det finnes et risikoregister som er oppsummering av risikoanalyser, kontroller og revisjoner med gjennomføring av tiltak, tidsfrister og ansvarlig. Ansvarlig for dette er produksjonssjef. Det gjennomføres revisjoner og risikoanalyser av eksterne konsulenter som bidrar til informasjon og opplæring. Det gjennomføres dokumenterte risikoanalyser ved større endringer i prosessene.

4.6.7 Tanker og kaianlegg

Fylling og tømning av tanken utføres etter gjeldene rutiner. Tankene er beskyttet av oppsamlingsarrangement som er av betong. Forhøyning av oppsamlingsarrangementet gjennomføres innen utløpet av 2019. Det utføres regelmessig inspeksjon og vedlikehold av tankene. Endringer på tankene og tilhørende utstyr utføres aldri uten godkjent risikoanalyse. Pentantanken har lufteventil med flammesperre. Pentantanken er bygget med indre flytetak for å redusere fordampningstapet. Pentantanken og nærliggende styrentank er utstyrt med overrislingsanlegg. Dette vil kunne kjøle ned nærliggende tanker i tilfelle en brann med skum og/ eller vannkanon. Kaikontoret er fast bemannet av erfarent personell fra Sunde under lossing av kjemikalier.

4.6.8 Industrivern og brannberedskap

Bedriften har forsterket brannvern og en industrivernorganisasjon. Det foregår kontinuerlig beredskapsopplæring av de ansatte. Det er etablert evalueringsrutiner og det gjennomføres brann og beredskapsøvelser. Det er sprinkleranlegg i alle bygninger og varslingsanlegg for brann.

Bedriften eier en skumkanon som disponeres av brannvesenet i Spjelkavik. Det er installert en sjøvannspumpe-stasjon som primært er tiltenkt tankanlegget, men som også kan benyttes ved hendelser andre steder på fabrikkområdet.

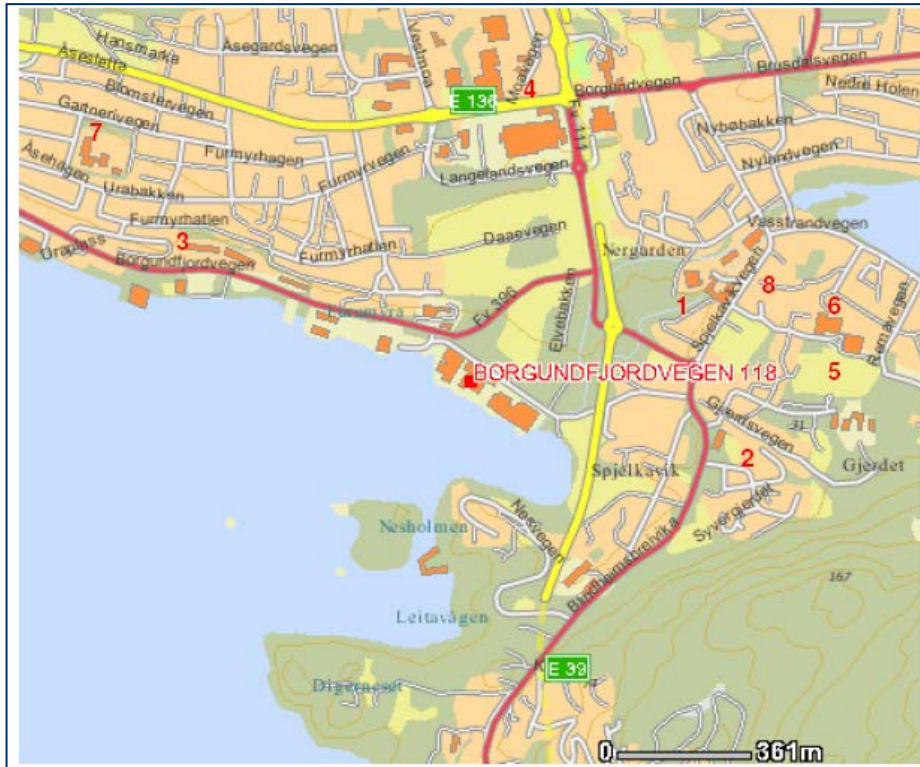
Ålesund brannvesen har to brannstasjoner. Hoved brannstasjonen ligger på Volsdalsberga, ca. 1 km. fra bysentrum og ca. 10-15 minutter unna Sunde. Her er brannvesenets administrasjon, forebyggende avdeling og kursvirksomhet lokalisert. Brannberedskapen på stasjonen består av et vaktlag på min. 5 personer. Brannvesenets røykdykkerverksted og feiervesenet er også lokalisert på Hovedstasjonen. Spjelkavikstasjon ligger i Spjelkavik sentrum et par minutter unna bedriften. Brannberedskapen på stasjonen består av et vaktlag på min. 4 personer. Brannvesenets pulververksted er også lokalisert på denne stasjonen.

4.7 Nærmiljø

Bedriften ligger innerst i Borgundfjorden i Spjelkavik, en bydel i Ålesund kommune, med om lag 12.000 innbyggere. Området der anlegget er lokalisert er kupert med til dels markerte fjelltopper. Berggrunnen består av gneis. Området rundt fabrikkområdet består av boliger, dyrket mark og lett industri- og servicevirksomhet. På vestsiden av produksjonsbygget, i Borgundfjordvegen 116, ligger Elegantegården. Bygningen huser flere ulike virksomheter. På den andre siden av Borgundfjorden, om lag 200 meter i luftlinje fra anlegget ligger et boligfelt.



Figur 4.8 - Foto over Sundes sitt anlegg i Spjelkavik. Husene til venstre for sundet ligger omlag 200 meter i luftlinje fra anlegget



Figur 4.9 - Fabrikkanlegget med nærmiljøet

Nærmeste institusjoner og brannstasjon er vist i Figur 4.9 og med forklaring, adresse og avstand fra Sunde (målt i Norgeskart ref. /19/) i Tabell 4.4:

Tabell 4.4 – Navn og adresse på nabovirksomhet med kartreferanse til Figur 4.9. Avstand er målt fra tank TA02 som er omtrentlig senter i oppsamlingsarrangement for tankene

Beskrivelse	Referanse i kart	Avstand fra tank TA02 til virksomheten
Tommeliten barnehage Liljedahlvegen 21, 6010 Ålesund	(1)	631 meter
Læringsverkstedet Skogheim barnehage Mogensvegen 41, 6010 Ålesund, Norge	(2)	775 meter
Nevrohjemmet rehabiliteringssenter (Ålesund kommune) Borgundfjordvegen 81, 6017 Ålesund	(3)	800 meter
AMFI Moa forretningsområde Langelandsvegen 25, 6010 Ålesund	(4)	660 meter
Spjelkavik barneskole Tueveien 19, 6010 Ålesund	(5)	970 meter
Spjelkavik ungdomsskole Idrettsvegen 16, 6011 Ålesund	(6)	980 meter
Åse barneskole Åsegjerdet 24, 6017 Ålesund	(7)	1200 meter

Beskrivelse	Referanse i kart	Avstand fra tank TA02 til virksomheten
Spjelkavik brannstasjon	(8)	815 meter
Sykehuset ligger ca. 2,2 km unna mot vest/nordvest.		
Ålesund brannstasjon (Hovedbrannstasjon) ca. 9 km vest		
Nærmeste boligbebyggelse i sør ligger ca. 200 meter på andre siden av bukta, i nordvest 150-200 meter		

4.8 Naboinformasjon

Det er våren 2017 utgitt en oppdatert versjon av Naboinformasjonen fra Sunde.

5 Metodebeskrivelse

5.1 Generelt

LR benytter tradisjonell risikoanalysemetode slik den er beskrevet i Norsk standard 5814, og DSB: "Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff", ref. /20/. Metoden er vist skjematisk i Figur 5.1.

Tradisjonell risikoanalysemetodikk inkluderer følgende aktiviteter:

- Informasjonsinnsamling
- Fareidentifikasjon
- Etablering av grunnlag for hendelsesfrekvenser (inkluderer både lekkasjer og tennsannsynlighet)
- Konsekvensberegninger (gasspredning og brann/eksplosjon)
- Risikopresentasjon (frekvens koblet med konsekvens)
- Konklusjon og anbefalinger.

De ulike trinnene er beskrevet nedenfor:

Informasjonsinnsamling og systembeskrivelse

LR har fått tilgang på informasjon om anlegget og opplysninger og dokumentasjon gitt i forbindelse med anlegget fra tidligere studier, befarung på anlegget og via kommunikasjon med Sunde.

Fareidentifikasjon og utvelgelse av scenarier

Det er gjennomført en fareidentifikasjon ved arbeidsmøte og befarung på anlegget i forbindelse med tidligere analyser.

Beregning av lekkasjefrekvenser og tennsannsynligheter

Frekvensberegningene er i hovedsak basert på tidligere gjennomførte studier. Frekvenser er hentet fra RIVM, ref./28/.

Konsekvensberegninger

Simuleringsverktøyet Safeti er mye brukt i risikoanalyser av landanlegg da det gir et godt bilde av hvordan ulike gasser spres ved en lekkasje og varmestrålingens utstrekning ved brann. Alle beregninger i denne risikoanalysen er gjennomført med beregningsverktøyet Safeti versjon 8.11.

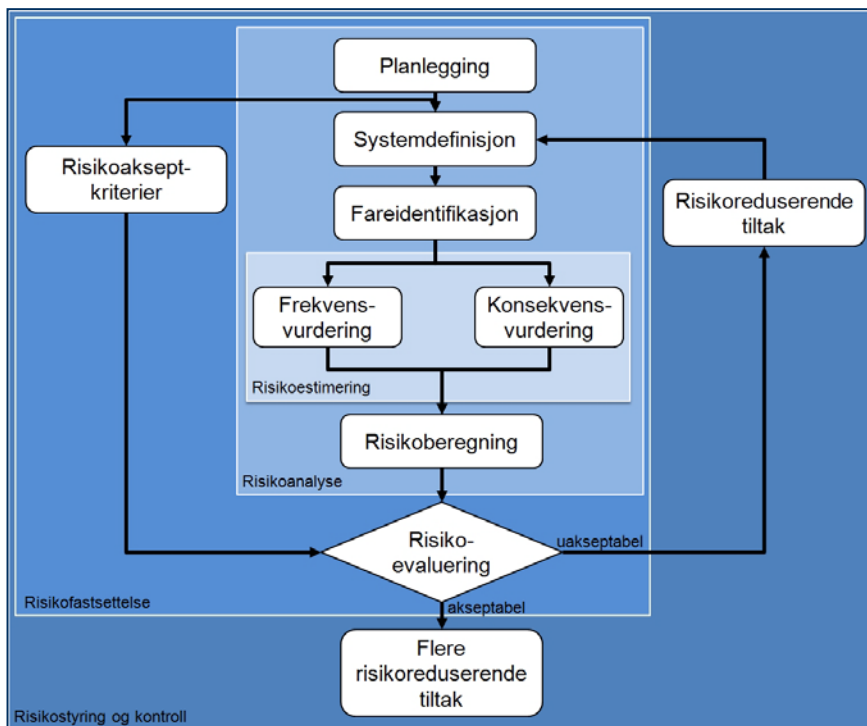
Safeti, utviklet av DNV-GL, er et integralverktøy og baserer seg på reproduksjon av eksperimenter ved å ta i bruk forenklete algebraiske likninger og i noen tilfeller semi-fysiske likninger. Integralverktøy tar dermed ikke hensyn til bygninger, vegetasjon og andre obstruksjoner i terrenget.

Estimering av risiko

Risikoen i forbindelse med aktivitetene på anlegget er en kombinasjon av frekvens og konsekvens. Denne koblingen gir videre fareavstander som benyttes til å lage risikokonturer. Risikokonturene viser dødsrisikoen for personer som befinner seg på et gitt sted i nærheten av anlegget, 24 timer i døgnet, året rundt. Beregnet risiko vurderes mot akseptkriteriene for tredjeperson. De viktigste parameterne som bestemmer plasseringen av risikokonturene er lekkasjefrekvens, fareavstand til nedre eksplosjonsgrense, sannsynlighet for tenning og vindretning.

Konklusjoner og anbefalinger

Konklusjoner og anbefalinger er sammenfattet i et eget kapittel av rapporten. Det er i denne rapporten lagt vekt på at anbefalingene skal gi føringer for hva som kan etableres i nærheten av anlegget. Derav er det laget risikokonturer som viser risikoen rundt området.



Figur 5.1 - Forenklet fremstilling av hovedelementene i en risikoanalyse og av sikkerhetsstyring tilknyttet en risikoanalyse

6 Risikovurdering av anlegget

6.1 Egenskaper til stoffene

Utvalgte egenskaper til de relevante produktene er gitt i Tabell 6.1.

Tabell 6.1 – Fysiske egenskaper til pentan og styren, ref. /6/

Egenskap	Pentan	Styren
Relativ tetthet (15°C)	631 kg/m ³	910 kg/m ³

Egenskap	Pentan	Styren
Flammepunkt	-49 °C	32 °C
Kokepunkt	33-35 °C	145 °C
Selvantennelsestemperatur	285 °C	490 °C
Ekspløsjonsområde i luft	1,3-7,8 % vol	1,1-6,1 % vol
Kategori	1	3

6.2 Status for anlegget

Tabell 6.2 viser forklaring til bokstavkodene på Figur 4.1, samt i hvilke bygninger og områder utslippskritisk utstyr som kan påvirke risikoen for tredjeperson er lokalisert. Det er dette som er behandlet kvantitativt i denne rapporten. Risiko knyttet til øvrig anleggsmasse er vurdert kvalitativt i etterfølgende kapitler.

Tabell 6.2 - Oversikt over Sundes anlegg med utslippskritisk utstyr som kan påvirke risikoen tredjeperson

Bygning/ områder	Beskrivelse	Område med utslippskritisk utstyr som kan påvirke risikoen for tredje person
A	Produksjonsbygg polymer, EPS	Nei. Ref. /8/, /11/, /21/
B	Sunpack	Nei. Ref. /8/, /11/
C	Sundolitt	Nei. Ref. /8/, /11/
D	Lager Sunde EPS	Nei. Ref. /8/, /11/
E	Administrasjonsbygningen	Nei.
F	Kai og tankanlegg for pentan og styren, import til prosessanlegget. Import av pentan fra tankbil	Ja, analysert i denne rapporten
G	Energisentral	Nei. Egen risikoanalyse, ref. /5/
H	Lager for peroksider	Nei. Ref. /8/, /11/
Elegantegården	Borgundfjordvegen 116, ulike virksomheter	Nei, Elegantegården har ingen virksomhet som påvirker Sunde.

6.3 Bygning A: Råvarefabrikk for Sunde EPS

LR har tidligere utført en fareidentifikasjon av råvarefabrikken samt oppdatering i 2010, ref./8/ og 2014, ref. /11/. I tillegg har GexCon utført en analyse av eksplosjonsfare for tankanlegg og prosessen i råvarefabrikken, ref. /21/. Rapporten presenterer flere spesifikke tiltak for ytterligere reduksjon av risikoen. På bakgrunn av konklusjon og resultatene i denne rapport vurderer LR at risiko for tredjeperson som følge av prosessen i råvarefabrikken er lav. Hendelsene analyseres ikke videre.

6.4 Bygning B og C: Sunpack og Sundolitt

Ferdigvarene er brennbare og vil kunne føre til kraftig varmeutvikling ved en brann. Sannsynligheten for at en brann skal kunne oppstå i ferdigvareproduksjonen vurderes imidlertid som meget liten. Dette skyldes at det kun benyttes varm damp under trykk og varmetråder i prosessen. En brann i ferdigvarene vil bygge seg opp gradvis, noe som gir tid for evakuering av potensielt utsatte tredjepersoner. Det er derfor ikke gjort detaljerte beregninger av et slikt hendelsesforløp. Ferdigvareproduksjonen anses derfor å ha lav risiko. Hendelsene analyseres ikke videre.

6.5 Bygning D: Lager Sunde EPS

Det er ikke identifisert hendelser ved lageret for Sunde EPS som kan påvirke tredjeperson. Materialet er svært brennbart og vil kunne gi kraftig varmeutvikling lokalt, men sannsynligheten for en brann vurderes å være meget liten. Det er derfor ikke gjort analyser av konsekvensen av en brann i lageret. En brann i lageret antas å ville bygges opp gradvis, noe som gir tid for evakuering av potensielt utsatte tredjepersoner. Hendelsene analyseres ikke videre.

6.6 Bygning E: Administrasjonsbygg

Administrasjonsbygget er vurdert til ikke å representere noen risiko for tredjeperson. Hendelsene analyseres ikke videre.

6.7 Bygning G: Energisentralen

Energisentralen ble tatt i bruk i 2011. Den er bygget i henhold til "beste praksis" og det er utført en egen risikovurdering i forkant av prosjekteringen (se ref. /5/). I denne rapporten forutsettes det at foreslåtte risikoreduserende tiltak er implementert og energisentralen påvirker dermed ikke risikoen for tredjeperson. Hendelsene analyseres ikke videre.

6.8 Bygning H: Peroksidlager

Peroksid er lett antennelig, ild eller oppvarming og kontakt med andre organiske stoffer kan medføre brann og/eller eksplosjon i peroksidlageret. En brann i peroksidlageret eller eskalering av en brann til peroksidlageret kan være kritisk for hele anleggets integritet.

Peroksidlageret er lokalisert ca. 60 meter fra nærmeste styrentank og 10 meter fra energisentralen. Det oppbevares både flytende peroksider og peroksider i pulverform tilsatt 25 % vann. Veggene til peroksidlageret er bygget med 250 mm store Lecablokker som er pusset på begge sider. Leca har en brannmotstand på REI 240 med den gitte tykkelsen. Innvendige delingsvegger er i samme tykkelse og utførelse. Taket er brannklassifisert. Portene består av tynn utvendig og innvendig aluminiumsplate med kjerne av EPS/PU. Temperaturen holdes langt under anbefalte grenser, all peroksidet oppbevares i hel emballasje og det er gode renholdsrutiner i lageret.

Det er vurdert som lite sannsynlig at en brann i tankanlegget eller tilknyttede import og eksportsegmenter kan spres til peroksidlageret. Dette forutsettes at brannbekjempelse vil iverksettes innen kort tid, og at en eventuell væskepøl skumlegges. Hendelsene analyseres ikke videre.

6.9 Område F: Risikovurdering av tankanlegget

6.9.1 Lekkasje fra tanker til oppsamlingsarrangement

Som vist i Tabell 6.2 er det i område F (kai og tankanlegg for pentan og styren) at utslippskritisk utstyr som kan påvirke risikoen for tredjeperson er lokalisert.

Det er planlagt å bytte om TA01 og TA02 slik at TA02 i fremtiden vil inneholde pentan, mens TA01, TA03 og TA04 vil inneholde styren. I tillegg vil oppsamlingsarrangementet bygges om for å øke volumet som kan samles opp ved en eventuell stor utslippshendelse. TA02 vil separeres fra TA01, TA03 og TA04.

Oppsamlingsbassengene rundt styrentankene vil være koblet sammen via en rørforbindelse. Ringmuren omkring TA02, pentantanken, vil bli 3,9 m høy. Høyden økes til 3,55 m på øvrige deler av oppsamlingsbassenget. Pentan vil samles opp i to basseng som er koblet sammen via en lavere ringmur. Styren vil samles opp i til sammen fire rom som er koblet sammen via lavere ringmurer og overføringsrør. Med dette arrangementet vil det ikke kunne lekke pentan eller styren ut på fjorden ved et tankbrudd.

Overføringsrørene mellom oppsamlingsbassengene vil være åpne og kunne utjevne nivåene i oppsamlingsbassengene for styren hvis det skulle oppstå en ulykkeshendelse med utslipp av styren. Det vil bli brukt rustfritt stål i forbindelsesrørene. Dette materialet har et høyt smeltepunkt og vil kunne opprettholde sin styrke i de fleste hydrokarbonbranner. Det vil også foretas understøttelse av rørene. Det er viktig at disse rørene ikke kan forårsake en eskalering av en eventuell brann i et av oppsamlingsbassengene.

Det forutsettes at overrislingsanlegget bygges om for å separere TA02 og TA03 i en eventuell brann. Det forutsettes også at TA02 får et tilsvarende system med flytetak som dagens pentantank har og lufteventil med flammesperre.

I denne analysen er det sett på tankanlegget med dagens situasjon og bytte av innholdet i TA01 og TA02, samt planlagt oppgradering av oppsamlingsbasseng slik at hverken pentan eller styren kan renne over kanten på oppsamlingsarrangementet i tilfelle en utslippshendelse analysert.

All drenering av vann fra oppsamlingsbassengene dreneres under kontrollerte forhold av operatør ved anlegget.

En lekkasje som overflytter oppsamlingsarrangementet vil kunne forekomme hvis flere av tankene i et oppsamlingsbasseng kolliderer samtidig. Dette er tenkt at kan skje om en brann sprer seg, men sannsynligheten for dette er svært lav og eskalering innad i oppsamlingsbassengene analyseres ikke videre. Hendelsene med lekkasje av tanker i oppsamlingsbassengene analyseres videre.

6.9.2 Lekkasje fra rørledninger mellom tanker og fabrikk

Det vil kunne oppstå lekkasjer fra rørledninger i mellom tanker og fabrikk. Rørstrekket går på en rørgate over bakkenivå og er beskyttet mot påkjørsel fra biler. Hendelsene analyseres videre.

6.10 Lossing og import av pentan og styren

Skipene som anløper Sunde lossere i dagens situasjon i størrelsesorden 200-300 tonn pentan og ca. 3.000-4000 tonn styren. Skip med pentan og styren har en anløpsrate på omtrent hver tredje uke. Det finnes sjekklister for mottak av både styren og pentan, og lasten blir kontrollert av laboratoriet før import. En uavhengig inspektør er til stede for å verifisere mengde last. Ved lossing har skipet ansvaret for operasjonen, mens en representant for Sunde overvåker på kontrollrommet på kaien og kan avbryte operasjonen. Vedkommende har kommunikasjon med mannskap på skipet via VHF. Rutiner for lossing av styren og pentan er ivarettatt av Sunde.

Tiden det tar for lossing varierer. Vanligvis tar det ca. to timer i forberedelse- og avslutningsfasen, mens lossetiden avhenger av mengde mottatt. Ved lossing blir prosessen overvåket av en representant for Sunde. Dette skjer med base i kaikontoret rett utenfor oppsamlingsbassenget øst for tank TA04. Under lossing blir det lagt fram en brannslange og et pulverapparat på 50 liter. Det er også mulig å ta ut brannvann lokalt ved kaikontoret eller vest på fabrikkområdet. Det er kameraovervåkning av tankområdet.

6.10.1 Lekkasje under import av pentan og styren fra skip

I forbindelse med lekkasjer på kai ved import, er det mest sannsynlig at dette vil skje i form av et slangebrudd. Brudd eller lekkasje i koblinger eller i selve slangen kan oppstå under import som følge av slitasje, materialfeil, feilkoblinger eller lignende.

Hvis det oppstår en lekkasje, er det avgjørende at det er mulig å få stengt ned pumpe og stengeventiler så raskt som mulig. Tankene er utstyrt med høy alarm (tankradar) og høy-høy alarm (mekanisk) for væsknivå med overføring av signal til kontrollrommet. Pentantanken har en lufteventil med flammesperre og flytetak for å hindre avdamping. Tankene fylles fra tankskip. Ved fylling av styren ledes styrengass tilbake til skipet via en returledning.

Det eksisterer i dag et oppsamlingsarrangement, men dette er designet for å fange opp små lekkasjer for å lede disse til oljeutskiller, ikke forhindre spredning av større lekkasjer. Ved et større slangebrudd på kaia vil deler av lekkasjen kunne havne både på kai og på sjøen. Det er meget viktig at en lekkasje i forbindelse med lossing blir oppdaget raskt og at pumper blir stoppet, ventiler stengt og utslippet isolert.

TA01 og TA02 har i dag et overrislingsanlegg for å begrense spredning ved en eventuell brann. Overrislingsanlegget fødes med sjøvann fra en sjøvannspumpe-stasjon lokalisert øst på kaia med kapasitet på 1750 l/min. Pumpe-stasjonen består av to pumper med hver 100 % kapasitet av beregnet behov, som gjør at det alltid vil være en pumpe tilgjengelig. TA01 dekkes av om lag 800 l/min, mens TA02 dekkes av 900 l/min sjøvann. Det finnes også mulighet for å koble overrislingssystemet til en hydrant eller pumpebil. En skumkanon, som vedlikeholdes av brannvesenet samt 1000 liter AFFF lettskum er også tilgjengelig på lageret. Hendelsene analyseres videre.

6.10.2 Lekkasje under import av pentan fra tankbil

Lossing av pentan fra tankbil foregår gjennom et tilkoblingspunkt utenfor ISPS-området ved siden av kaikontoret. Bilen kobles til med slange og væsken pumpes direkte fra bil til tanken.

Det vil kunne oppstå lekkasjer på bilfyller-plassen for pentan grunnet mange årsaker. Identifiserte hendelser er: tankbilkollisjon, overfylling av pentantank, slangebrudd ved fylling av tankbil, tankbilsjåfør kjører uten å ha koblet fra fylleslangen (tow-away), lekkasje i pumpe og dens koblinger etc.

Under lossing blir det lagt fram en brannslange og et pulverapparat på 50 liter og bilen er jodet med jordingskabel. Sjåføren melder sin ankomst til Sunde og det er alltid kvalifisert personell fra Sunde sin organisasjon med ved lossing av tankbil. Losseslangene er spesialkonstruerte for det gitte kjemikaliet og vedlikeholdes med faste intervaller.

For lekkasjer ved fylling fra tankbil er det to hendelser som er mest sannsynlig: slangebrudd mellom bil og rørledning og lekkasje fra rørledningen. Brudd eller lekkasje i koblinger eller i selve slangen kan oppstå under lasting som følge av slitasje, materialfeil, feilkoblinger eller lignende. Overfylling av pentantanken eller lekkasjer på bilfyller-plass som følge av feilhandlinger kan også inntreffe. Hvis det oppstår en lekkasje, er det avgjørende at det er mulig å få stengt pumpe og stengeventiler så raskt som mulig. Dersom en lekkasje skjer i slangen, vil mengden produkt som kan renne ut være begrenset. Dersom lossepersonellet forulykker eller forlater stedet under fylling, kan altså denne mengden renne ut før utslippet blir stanset. Normalt vil imidlertid sjåføren eller personell fra Sunde stanse fyllingen, og kun små mengder vil renne ut. Hendelsene analyseres videre.

6.11 Kollisjon med tankskip som resulterer i skade på kai

Tankskip kan kollidere med kaia, gå på grunn i nærheten av kaia og kollidere med andre skip, noe som kan føre til betydelige lekkasjer. Det er generelt vanskelig å produsere relevant ulykkesstatistikk for kollisjoner med tankskip i forbindelse med lossing. Dette gjelder også ved Sunde sitt anlegg. I risikoanalysen av gassprosesseringsanlegget Kårstø (ref. /22/) ble det estimert en frekvens på 10^{-4} pr. år for kollisjonshendelser ved kai som fører til eksterne lekkasjer. Aktiviteten på Kårstø er betydelig høyere enn hos Sunde.

For lekkasjer som ender på sjøen vurderes det at det er såpass få tennkilder til stede at sannsynligheten for antennelse er betraktelig lavere enn på land. På land er det betraktelig flere tennkilder til stede, som pumpe, personer, kjøretøy etc. Videre er det en lav andel av kollisjonshendelser som fører til større utslipp. I ref. /22/ ble det vurdert at 1 % av kollisjonshendelser fører utslipp som kan gi skader på

personell. Frekvensen for hendelsen brann pga. kollisjon med tankskip blir dermed så lav at hendelsen ikke analyseres videre. Konsekvensen av et scenario vil i stor grad være dekket av de andre hendelsene på kai. Hendelsen analyseres ikke videre.

6.12 Sabotasje/tilsiktete hendelser

Det er mulig at uvedkommende kan ha et ønske om å skade anlegget eller forårsake en ulykke. Tankanlegget, lager og produksjonsenhetene er omringet av et gjerde med adgangskontroll, men er åpnet mot sjøen. Det er adgangskontroll til alle bygninger og anlegg, samt kameraovervåking av området. Sikkerhetstiltakene er først og fremst tiltenkt å hindre tredjeperson fri adgang til anlegget, de er med andre ord ikke designet som et sikkerhetssystem for å hindre personer som ønsker å trenge inn på området å gjøre det.

Brødr. Sunde as har et IT-system og et ERP-system som driftes av ekstern leverandør, med intern IT-direktør. Trusselbildet overvåkes kontinuerlig, og det er truffet tiltak mot inntrenging. Det er ikke mulig for uvedkommende å trenge inn i bedriftens prosessdatasystemer og utføre ondsinnede anslag, som fører til hendelser som berører miljø, materiell og personell.

Sunde er ISPS-sertifisert og såkalt «av / på-terminal», etter Forskrift om Havnesikring, og har gjennomført tiltak slik at risikoen for anslag mot fartøy og tankanlegg er akseptabel.

ISPS-området, som omfatter kai og lossepunkt, betraktes sammen med tankanlegget, som ett område sikkerhetsmessig. ISPS-godkjenningen fornyes hvert 5. år. Dermed gjenstår de spontane handlinger begått av personell som tar seg inn på fabrikkområdet. Disse antas å kunne utføre mindre kriminelle handlinger som tyveri og brannstiftelse.

Det er utenfor omfanget av denne analysen å vurdere risikoen for tankanlegget som et terrormål. Det er antatt at konsekvenser av mulige hendelser som følge av tilsiktete handlinger er dekket av de andre identifiserte ulykkeshendelsene i kapittelet. De fleste delene av anlegget er bemannet store deler av døgnet og ligger nærheten av andre virksomheter og vei, hvilket øker sjansen for at et sabotasjeforsøk kan bli oppdaget. Hendelsen analyseres ikke videre.

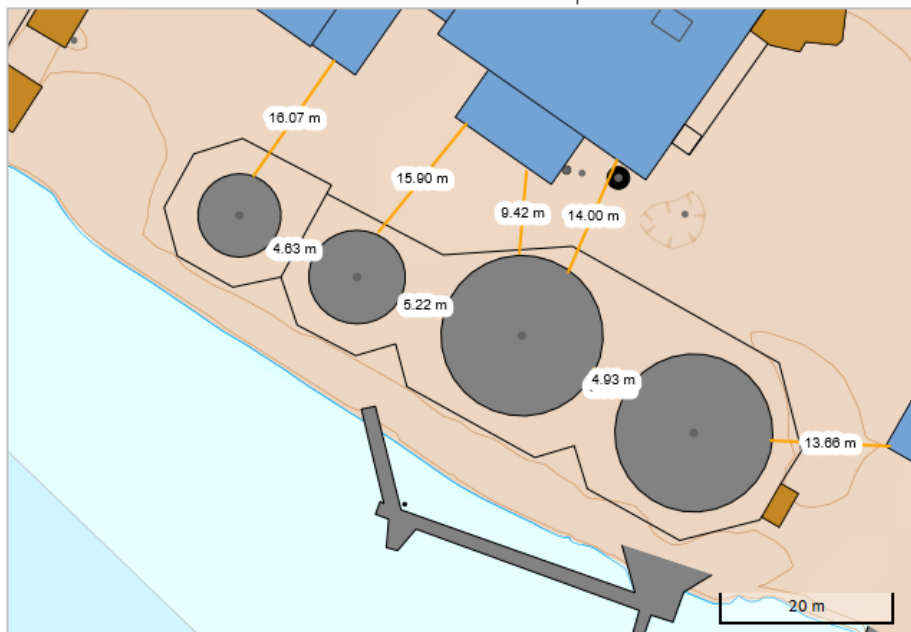
6.13 Eskalering og dominoeffekter

Det finnes ikke noen nabovirksomheter som utgjør noen umiddelbar trussel med tanke på dominoeffekter mot anlegget til Sunde.

En eskalering av en uønsket hendelse innad på Sundes anlegg er sett på som den hendelsen med høyest konsekvens for tredjeperson. En eskalerende hendelse kan i ytterste konsekvens føre til at flere bygninger med brennbart materiale på anlegget antennes og brenner opp. For at en slik hendelse skal eskalere innad på anlegget må først en brann oppstå som følge av en lekkasje av et brennbart stoff som antennes eller en annen brannhendelse. Om brannen ikke slukkes i tide eller barrierer feiler, vil brannen kunne eskalere under gitte betingelser. Varmeutviklingen kan føre til at tankene med brennbart stoff sin brannmotstand eller integritet (en konstruksjons evne til i en gitt tid å opprettholde stabilitet, integritet og varmeisolering slik at den tilfredsstillende angitte krav ved standardisert brannprøving) svekkes og tilslutt forsvinner og flere tanker kollapser. Brannen vil kunne spre seg i verste fall til andre deler av anlegget. En slik hendelse kan ha fatale konsekvenser for tredjeperson.

Ulike barrierer iverksatt hos Sunde er med på å redusere sannsynligheten for at en uønsket hendelse skal få eskalere til en totalbrann på anlegget, se kapitlene 4.6 «Sikkerhetstiltak og risikoreducerende barrierer» og 8.7 «Spesielle vurderinger». Muligheten for at dette skal skje er derimot neglisjerbar i

risikobildet med en hendelsesfrekvens under 1E-7 per år.



Figur 6.1 – Bildet viser dagens situasjon med avstander mellom tanker og de nærmeste bygg målt på kart (ref./19/)

I temaveiledning fra DSB (ref./17 /) er det gitt veiledende sikkerhetsavstander (tabell 15.11 og vedlegg 1-1) mellom tanker og en del tekniske installasjoner. Sundes anlegg er bygget før denne veiledningen ble tatt i bruk. Tank TA01 og TA02 har og vil ha overrislingsanlegg med vann for å kunne slukke brann, kjøle ned tankene, hindre eskalering av en eventuell brann fra en tank til en annen.

Muligheten for at en eskalering skal skje er vurderes til å være neglisjerbar i risikobildet med en hendelsesfrekvens under 1E-7 per år. Hendelsen med eskalering analyseres ikke videre.

6.13.1 Eskalering til Peroksidlageret

Sunde lagrer forskjellige typer peroksid i et eget peroksidlager på området. Peroksid er lett antennelig. Gnistdannelse, oppvarming og kontakt med andre organiske stoffer kan medføre brann og/eller eksplosjon i peroksidlageret. En brann i peroksidlageret eller eskalering av en brann til peroksidlageret kan være kritisk for hele anleggets integritet. Med et kontinuerlig fokus på håndtering av brannfarlig vare, og allerede etablerte tiltak for peroksidlageret, anses sannsynligheten for en antennelse i selve lageret som lav. Hendelser som oppstår i lageret er derfor ikke videre vurdert.

Peroksidene kan bli antent ved at en annen hendelse hos Sunde eskalerer til lageret. Det gjort en vurdering av sannsynlighet for at en hendelse i tankanlegget, import eller eksportlinjene har potensiale for eskalering til lageret.

Peroksidlageret ligger omtrent 60 meter fra nærmeste styrentank, 95 meter fra pentantanken (TA02) og 90 meter fra kaien. Det forutsettes at en brann i oppsamlingsarrangementet eller på land vil skimlegges raskt av Sundes beredskapsorganisasjon og lokalt brannvesen for å hindre videre utvikling av brannen.

En brann i oppsamlingsbassenget rundt de største styrentankene, som er i direkte siktelinje mot peroksidlageret vil gi i overkant av 4 kW/m² stråling på peroksidlageret (60 meter unna). Det er vurdert som lite sannsynlig at dette er høyt nok til å kunne gi eskalering ettersom brannbekjempelse vil iverksettes innen kort tid.

Ved en eventuell pentanlekkasje på kaien kan en gassky sprer seg til peroksidlageret. Det anses som lite sannsynlig at hendelsen eskalerer, siden flash-brannen som oppstår ved antenning av gasskyen kun vil

vare noen få sekunder, før hendelsen utvikler seg til en vanlig pølbrann. Strålingsnivået mot peroksidlageret i en etterfølgende pentanpølbrann vil være lavere enn 4 kW/m^2 .

Det er ikke direkte siktelinjer mellom eksportrørene til fabrikk og peroksidlageret. Maksimal diameter på en styrenpølen, dersom den får utvikle seg er estimert til 60 meter, gitt sirkulær pøl. På grunn av områdets topologi er det er vurdert at en pøl fra en eventuell lekkasje i eksportrørene ikke vil ha mulighet til å spres mot peroksidlageret, og en avstand til peroksidlageret på 60 meter er antatt. Store lekkasjer fra eksportrørene kan ha potensiale for å eksponere peroksidlageret for noe høyere varmelaster enn ved lekkasjer fra styrentankene ($> 4 \text{ kW/m}^2$). Det er lav sannsynlighet for antennelse av styren, og neglisjerbar sannsynlighet for forsinket antennelse. Det er derfor vurdert at eskalering til peroksidlageret på grunn av lekkasje fra eksportrørene til fabrikk er neglisjerbar. En lekkasje fra pentaneksportrørene til fabrikk vil være betydelig mindre i utstrekning. Eskalering til peroksidlageret på grunn av pentanlekkasje fra eksportrørene er derfor neglisjert. Hendelsene med eskalering til peroksidlageret analyseres ikke videre.

6.14 Ytre påvirkning og naturkrefter

Generelt kan området hvor anlegget ligger være utsatt for sterk vind da det ligger på nordvest landet i Norge. Ekstremvær med ekstremt sterk vind (orkan, tornado, etc.), oversvømmelse og ekstrem kulde eller varme vil kunne oppstå. Anlegget ligger relativt godt skjermet i Spjelkavik for de fleste vindretninger, bortsett fra vind direkte fra vest, se Figur 6.2. Anlegget har eksistert i mange år og erfaring med sterk vind har gjort at forhåndsregler mot sterke vindlaster er implementerte i operasjonelle prosedyrer som bygger på erfaring med slike hendelser. Spesielle tiltak utover normal sikring mot oversvømmelser og springflo er ikke kjent. Ekstrem kulde eller varme vil ikke ha noen sikkerhetsmessig påvirkning på anlegget.

Sikkerhetsbarrierer knyttet til potensialutjevning (lynavleder) er implementert i anlegget, og operasjonelle prosedyrer er på plass for å unngå farefulle operasjoner når det er sjanse for lynnedslag.

Området rundt anlegget er ikke definert med høy risiko for snø- og steinskred eller jord- og flomskred ifølge «Temaplan 5 Aktsomhetsområder» fra Ålesund kommune. Det er ingen skredfare knyttet til noen del av anlegget. Men området er avmerket med økt risiko for brann, eksplosjonsfare og/eller kjemikalieutslipp som følge av Sundes aktivitet.

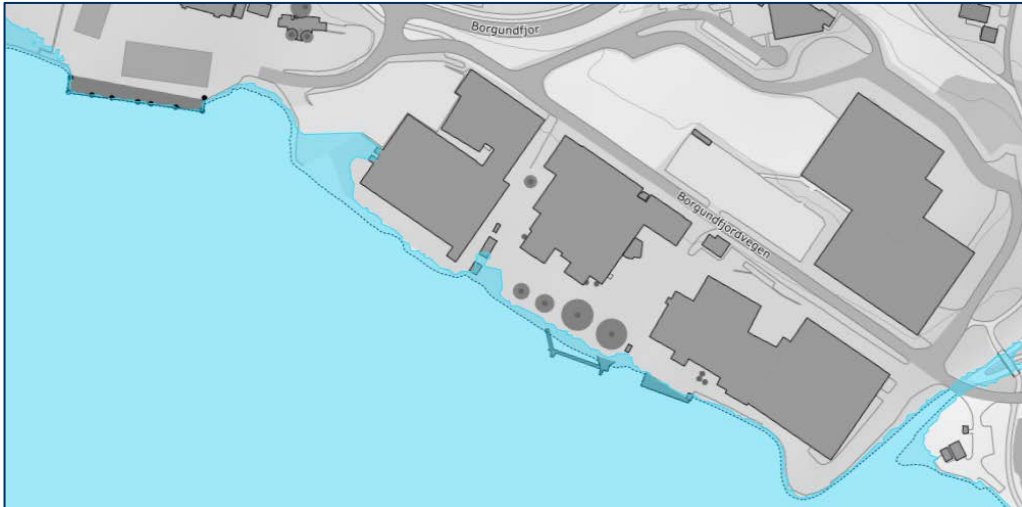
Det nærmeste registrerte jordskjelvet de siste 40 år ble målt i 2009 med styrke 1.82 ifølge NORSAR, ref. /23/. Det er ikke definert jordskjelv eller skredfare i området, og dermed er det heller ikke sannsynlig med en tsunamihendelse.

Risiko knyttet til utglidning/innsykning er antatt håndtert av bygningsteknisk ekspertise. Det vil si at fundamentering er gjort på en slik måte at risikoen er neglisjerbar.



Figur 6.2 – Stort kartutsnitt som viser hvor anlegget ligger. Sundes anlegg er markert med en rød markør. (ref./19/)

Kartverket har laget et eget verktøy hvor man kan estimere stigningen av havnivået i Norge som følge av en stormflo. Stigningen av havnivået som følge av en 200-års stormflo med nåværende havnivå er vist i Figur 6.3. Nivået viser ingen farer i forhold til Sunde sitt anlegg med dagens havnivå.



Figur 6.3 – Kart som viser stigning av havnivå ved en definert 200-års stormflo med nåværende havnivå. (ref./24/)

Havnivået i dette området er beregnet til å stige med 74 cm til 2090 og Figur 6.4 viser effekten av en 200-års stormflo med havnivået i år 2090. Prediksjonen viser at en del av Sundes anlegg og kaianlegg vil bli berørt av en stormflo i år 2090.



Figur 6.4 – Kart som viser stigning av havnivå ved en definert 200-års stormflo med havnivå predikert for 2090. (ref./24/)

Hendelsene analyseres ikke videre.

6.15 Oppsummering av fareidentifikasjon

Tabell 6.3 - Oppsummering av fareidentifikasjon

#	Hendelse	Analyseres videre (Ja / Nei)
1	Bygning A: Råvarefabrikk for Sunde EPS (kapittel 6.3)	Nei

#	Hendelse	Analyseres videre (Ja / Nei)
2	Bygning B og C: Sunpack og Sundolitt (kapittel 6.4)	Nei
3	Bygning D: Lager Sunde EPS (kapittel 6.5)	Nei
4	Bygning E: Administrasjonsbygg (kapittel 6.6)	Nei
5	Bygning G: Energisentralen (kapittel 6.7)	Nei
6	Bygning H: Peroksidlager (kapittel 6.8)	Nei
7	Område F: Risikovurdering av tankanlegget (kapittel 6.9)	Ja
8	Lekkasje fra tanker (kapittel 6.9.1)	Ja
9	Lekkasje fra rørledninger mellom tanker og fabrikk (kapittel 6.9.2)	Ja
10	Lossing og import av pentan og styren (kapittel 6.10)	Ja
11	Lekkasje under import av pentan og styren fra skip (kapittel 6.10.1)	Ja
12	Lekkasje under import av pentan fra tankbil (kapittel 6.10.2)	Ja
13	Kollisjon med tankskip som resulterer i skade på kai (kapittel 6.11)	Nei
14	Sabotasje/tilsiktete hendelser (kapittel 6.12)	Nei
15	Eskalering og dominoeffekter (kapittel 6.13)	Nei
16	Eskalering til Peroksidlageret (kapittel 6.13.1)	Nei
17	Ytre påvirkning og naturkrefter (kapittel 6.14)	Nei

7 Lekkasjefrekvenser for tankanlegget

7.1 Generelt

Dette kapittelet presenterer beregnede lekkasjefrekvenser og intielle lekkasjerater for tankanlegget. Systemgrensen går fra lossing fra båt og bil og frem til fabrikk. Beregningene er basert på tilgjengelige tegninger og dokumentasjon av nåværende anlegg.

LR gjennomførte en oppdatering av risikoanalysen for Sunde i 2014, ref. /11/. Lekkasjefrekvenser og intielle lekkasjerater for ventiler, pumper og filtre ble beregnet ved hjelp av regneprogrammet ULF (Utrekning av Lekkasjefrekvenser), ref. /25/ hvor dataene er basert på standardisert lekkasjefrekvensmodell utarbeidet av DNV i 2009, «Standardised Hydrocarbon Leak Frequencies» eller SHLF modellen, ref. /26/. Dette er en lekkasjefrekvensmodell som ikke oppdateres, men som er gjeldene utfra modellen som ble utarbeidet i 2009. Lekkasjefrekvenser for slangeoperasjoner, tanker og rørsegment er estimert fra generiske lekkasjefrekvenskilder i samme modell, ref. /26/. Lekkasjefrekvensmodellen benytter en funksjon av hullstørrelse og diameter, samt et sett utstyrsspesifikke parametere for å beregne lekkasjefrekvenser. Input til ULF er trykk og tetthet for fluidet og antall komponenter (ventiler, flenser, filtre, pumper) med definerte størrelser. Lekkasjekategoriene som er benyttet i denne analysen er vist i Tabell 7.1.

Tabell 7.1 – Definerte lekkasjekategorier

Kategori	Lekkasjerate (kg/s)
Liten	0,1 – 1,0
Medium	1,0 – 10

Kategori	Lekkasjerate (kg/s)
Stor	> 10

Generiske lekkasjefrekvenser for rørledninger, tanker og losseslanger er hentet fra "Purple Book", ref. /27/, og gjengitt i Tabell 7.2.

Tabell 7.2 – Generiske data benyttet i lekkasjefrekvensberegninger

Utstyr	Lekkasjekategori	Frekvens [år ⁻¹]
Enkeltvegget tank	Medium lekkasje	1·10 ⁻⁴
Enkeltvegget tank	Tankbrudd	5·10 ⁻⁶
Rørledning, nominell diameter > 150 mm	Medium lekkasje	5·10 ⁻⁷ m ⁻¹
Rørledning, nominell diameter > 150 mm	Stor lekkasje	1·10 ⁻⁷ m ⁻¹
Losseslange	Medium lekkasje	4·10 ⁻⁵ h ⁻¹
Losseslange	Stor lekkasje	4·10 ⁻⁶ h ⁻¹

7.2 Antagelser

Antagelsene som ligger til grunn for beregningene av lekkasjefrekvensene er presentert i Tabell 7.3.

Tabell 7.4 viser verdier knyttet til lossing og normal drift med overføring fra tank til fabrikk.

Segmenteringene er vist i kapittel 7.3 for dagen situasjon og en ønsket fremtidig situasjon.

Tabell 7.3 – Antagelser benyttet i beregning av lekkasjefrekvensberegninger, ID refererer til segmenteringen vist i Figur 7.1 og Figur 7.2.

ID	Antagelser dagens situasjon	Antagelser ønsket fremtidig situasjon
P0	Tankbil med pentan kommer hver 3. uke og lossar ca. 25 tonn pentan i dagen situasjon.	I fremtidig, ønsket situasjon blir frekvensen en tredjedel.
P0	Pumpetid er satt til 60 minutter, slangediameter er 3"	Samme som dagens situasjon.
S1	Tankbåter med styren kommer hver 3. uke og lossar 3.000-4.000 tonn styren	Tankbåter med styren kommer hver 3. uke og lossar 3.000-5.000 tonn styren
P1	Tankbåter med pentan kommer hver 3. uke og lossar 200-300 tonn pentan	Tankbåter med pentan kommer hver 3. uke og lossar 300-600 tonn pentan
P1, S1	Trykket i rørledningene for både pentan og styren er satt til 7 barg, mens størrelse av rør er satt til 8". Ved et utslipp fra et slangebrudd vil deler av utslippet havne på kai og resten gå til sjø for både pentan og styren.	Samme som dagens situasjon.

ID	Antagelser dagens situasjon	Antagelser ønsket fremtidig situasjon
P2a,b S2a,b S3,S4	For tankene er største lekkasjerate definert som tankbrudd, dvs. tap av volum innen 10 minutter	Samme som dagens situasjon.
P2a,b S2a,b S3,S4	Trykket i tankene er atmosfærisk	Samme som dagens situasjon.
P2a,b S2a,b S3,S4	TA01, TA02, TA03/TA04 har hhv. 75, 99 og 256 m ² store grunnflater	Samme som dagens situasjon.
P1, S1, P3, S5	Lengder på rør i Tabell 7.4 er målt ut fra rørrangementstegning, tegning nr. 119.38.28 fra 11. november 1996	Samme som dagens situasjon.
P3, S5	Pumper på eksportrørene går nominelt, dvs. at rørene ikke er strupte mellom tank og fabrikk.	Samme som dagens situasjon.
Generelt	Hver ventil og annet utstyr har 2 tilhørende flenser, mens hver tank har 1 flens tilknyttet utgående linje	Samme som dagens situasjon.

Pumpene til tankene i tankparkøvre står i sine respektive fangdammer.

Tabell 7.4 – Verdier benyttet i lekkasjefrekvensberegninger

ID	Lengde rør [m]	Rate [m ³ /h]	Tetthet [kg/m ³]
Pentan fra båt til tank	60	120	630
Styren fra båt til tank	54	385	910
Pentan fra tank til fabrikk	38	20	630
Styren fra tank til fabrikk	110	90	910
Pentan fra tankbil til tank		53	630

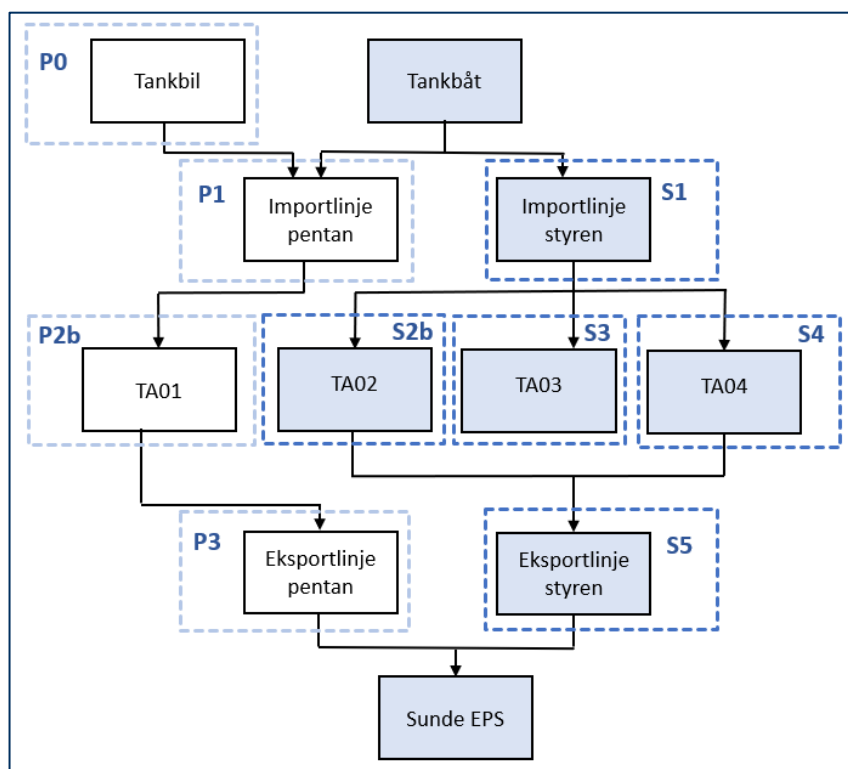
7.3 Segmentinndeling

Tankanlegget er delt inn i segmenter som kan isoleres ved hjelp av isoleringsventiler. Segmentene ble identifisert ved hjelp av tegninger av tankanlegget i forbindelse med oppdatering av risikoanalysen i 2014, ref. /11/. Det er identifisert ni segmenter, som presentert i Tabell 7.5 og Figur 7.1 (dagen situasjon). Dagen situasjon er markert med (a). Det forutsettes samme segmentering og samme utstyr i hvert segment ved bytte av tank TA01 og TA02, ref. Figur 7.2 (ønsket situasjon i fremtiden) markert med (b).

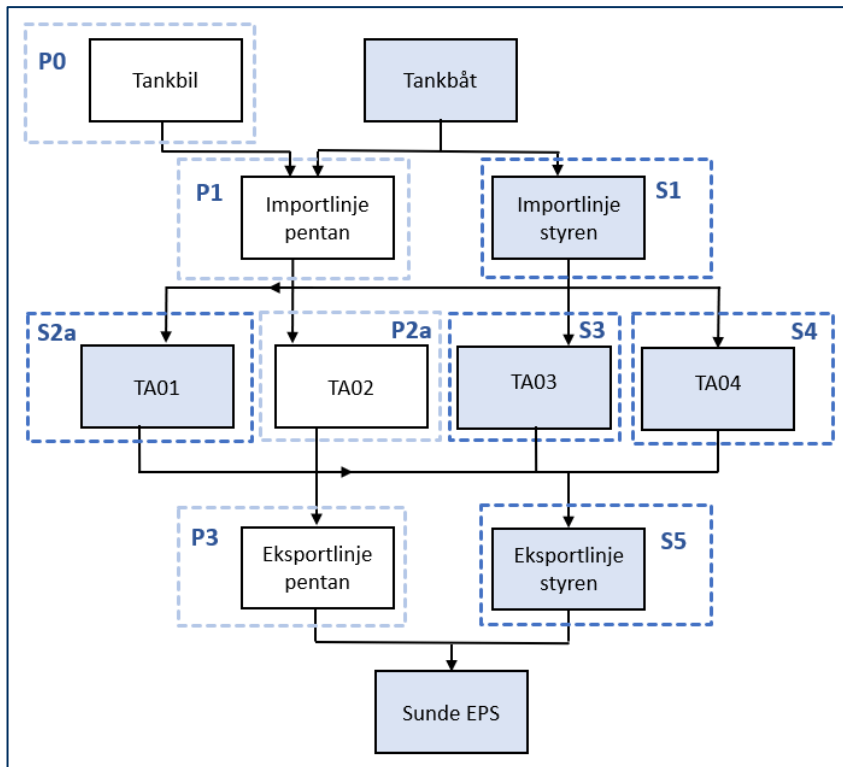
Tabell 7.5 – Oversikt over segmenter på tankanlegget

ID	Navn	Lekkasjepunkter
P0	Import av pentan fra tankbil	1 losseslange
P1	Importørør pentan	1 losseslange, 60 m rør, 3 ventiler, 1 filter, 8 flenser
P2a,b	TA02	1 tank, 3 ventiler, 7 flenser
P3	Eksportørør pentan	38 m rør, 4 ventiler, 1 filter, 12 flenser, 1 sentrifugalpumpe

ID	Navn	Lekkasjepunkter
S1	Importrør styren	1 losseslange, 54 m rør, 6 ventiler, 1 filter, 14 flenser
S2a,b	TA01	1 tank, 3 ventiler, 7 flenser
S3	TA03	1 tank, 3 ventiler, 7 flenser
S4	TA04	1 tank, 3 ventiler, 7 flenser
S5	Eksportrør styren	110 m rør, 13 ventiler, 2 filtre, 34 flenser, 2 sentrifugalpumper



Figur 7.1 - Illustrasjon av segmentering av tankanlegget, dagens situasjon (a)



Figur 7.2 - Illustrasjon av segmentering av tankanlegget, ønsket situasjon i fremtiden (b)

7.4 Metode

For hvert segment beregner ULF lekkasjefrekvenser og typiske lekkasjerater for hver lekkasjestørrelse. Konsekvensen av lekkasjer under 0,1 kg/s er neglisjerbar og er derfor ikke inkludert i analysen. Kun lekkasjer som oppstår ved normalt trykk i systemet er vurdert.

Den totale lekkasjefrekvensen for et segment er summen av lekkasjefrekvensene fra ULF (flenser, ventiler, filtre og pumper) og frekvensene fra de generiske datakildene (tanker, rør og losseslanger). Som vist i Tabell 7.2, er lekkasjefrekvensene for rør, losseslanger og tanker som ikke er fullt rørbrudd klassifisert som medium lekkasjer, med lekkasjerate over 1 kg/s. Dette skyldes trykket i rør og losseslanger. Frekvensen for små lekkasjer er satt lik som medium lekkasjer.

På bakgrunn av resultater fra ULF er alle små og medium lekkasjer gitt samme lekkasjerater (hhv 0,3 og 3 kg/s). De store lekkasjeratene varierer etter trykk og operasjonsrater det er i de ulike segmentene (jf. Tabell 7.4). Dette medfører at den største lekkasje for pentan-eksportlinjen kategoriseres som medium lekkasje. Tankbrudd er satt som egne lekkasjekategorier da dette er vesentlig større lekkasjer enn de som kategoriseres som store i ULF.

For import- og eksportsegmentene er lekkasjefrekvensene justert etter den faktiske tiden i løpet av et år det vil være væske i segmentet. Disse tidene er basert på mottatt informasjon om antall og volum av importoperasjoner og pumperatene, som er vist i Tabell 7.3 og Tabell 7.4.

7.5 Lekkasje frekvenser og lekkasje rater

De beregnede lekkasjefrekvensene og lekkasjeratene er vist i Tabell 7.6.

Tabell 7.6 – Resultater fra beregning av lekkasjefrekvenser

Segment	Beskrivelse	Lekkasjekategori	Lekkasjerate [kg/s]	Frekvens [år ⁻¹]
P0	Import av pentan med tankbil	1. Liten	1	$1,2 \cdot 10^{-7}$
		2. Stor	9	$1,2 \cdot 10^{-8}$
P1	Importlinje pentan	1. Liten	0,3	$2,2 \cdot 10^{-3}$
		2. Medium	3,0	$2,2 \cdot 10^{-3}$
		3. Stor	21	$2,2 \cdot 10^{-4}$
P2	TA02	1. Liten	0,3	$1,7 \cdot 10^{-4}$
		2. Medium	3,0	$1,3 \cdot 10^{-4}$
		3. Stor	21	$3,2 \cdot 10^{-5}$
		4. Tankbrudd	-	$5,0 \cdot 10^{-6}$
P3	Eksportlinje pentan	1. Liten	0,3	$7,2 \cdot 10^{-5}$
		2. Medium	3,5	$3,6 \cdot 10^{-5}$
S1	Importlinje styren	1. Liten	0,3	$6,0 \cdot 10^{-3}$
		2. Medium	3,0	$5,9 \cdot 10^{-3}$
		3. Stor	97	$6,0 \cdot 10^{-4}$
S2	TA01	1. Liten	0,3	$1,8 \cdot 10^{-4}$
		2. Medium	3,0	$1,3 \cdot 10^{-4}$
		3. Stor	25	$3,3 \cdot 10^{-5}$
		4. Tankbrudd	-	$5,0 \cdot 10^{-6}$
S3	TA03	1. Liten	0,3	$1,8 \cdot 10^{-4}$
		2. Medium	3,0	$1,3 \cdot 10^{-4}$
		3. Stor	25	$3,3 \cdot 10^{-5}$
		4. Tankbrudd	-	$5,0 \cdot 10^{-6}$
S4	TA04	1. Liten	0,3	$1,8 \cdot 10^{-4}$
		2. Medium	3,0	$1,3 \cdot 10^{-4}$
		3. Stor	25	$3,3 \cdot 10^{-5}$
		4. Tankbrudd	-	$5,0 \cdot 10^{-6}$
S5	Eksportlinje styren	1. Liten	0,3	$3,4 \cdot 10^{-4}$
		2. Medium	3,0	$1,1 \cdot 10^{-4}$
		3. Stor	23	$6,1 \cdot 10^{-5}$

8 Kvantitativ risikovurdering (QRA)

For å få et bilde av risikopotensialet til en uønsket hendelse, er det viktig å se på konsekvensen i tillegg til frekvens for hendelsen. Frekvensen av ulike hendelser baserer seg på statistiske data og konsekvensene er beregnet ved å benytte dataprogrammet Safeti versjon 8.11. For å estimere frekvensen for ulike scenarier lages hendelsestrær i Safeti. I hendelsestrærne for de ulike scenarioene tas det hensyn til sannsynlighet for antenning (umiddelbar og forsinket), værforhold og annet. Lekkasjefrekvenser er gitt i kapittel 7.

8.1 Fatalitetskriterier

For å vurdere sannsynligheten for dødsfall er det utarbeidet noen fatalitetskriterier. Tre typer fatalitetskriterier er utarbeidet på bakgrunn av RIVM (ref. /28/):

- Eksplosjon
- Varmestråling fra brann
- Eksponering for giftig gass

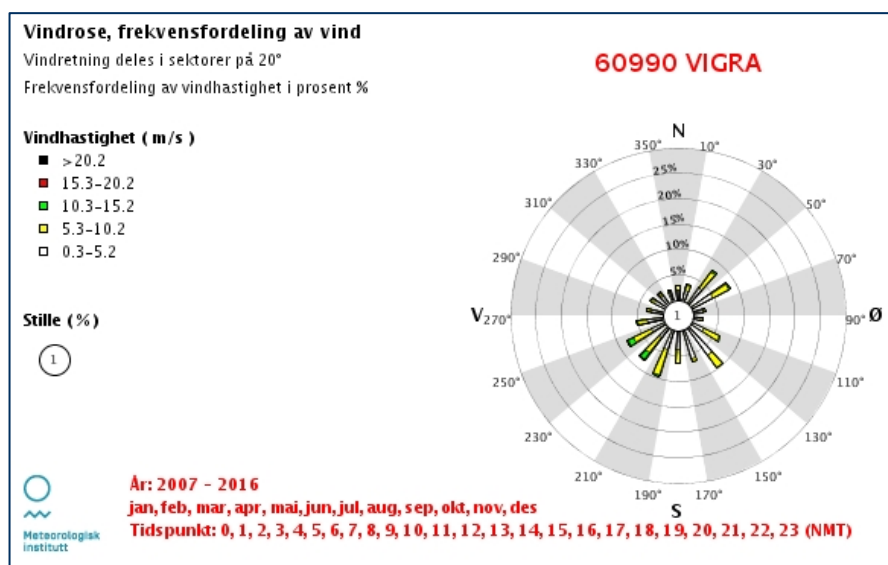
Fatalitetskriterie for varmemstråling fra brann er valgt i samsvar med retningslinjene gitt av DSB (ref. /20/). Vurdering av eksplosjon og eksponering av giftig gass er gjort i kapittel 8.7.

8.2 Værforhold

Hastigheten på vinden og turbulensen i luften har stor innvirkning mulig gasspredning. Turbulens vil øke innblanding av luft og dermed føre til mindre gasskyer. Turbulens i luften klassifiseres normalt mellom A og F, der A er mest ustabil og F er mest stabil. For å reflektere dette på en god måte er to forskjellige kategorier for vind brukt i analysen: 2 m/s i stabilitetsklasse F og 5 m/s i stabilitetsklasse D. Forklaring på stabilitetsklasse er gitt i Tabell 8.1.

8.3 Vindrose

Værdata for Ålesund lufthavn Vigra er hentet ut fra eKlima (Meteorologisk Institutt), ref. /29/, og en vindrose (relativ frekvens) er vist i Figur 8.1. Vindrosen viser frekvensfordeling av vindhastighet i prosent fordelt på retning og data er hentet ut for perioden 2007 til 2016. Vindrosen viser at været domineres av vinder fra sørlig retning. Vindrosen benyttes i beregninger av ISO-risk kurver.



Figur 8.1 - Vindrose med relativ vindretningsfordeling for Ålesund lufthavn, Vigra, ref. /29/. Vindretning Nord er markert med 0

Tabell 8.1 - Stabilitetsklasser for vær, ref. "Pasquill Stability Classes"

#	Beskrivelse
A	Ekstremt ustabile forhold
B	Moderat ustabile forhold
C	Litt ustabile forhold
D	Nøytrale forhold
E	Litt stabile forhold
F	Svært stabile forhold
G	Ekstremt stabile forhold

8.4 Lekkasjevarigheter

Lekkasjer som oppstår ved import av pentan og styren antas å kunne oppdages raskt, og det antas at små og medium lekkasjer vil kunne stoppes innen 60 sekunder. Store lekkasjer ved import antas å vare i 2 minutter for å ta høyde for at manuelle ventiler måtte stenges. Alvorlige feil på sikkerhetskritisk utstyr som begrenser muligheten til å stanse lekkasjen samtidig med en lekkasje anses for å opptre svært sjelden og er derfor neglisjert. Lekkasjer fra tankene og fra eksportlinjene har en antatt varighet på 10 minutter. Lekkasjer fra import av pentan med tankbil har antatt varighet på 1 minutt.

8.5 Oppsamling

Oppsamlingsarrangementet rundt pentan- og styrentankene er planlagt oppgradert, og det forutsettes at oppsamlingsarrangementet etter oppgraderingen vil ha kapasitet til å romme lekkasjer fra tankbrudd fra respektive tanker. Data er gitt i Tabell 8.2. Myndighetenes krav til oppsamlingsarrangement er gitt av Miljødirektoratet, ref. /30/, og DSB, ref. /31/.

Tabell 8.2 – Data for oppgradert oppsamlingsarrangement, ref. Figur 4.4

Sted/tank	Omtrentlig areal dagen situasjon [m ²]	Omtrentlig høyde av ringmur ved dagen situasjon [m]	Omtrentlig areal etter oppgradering [m ²]	Omtrentlig høyde av ringmur etter oppgradering [m]
TA01	206	2,4	1267	3,55
TA02	210	2,4	317	3,9
TA03/TA04	926	2,4	1267	3,55
Bilfyllplass	ca.100	-	ca.100	-

Dagen oppsamlingsarrangement tilfredsstiller ikke krav om oppsamling i tilfelle en stor lekkasjehendelse på noen av tankene. I analysen av dagens situasjon er det lagt til en tenkt utslippshendelse som skal beskrive en hendelse der væske renner over kanten (overutslipp) på bassengene for pentan og styren og ut på sjøen. Hendelsen er gitt med mengde av utslipp og frekvens, se Tabell 8.3.

Tabell 8.3 – Mengde og frekvens for en hendelse med utslipp til sjø i dagen situasjon ved en stor lekkasjehendelse på tankene

Utslipp til sjø	Mengde [m ²]	Frekvens [år ⁻¹]
Pentan	143	5,0·10 ⁻⁶
Styren	1000	5,0·10 ⁻⁶

8.6 Antenning

For å finne frekvensen for brann, må en tennsannsynlighet settes. Sannsynlighet for umiddelbar antenning ved tankbrudd er basert på tilgjengelig informasjon i RIVM, ref. /28/, hvor styren klassifiseres som kategori 2 og pentan som kategori 1. Sannsynlighet for umiddelbar antenning er vist med gulmerking i Figur 8.2.

Table 7 Probability of direct ignition for stationary installations

Substance category	Source term Continuous	Source term Instantaneous	Probability of direct ignition
Category 0 average/ high reactivity	< 10 kg/s	< 1,000 kg	0.2
	10 – 100 kg/s	1000 – 10,000 kg	0.5
	> 100 kg/s	> 10,000 kg	0.7
Category 0 low reactivity	< 10 kg/s	< 1,000 kg	0.02
	10 – 100 kg/s	1000 – 10,000 kg	0.04
	> 100 kg/s	> 10,000 kg	0.09
Category 1	All flow rates	All quantities	0.065
Category 2	All flow rates	All quantities	0.01
Category 3, 4	All flow rates	All quantities	0

Figur 8.2 - sannsynlighet for umiddelbar antenning, RIVM, ref. /28/

For å estimere forsinket antenning er "6 – Small Plant Liquid" fra OGP, ref. /32/, brukt. Dette gir følgende tennsannsynligheter (Tabell 8.4).

Tabell 8.4 – Tennsannsynligheter for tankbrudd for pentan og styren

	Umiddelbar antenning (RIVM)	Forsinket antenning	Total tennsannsynlighet (OGP)
Styren	0,01	0	-
Pentan	0,065	0,035	0,1

Sannsynlighet for antenning av mindre pentanlekkasjer er basert på OGP, ref. /32/. I tillegg er det for store pentanlekkasjer antatt at 1/3 av antennelsene er forsinket. Dette gir følgende sannsynligheter for antenning, vist i Tabell 8.5.

Tabell 8.5 – Tennsannsynlighet pentan, ref. /32/

Lekkasjerate	Tennsannsynlighet	
	Umiddelbar	Forsinket
0,5	0,0018	Negl.
5	0,0088	Negl.
20	0,0272	0,01

8.7 Spesielle vurderinger

8.7.1 Eksplosjon

Potensialet for eksplosjoner og trykkbølgers som kan oppstå ved en eksplosjon i en tank ved Sundes anlegg er vurdert i tidligere studier. Tankeeksplosjon er en meget sjelden hendelse, og det er ikke funnet relevante eksempler på dette i Norge de siste årene, foruten Vest Tank ulykken i 2006, der en tank eksploderte. Granskningen av denne hendelsen har konkludert med at dette skjedde på grunn av at tanken ble benyttet til prosesser tanken ikke var designet eller bygget for. Vest Tank ulykken er ikke ansett for å være direkte relevant for Sundes tankanlegg.

Styren

Styren, også kjent som vinylbenzen, er en organisk forbindelse med kjemisk formel C_8H_8 . Under standard betingelser (atmosfærisk trykk og 0 °C) er dette en oljeaktig væske. En forutsetning for at et stoff kan eksplodere er at det kan dannes en brennbar gasskonsentrasjon over væsken. Flammepunktet til styren er 31 °C. Med utgangspunkt i klimaet i Ålesund og frekvensen for eksplosjon som i utgangspunktet er meget lav, vurderes sannsynligheten for eksplosjon i styrentankene som neglisjerbar.

Pentan

Pentan er organisk forbindelse med formelen C_5H_{12} , og egenskapene ligner mye på butan og heksan. Pentan er en flytende væske ved standard betingelser, men har lavt kokepunkt (33-35 °C), og et flammepunkt på -49 °C. Pentantanken er utstyrt med flytetak som skal hindre en eksplosiv atmosfære over væskespeilet. Over flytetaket er det luft. En eksplosjon i pentantanken kan skje, men med svært lav sannsynlighet.

I følge TNO Purple book (ref. /33/) er frekvensen for fullt brudd i en enkeltvegget tank med atmosfærisk trykk $5 \cdot 10^{-6}$ pr. år. Med en antagelse om at 10 % av forsinket antennelse (3,5 %) fører til eksplosjoner blir frekvensen for en eksplosjon i pentantanken: $0,035 \times 0,10 \times 5,0 \cdot 10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-8}$ pr. år.

8.7.2 Giftighet av styren og pentan

I tillegg til eksplosjonsfare er forgiftning av tredjeperson på grunn av en lekkasje av styren eller pentan vurdert. LC_{Lo} , som er et mål for den laveste konsentrasjonen av stoffet i lufta som er rapportert å forårsake dødsfall for dyr eller mennesker og angir giftigheten av stoffene. I følge ref. /34/ har styren en LC_{Lo} -verdi på 10.000 ppm ved eksponering i 30 minutter (menneskelig dødelighet, Lefaux 1978), noe som tilsvarer en konsentrasjon på 1 %. En konsentrasjon på 1 % er omtrent den samme verdien som LFL for styren (1,1 %).

Resultatene viser at dersom det blir en lekkasje av styren som ikke antenner vil en gassky med størrelse tilsvarende LFL kunne forårsake dødsfall. Beregnet radius av LFL for en gassky ved tankbrudd for en av de største styrentankene er 21 meter forutsatt at styren holdes oppsamlet i oppsamlingsarrangementet. Dette betyr at LC_{Lo} vil være i størrelsesorden 20 meter. Ved ugunstige vindretninger kan giftig gass spres mot Elegantegården. Det anses for å være lite sannsynlig at en styrenlekkasje fører til dødsfall utenfor Sundes områder. Den kraftige lukten til styren muliggjør sannsynligvis rask evakuering av utsatte personer ved lekkasje (LC_{Lo} antar 30 minutters eksponering). Det er usikkert hvorvidt en styrenpøl på sjø kan eksponere områder på land for dødelige konsentrasjoner styrengass. Det kan ikke utelukkes, men

sannsynligheten anses for å være svært lav fordi den lave sjøtemperaturen vil redusere avdampingsraten, og vind vil redusere konsentrasjonen over havoverflaten.

I følge ref. /35/ vil en dødelig konsentrasjon av pentan først kunne oppstå ved omkring 130.000 ppm, noe som tilsvarer 13 %. Dette er 10 ganger høyere enn LFL og vil kun kunne oppstå svært nær utslippsstedet ved store utslipp. En pentanpøl på land vil skimlegges raskt for å hindre antennelse, og dermed redusere avdampning. En pøl på sjø forventes å ha lav avdampingsrate på grunn av den lave sjøtemperaturen. På bakgrunn av dette neglisjeres risikoen for at tredjeperson skal bli eksponert for giftige mengder pentangass.

9 Resultater

Risikoen for tredjeperson er beregnet ved hjelp av risikokonturer. Risikokonturene tar hensyn til aktiviteten på anlegget, tennkilder og vindretning.

For beregningene av risikokonturene er det definert fatalitetskriterier for en tredjeperson i samsvar med DSBs retningslinjer, ref. /13/.

Den lilla kurven viser indre hensynssonen, altså 10^{-5} -kurven. Det er forventet at en person som oppholder seg konstant innenfor den lilla kurven vil omkomme som følge av en ulykke på anlegget i løpet av 100.000 år. Mht. DSBs regelverk skal denne sonen være innenfor Sundes anlegg.

Den røde kurven viser avstanden med en risiko å omkomme på 10^{-6} pr. år og er definert som midtre sone. Innenfor denne sonen er det tillatt å ha offentlig vei og faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet.

Den gule kurven viser avstanden med en risiko å omkomme på 10^{-7} pr. år og er definert som ytre sone. Det er tillatt å regulere dette området for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen, herunder butikker, mindre overnattingssteder og offentlig ferdsel.

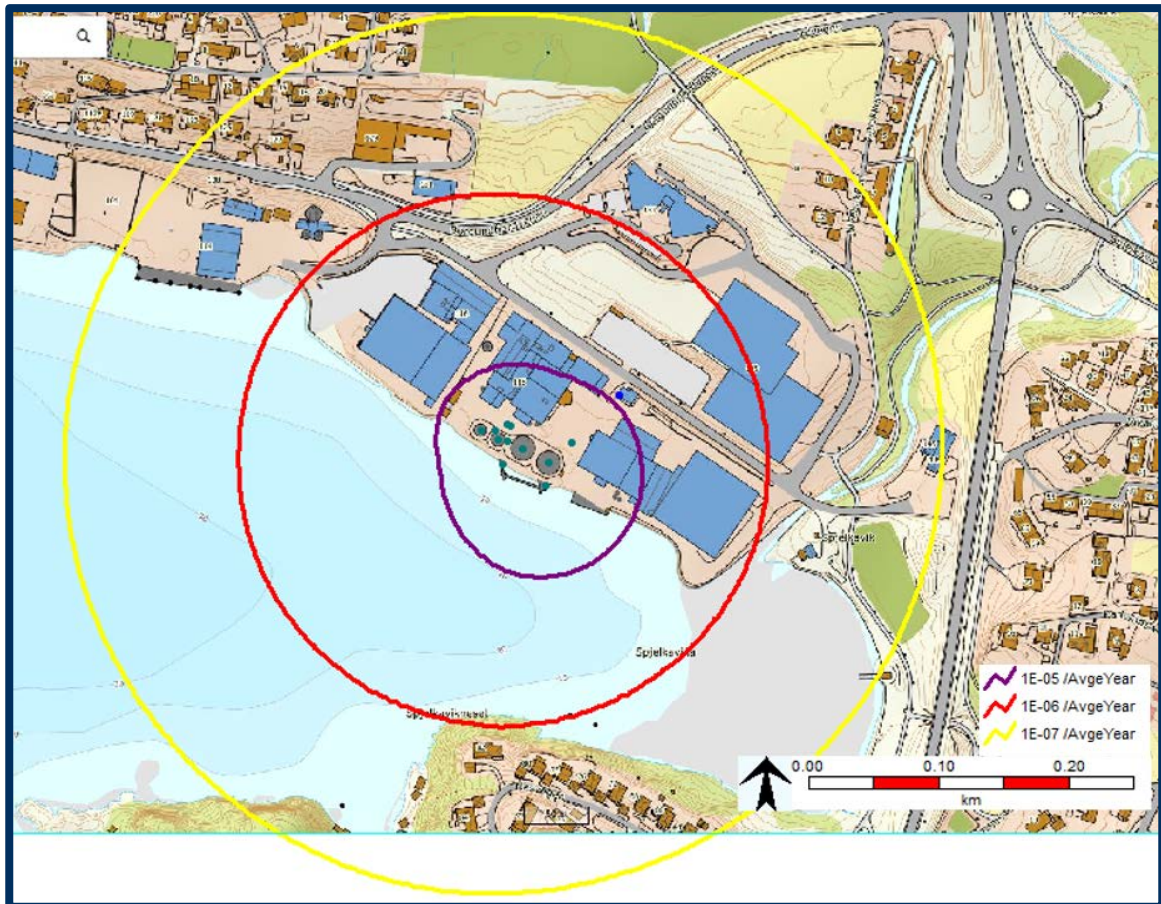
9.1 Risikokonturer for dagen situasjon

På bakgrunn av beregningene fra Safeti og antakelsene gitt i Tabell 9.1 er det utarbeidet risikokonturer vist i dette kapittelet.

Tabell 9.1 – Forutsetninger for analysen av dagen situasjon

System	Forutsetninger
Segment (a)	Segment inndeling som vist i Figur 7.1
TA01	Pentan, uten oppgradert fangdam
TA02	Styren, uten oppgradert fangdam
TA03/TA04	Styren, uten oppgradert fangdam
Utslipp til sjø ved hendelse på tankene	Som beskrevet i Tabell 8.3

Resultatene fra disse beregningene er vist i Figur 9.1., dagens totale risikokonturer for anlegget.



Figur 9.1 – Totale risikokonturer for anlegget i dagen situasjon

Dagens risikokonturer domineres totalt av de modellert overutslippene av pentan og styren fra oppsamlingsarrangementet rundt lagringstankene, se del resultater i neste kapittel.

Den lille kurven viser 10^{-5} -kurven. Som vist i Figur 9.1, ligger tankanlegget og deler av bygning A og B innenfor denne sonen. Elegantegården ligger utenfor 10^{-5} -kurven.

Den røde kurven viser 10^{-6} -kurven. Innenfor denne sonen er det tillatt å ha offentlig vei og faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet.

Den gule kurven viser 10^{-7} -kurven. I 10^{-7} -området vil forskriften tillate regulering for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen, herunder butikker, mindre overnattingssteder og offentlig ferdsel. 10^{-7} -kurvens plassering avhenger av oppsamlingsarrangementet og de nevnte overutslippene. I tillegg til oppsamlingsarrangementet er lekkasje av pentan ved import viktig for kurvens plassering og form.

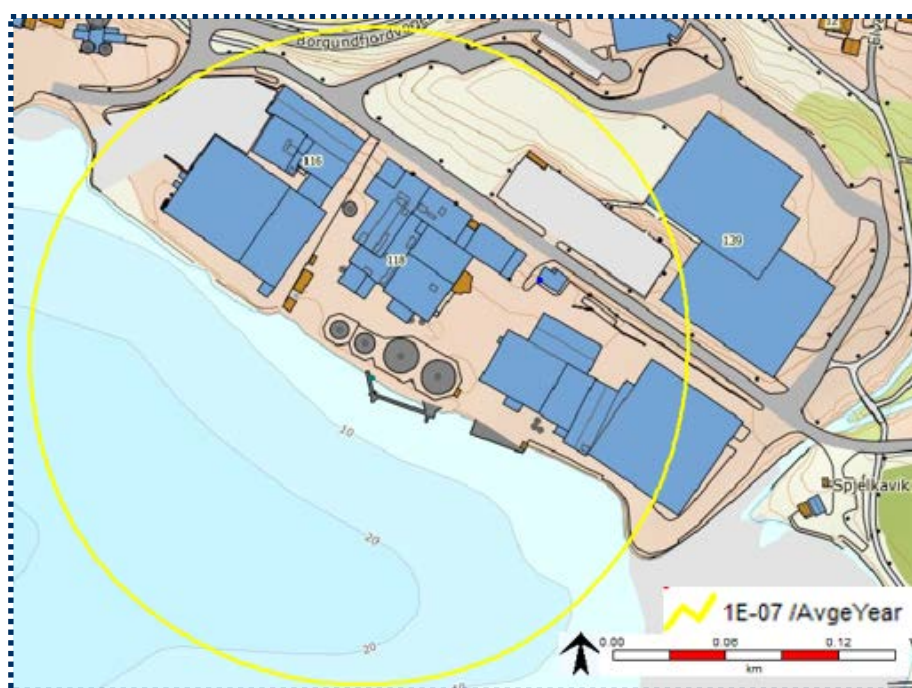
9.2 Detaljerte delresultater for dagen situasjon

Detaljerte resultater for noen hendelser er vist i etterfølgende figurer. Disse delresultatene skal ikke tas ut av sammenhengen i rapporten og vises separat.

Figur 9.2 viser kartutsnittet for å beregne et areal for overutslipp av pentan og styren til sjø. Dette arealet er ment å illustrer hvor stort et utslipp kan spre seg utover på sjøen, men spredningen vil selvfølgelig være avhengig av vindretning, bølgehøyde og andre klimatiske forhold. Figur 9.3 og Figur 9.4 viser bidragene til de totale risikokonturene for anlegget for pentan- og styrenoverutslipp fra oppsamlingsarrangementet til sjø. Det er viktig å merke seg at hendelsene har meget lav frekvens og den gule kurven viser 10^{-7} -konturen og den røde kurven viser 10^{-6} -konturen.



Figur 9.2 – Arealet som er brukt som grunnlag for overutslipp til sjø (ref./19/)

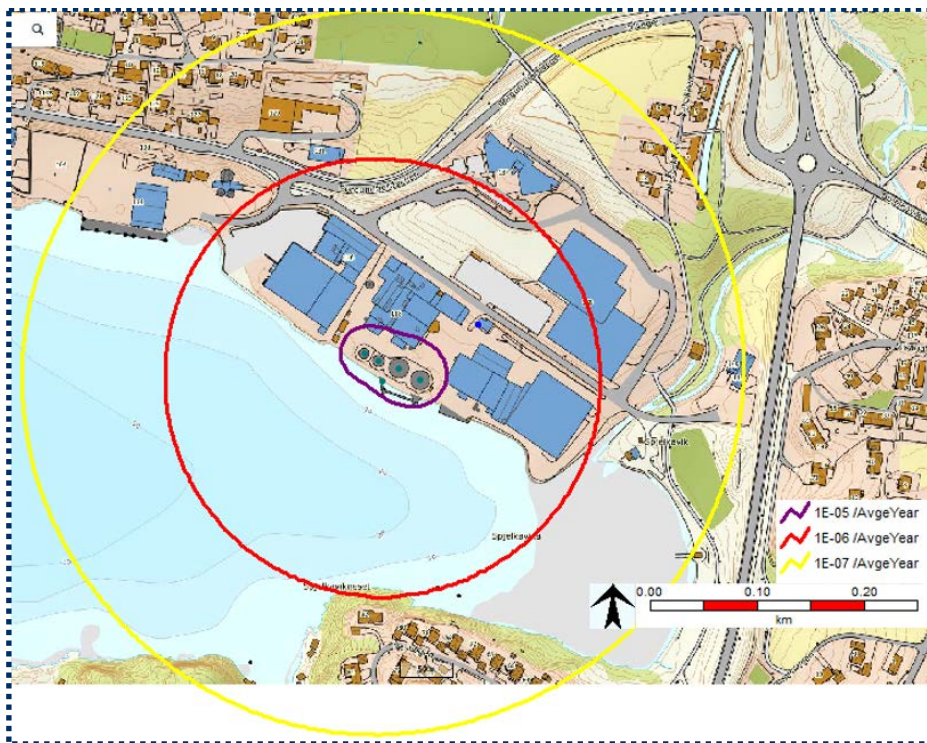


Figur 9.3 - DELRESULTAT: Risikokonturer for pentanoverutslipp fra oppsamlingsarrangement til sjø i dagens situasjon



Figur 9.4 - DELRESULTAT: Risikokonturer for styrenoverutslipp fra oppsamlingsarrangement til sjø i dagens situasjon

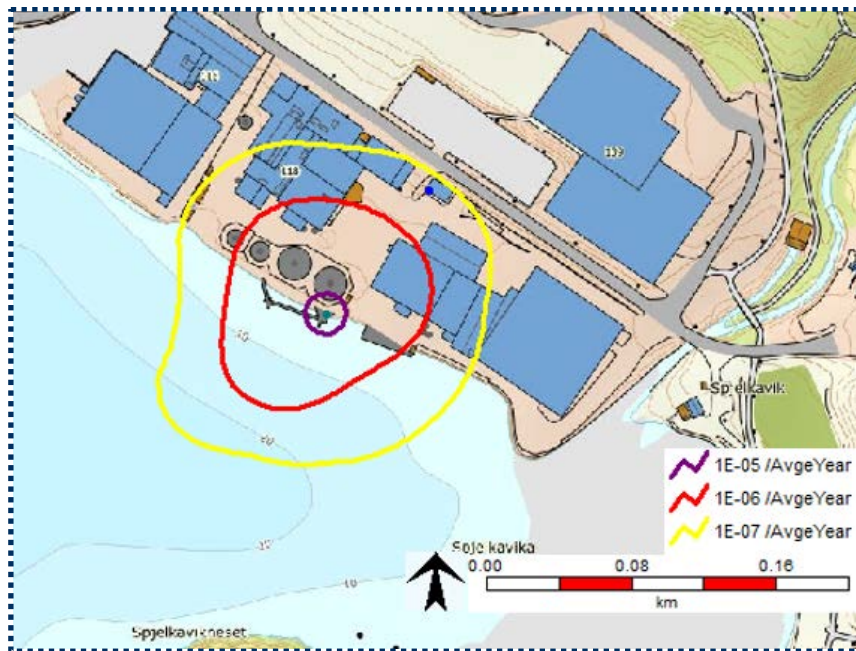
Figur 9.5 viser bidraget fra lagringstankene med overutslipp til risikokonturene. Fullt tankbrudd har stor påvirkning på lokasjon av 10^{-6} (rød) og 10^{-7} (gul) kurvene. Dette skyldes lav frekvens for tankbrudd.



Figur 9.5 - DELRESULTAT: Risikokonturer for lagringstankene med overutslipp til sjø fra oppsamlingsarrangement i dagens situasjon

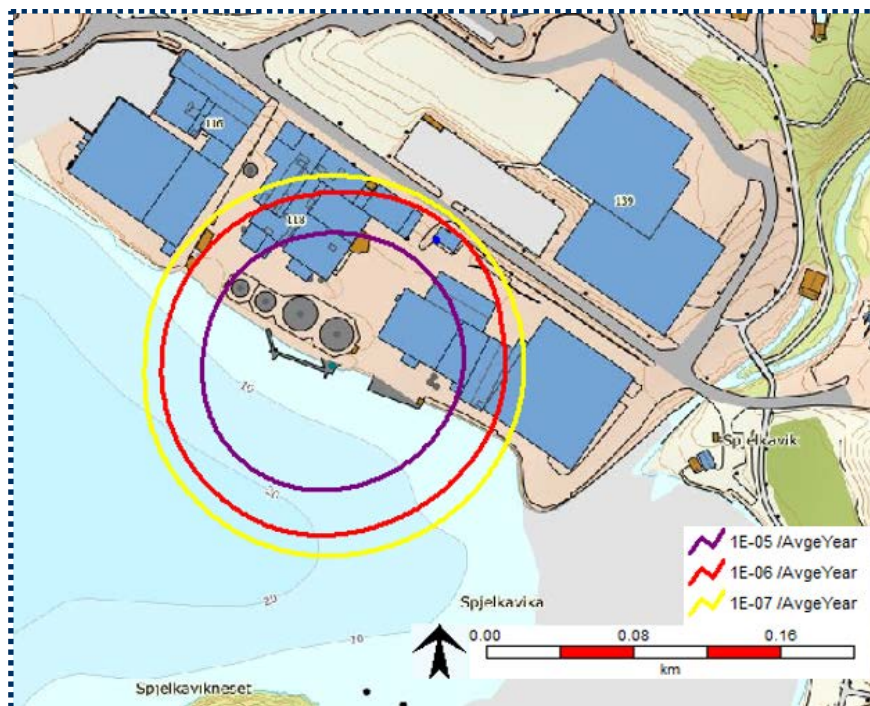
Figur 9.6 viser bidraget til risikokonturene for pentanimportsegmentet. Figuren viser at pentanimportsegmentet bidrar sterkt til 10^{-7} -kurven, som strekkes inn mot tomtegrensen til Elegantegården. Risikokonturene er sterkt avhengig av varigheten på stor lekkasje for

pentanimportsegmentet, og forutsetningen om at lekkasjen kan stanses innen 2 minutter er viktig. En stor lekkasje av lengre varighet vil øke omkretsen på risikokonturene.



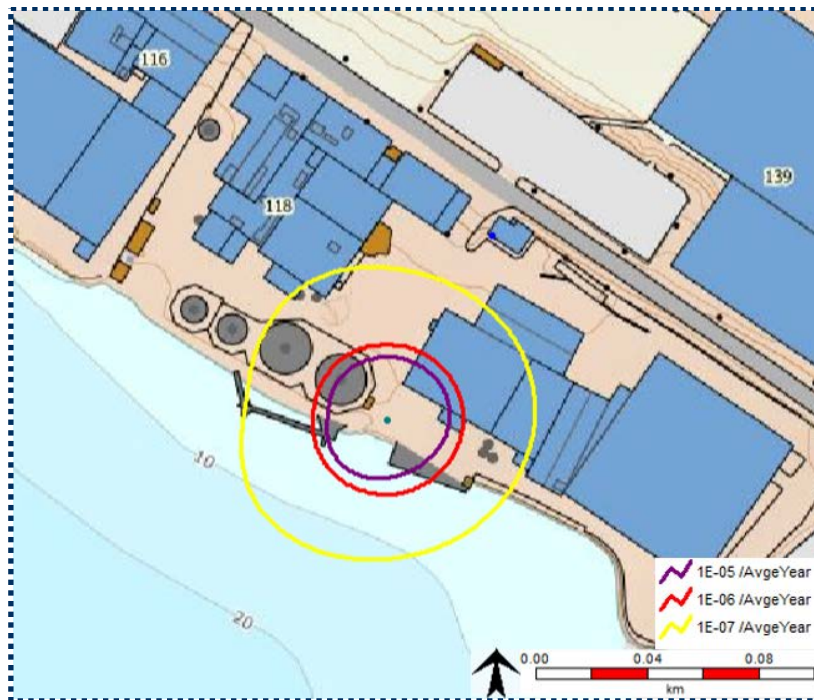
Figur 9.6 - DELRESULTAT: Risikokonturer for pentanimportsegmentet i dagens situasjon

Figur 9.7 viser bidraget fra styrenimportsegmentet til risikokonturene for styrenimportsegmentet forutsetter også at stor lekkasje kan stanses innen 2 minutter, men risikoresultatene er mindre sensitiv for varighet av lekkasjen. Grunnen til dette er den lavere tennsannsynligheten for styren. En lekkasje av lengre varighet vil ha større miljøkonsekvenser, dette er ikke vurdert som del av risikokonturene.



Figur 9.7 - DELRESULTAT: Risikokonturer for styrenimportsegmentet i dagens situasjon

Figur 9.8 viser bidraget fra import av pentan med tankbil. Bidraget til risikokonturene er lite da det er relativt få importoperasjoner pr. år. Det er allikevel viktig at en hendelse under import ikke får anledning til å eskalere til omgivelsene.



Figur 9.8 - DELRESULTAT: Risikokonturer for import av pentan med tankbil i dagens situasjon

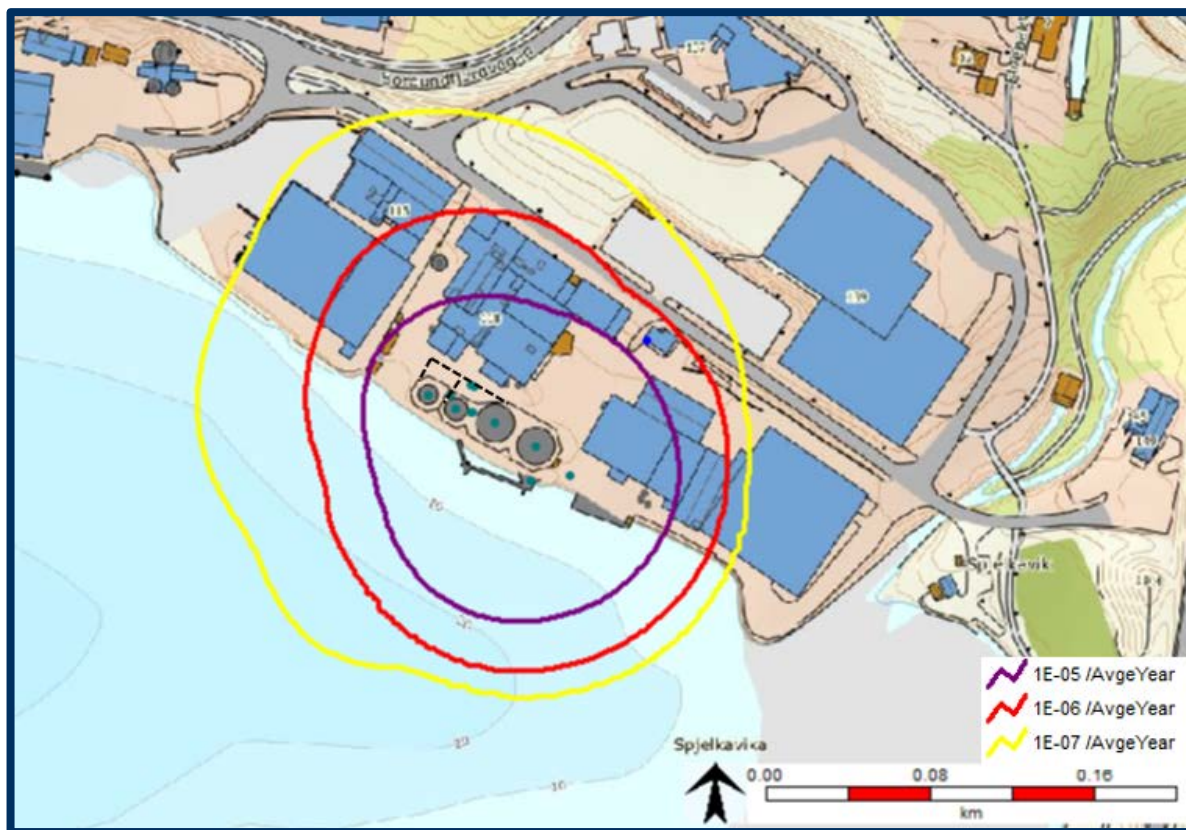
9.3 Risikokonturer for ønsket fremtidig situasjon

En ønsket fremtidig situasjon for anlegget til Sunde er å oppgradere oppsamlingsarrangementene og overføre pentan til tank TA02. På bakgrunn av beregningene fra Safeti og antakelsene gitt i Tabell 9.2 er det utarbeidet følgende risikokonturer vist i dette kapitlet.

Tabell 9.2 – Forutsetninger for analysen av ønsket fremtidig situasjon

System	Forutsetninger
Segment (b)	Segment inndeling som vist i Figur 7.2
TA01	Styren, med oppgradert fangdam
TA02	Pentan, med oppgradert fangdam
TA03/TA04	Styren, med oppgradert fangdam
Utslipp til sjø	Ikke overutslipp fra oppsamlingsarrangement til sjø

Resultatene fra disse beregningene er vist i Figur 9.9., risikokonturer for ønsket fremtidig situasjon for anlegget.



Figur 9.9 – Totale risikokonturer for anlegget i en ønsket fremtidig situasjon

Fremtidig risikokonturer domineres totalt av de modellert overutslippene av pentan og styren fra oppsamlingsarrangementet rundt lagringstankene, se del resultater i neste kapittel.

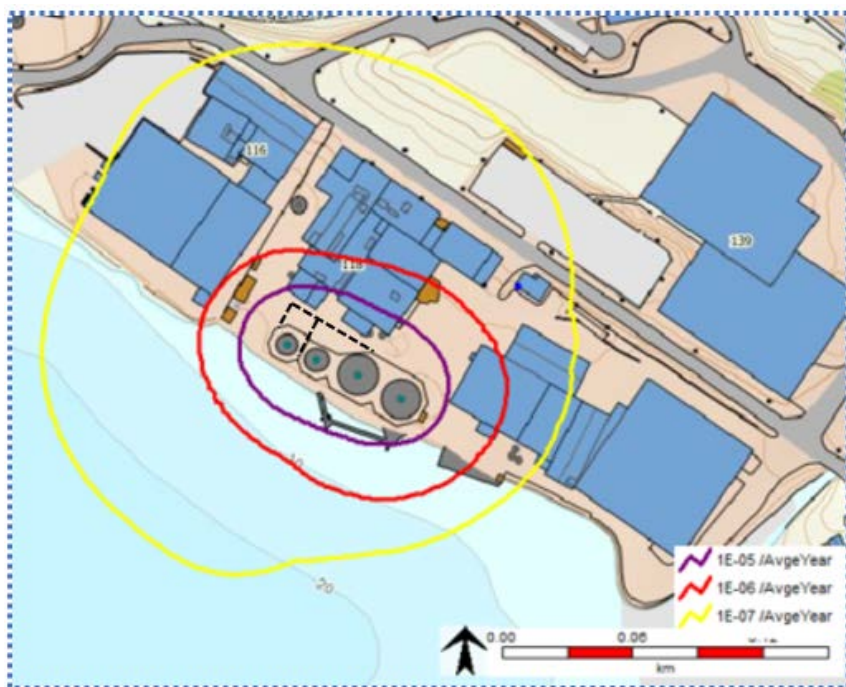
Den lille kurven viser 10^{-5} -kurven. Som vist i Figur 9.1, ligger tankanlegget og deler av bygning A og B innenfor denne sonen. Elegantegården ligger utenfor 10^{-5} -kurven.

Den røde kurven viser 10^{-6} -kurven. Innenfor denne sonen er det tillatt å ha offentlig vei og faste arbeidsplasser innen industri- og kontorvirksomhet.

Den gule kurven viser 10^{-7} -kurven. I 10^{-7} -området vil forskriften tillate regulering for boligformål og annen bruk av den allmenne befolkningen, herunder butikker, mindre overnattingssteder og offentlig ferdsel. 10^{-7} -kurvens plassering avhenger av oppsamlingsarrangementet og de nevnte overutslippene. I tillegg til oppsamlingsarrangementet er lekkasje av pentan ved import viktig for kurvens plassering og form.

9.4 Detaljerte delresultater for ønsket fremtidig situasjon

Figur 9.10 viser bidraget fra lagringstankene (uten overutslipp) til risikokonturene. Fullt tankbrudd har fortsatt stor påvirkning på utbredelse og lokasjon av 10^{-6} (rød) og 10^{-7} (gul) kurvene. Dette skyldes lav frekvens for tankbrudd.



Figur 9.10 - DELRESULTAT: Risikokonturer for lagringstankene i en ønsket fremtidig situasjon, oppgradert fangdam, pentan på TA02 og ikke utslipp til sjø

Figur 9.11 og Figur 9.12 viser forskjellen på plassering av pentan i tank TA01 og TA02. I begge tilfellene er det antatt at oppsamlingsarrangementet er oppgradert og at det ikke vil kunne forekomme overutslipp til sjø.

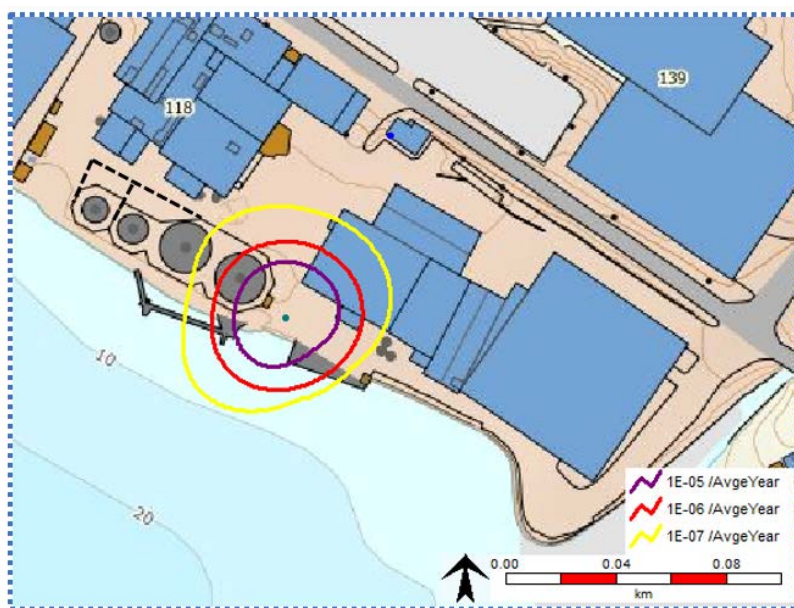


Figur 9.11 - DELRESULTAT: Risikokonturer for pentan i oppgradert, fangdam tank TA01



Figur 9.12 - DELRESULTAT: Risikokonturer for pentan i oppgradert fangdam, tank TA02

Figur 9.13 viser bidraget fra import av pentan med tankbil i en fremtidig situasjon. Bidraget til risikokonturene er lite da det er relativt få importoperasjoner pr. år og det vil i en fremtidig situasjon bli redusert til ca. en tredjedel. Det er allikevel viktig at en hendelse under import ikke får anledning til å eskalere til omgivelsene.



Figur 9.13 - DELRESULTAT: Risikokonturer import av pentan med tankbil i en ønsket fremtidig situasjon

Risikosegmentene for pentan- og styrenimportsegmentene bli like for dagens og en ønsket fremtidig situasjon, se Figur 9.7 og Figur 9.6

9.5 Detaljerte studier av pentan i TA02

Det er analysert fareavstander for pentanlagringstanken TA02. For å utføre slike beregninger legges det inn en rekke forutsetninger som er avgjørende for resultatet. Tankstørrelse, vindstyrke og overflatearealet på oppsamlingsarrangementet er typiske parametere som har betydning for fareavstandene. Det er viktig å merke seg at vurderingene som er gjort i disse beregningene er konservative da det er tatt utgangspunkt i "worst case" scenario, det vil si tankbrudd hvor all pentan i tanken renner ut i oppsamlingsarrangementet.

9.5.1 Tankbrudd pentantank med spredning av brennbar gassky

Utslippet er modellert som "stort, umiddelbart utslipp", det vil si at all pentan i tanken renner ut i oppsamlingsbassenget, men ikke antenner. Den beregnede utstrekningen av brennbar gassky er gitt i Tabell 9.3. Vindkategori er valgt til F og D (se forkortelser) for vindhastighet på henholdsvis 2 og 5 m/s (2-F og 5-D).

Tabell 9.3 - Maksimal avstand til brennbarhetsgrenser/sky med konsentrasjon lik IDLH-verdi (Immediately Dangerous to Life and Health)

Konsentrasjon (%)	Utstrekning konsentrasjon (m)	
	2-F	5-D
LFL (1,4)	100	93
UFL (7,8)	52	38

9.5.2 Tankbrudd pentantank med umiddelbar antenning:

Utslippet er modellert som "stort, umiddelbart utslipp", det vil si at all pentan i tanken renner ut i oppsamlingsbassenget og antenner umiddelbart. Den beregnede avstanden til de definerte varmefluksnivåene er gitt i Tabell 9.4.

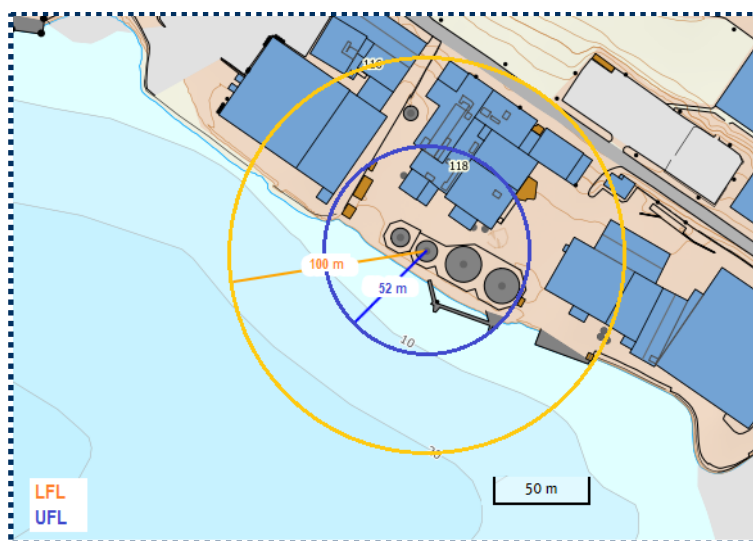
Det er antatt at mennesker har mulighet til å unnslipe røyken. På vindstille dager vil røyken stige vekk fra områder hvor mennesker oppholder seg. Ved vind vil røyken spres med vindretningen, og kan unngås ved å bevege seg bort fra området som røyken eksponerer.

Varmestråling fra branner er den viktigste årsaken til risiko for fataliteter (død). Branner som utvikler seg raskt kan gi dødelige strålingsdoser på flere titalls meter unna stedet for antennelsen skjedde i løpet av sekunder.

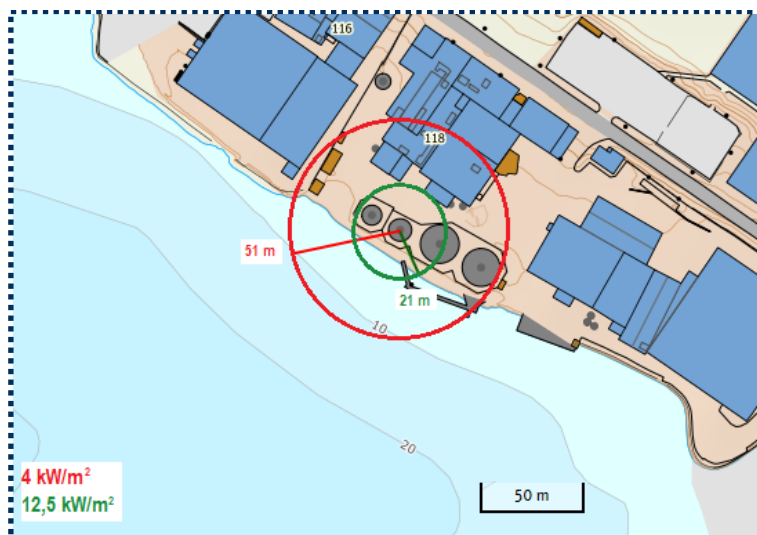
Tabell 9.4 - Maksimal avstand til varmefluksnivåer

Varmefluks (kW/m ²)	Utstrekning varmefluks (m)	
	2-F	5-D
4	44	51
12,5	17	21

Utstrekning av konsentrasjonene LFL (1,4 %) og UFL (7,8 %) er vist i Figur 9.14. Utstrekning av varmefluks er vist i Figur 9.15.



Figur 9.14 - Tankbrudd pentantank med spredning av brennbar gassky, vindkategori 2-F



Figur 9.15 - Tankbrudd pentantank med umiddelbar antenning, varmefluks, vindkategori 5-D

10 Endring i resultater sammenlignet med forrige rapport (2014)

Forrige oppdatering av risikoanalysen for Sunde er rapporten fra 2014, ref./11/. Risikoanalysen som foreligger nå bruker programvaren Safeti versjon 8.11 for å simulere hendelsene. Denne programvaren er oppdatert flere ganger av leverandøren siden forrige risikoanalyse ble utført for Sunde.

Maksimal eksponeringstid for personell som oppholder seg i nærheten av en ulykkeshendelse er økt i forhold til tidligere rapporter som er i samsvar med DSBs «Tema 13» ref./13/ og «Veilederen for kvantitative risikoanalyser» /20.

For tennsannsynlighet er det brukt tabellverdier fra OGP og satt tennsannsynlighet utenfor anleggene lik 1.

I denne analysen er import av pentan med tankbil tatt med og overutslippene fra lagringstankene i dagen situasjon er beregnet.

Disse endringene kan medføre forskjell i resultatene i selve basisen av analysen i forhold til forrige rapport, noe som medfører at risikokonturene får en noe større utbredelse.

10.1 Andre vurderinger

Eksplisjonsrisikoen for anlegget vurderes som meget lav og eventuelle konsekvenser ved høyt eksplosjonstrykk begrenses til anlegget.

Ved en eventuelt antent lekkasje av pentan i oppsamlingsarrangementet vil overføringsrørene mellom oppsamlingsbassengene for styren utsettes for varmelaster. Det er antatt at rørene vil være tomme i et slikt tilfelle. Dersom rørene blir utsatt for høye varmelaster over tid, er det rimelig å anta at integriteten til rørene og evt. ringmuren hvor de er festet kan miste sin integritet. Det vil i så fall være økt risiko for at pentan kan flyte over ringmuren og inn i oppsamlingsbassengene for styren.

11 Oppsummering

LR har i denne analysen vurdert risikoen av Sunde sitt anlegg i Spjelkavik slik det er i dag og med en ønsket fremtidig situasjon med oppgradert oppsamlingsarrangement for lagringstankene og pentan flyttet til tank TA02.tankarrangementet.

Risikobidraget fra Sunde mot tredjeperson er innenfor akseptkriteriene for risiko gitt av DSB for dagen situasjon og en fremtidig ønsket situasjon. Hovedbidragsyttere til risiko for tredjeperson er knyttet primært til tankanlegg med og uten overutslipp av pentan og styren til sjø. Risikoen er også knyttet opp mot aktiviteter på kai ved import av pentan og styren. Ved et stort slangebrudd på kai vil pentan eller styren kunne renne på sjøen og danne en pøl.

Oppsamlingsarrangementet rundt pentan- og styrentankene er planlagt oppgradert, og det forutsettes at oppsamlingsarrangementet etter oppgraderingen vil ha kapasitet til å romme lekkasjer fra tankbrudd fra respektive tanker.

En pølbrann av styren i oppsamlingsarrangementet som det er skissert i disse beregningene vil medføre store mengder helseskadelige biprodukter som brenngasser, røyk og spredning av lukt og sotpartikler. Det er derfor viktig at Sunde fortsetter ivaretagelsen av alle forebyggende- og konsekvensreducerende barrierer knyttet til utslipp og brann i forbindelse med kai- og tankanlegget for styren og pentan.

All bebyggelse ligger mer enn 200 m fra lagringstanken for pentan, derfor vil ikke pentantanken medføre en økt risiko for tredjeperson. Deler av Elegantegården ligger innenfor beregnet LFL, men dette er en del av industriområdet og ikke et boligområde. Det er ikke forventet at områder utenfor Sundes eget anlegg eksponeres for varmelaster over 4 kW/m². Dette betyr at sannsynligheten for umiddelbare fataliteter på områder utenfor Sundes (tredjeperson) er neglisjerbar.

De beregnede fareavstandene blir relativt korte til tross for det store utslippet da kokepunktet til pentan er høyere enn lufttemperaturen (36 °C). Det betyr at for avdampningsprosessen er tidkrevende dersom det ikke er en ekstern varmekilde som varmer opp et evt. utslipp (slik at temperaturen på væskene overstiger kokepunktet). Hendelsen med tankbrudd som er modellert i denne rapporten inntreffer svært sjelden.

Det er i tillegg viktig å merke seg at pentan er klassifisert som helseskadelig og ikke akutt giftig, som betyr at gassen kan medføre irritasjon i luftveiene, men sannsynligvis ikke umiddelbar død.

De beregningene som er gjort viser at risikoen for beboere i nærområdet til Sunde ikke påvirkes selv om volumet av pentan økes. Det vil ikke bli økt forbruk av pentan i fabrikken til Sunde og dermed vil det ikke bli større import av pentan til tanken og ikke større risiko for hendelser under importoperasjonene.

Effekten av plasseringen av pentantanken, tank TA01 eller TA02, er neglisjerbar i forhold til utbredelse av risikokonturene, se Figur 9.11 og Figur 9.12.

En fullstendig oppsamling av pentan, som gir et definert mindre areal for avdampning eller brann rundt tanken i tilfelle et stort utslipp, er den viktigste forbedringen og risikoreducerende tiltaket ved den planlagte oppgraderingen.

Foreslåtte risikoreducerende tiltak er gitt i etterfølgende kapittel 11.3.

11.1 Usikkerhet i analysen

Den største usikkerheten i studien er utstrekningen av brann på sjø som følge av overutslipp av pentan og styren (dagens situasjon) og ved utslipp av styren og pentan som følge av et slangebrudd på kaia (i dagens og fremtidig situasjon). Ved en hendelse med utslipp på sjøen er det sannsynlig at brannfarlig stoff danner en pøl. Det er vurdert at en brennbar pøl vil oppleve begrensinger i sin utstrekning.

Det er usikkerhet knyttet til utstrekningen av denne pølen (mengde, vindretning, bølgehøyde og andre klimatiske forhold) men en større pøl vil sannsynligvis få en utstrekning ut fra land.

Det vil i analysen være usikkerheter knyttet til valg av:

- Stabilitetsklasser for vindforhold
- Frekvensmodell
- Antenning; tenmodell.

11.2 Konklusjon

Med utgangspunkt gjennomførte risikoanalyse kan det konkluderes med at risikoen for Sundes anlegg er innenfor et akseptabelt risikonivå. Det konkluderes også med at det ikke medfører økt risiko for tredjeperson, at Sunde bytter pentan i tank TA01 til TA02, slik at volumet av pentan økes til maksimalt 1122 m³. Dette forutsetter at oppsamlingsarrangementet bygges om som planlagt og at farlig stoff ikke kan lekke utenfor oppsamlingsarrangementet.

11.3 Risikoreducerende tiltak

Aktuelle risikoreducerende tiltak kan være:

Nr.	Forslag og presisering av forutsetninger
1	Oppsamling for tankanlegg Det forutsettes at Sundes oppsamlingsarrangement rundt pentantanken og styrentankene etter oppgraderingen, vil ha kapasitet til å romme lekkasjer fra tankbrudd fra respektive tanker.
2	Det forutsettes av ny pentantank, TA02 vil få: <ul style="list-style-type: none">• Overrislingsanlegg på pentantanken, samt overrisling av begge de nærmeste styrentankene• TA02 vil få flytetak og alarmsystemer tilsvarende TA01• Lufteventil med flammesperre.• Indre flytetak for å redusere fordampningstapet.
3	Elegantegården Menneskene som oppholder seg i Elegantegården representerer tredjeperson for aktiviteten ved anleggene til Sunde. Sunde må fortsette å inkludere brukere av Elegantegården i sine beredskapsplaner og å holde området mot nabotomten fritt for brennbart materiale etc.
4	Kaiområdet Resultatene viser at frekvensen for uønskete hendelser er høyest ved lossing av pentan og styren. For å redusere konsekvensen ved lekkasjer ved lossing er et mulig tiltak å installere en forbedret oppsamlingsarrangementet under lossepunktet. Det eksisterer i dag et oppsamlingsarrangement, men dette er designet for å fange opp små lekkasjer for å lede disse til oljeutskiller, ikke forhindre spredning av større lekkasjer
5	Import av pentan med tankbil Det forutsettes at import av pentan med tankbil gjøres etter beste praksis.
6	Peroksidlageret I risikovurderingen gjort i 2010, ref. /8/, er det foreslått en del risikoreducerende tiltak i forbindelse med peroksidlageret. Disse tiltakene kan fortsatt anbefales selv om risikoen for eskalering til peroksidlageret ansees som neglisjerbar
7	Risikoanalyse av overføringsrør mellom oppsamlingsbassengene Det anbefales at det gjøres en risikovurdering av overføringsrørene mellom oppsamlingsbassengene med hensyn på hvordan de ivaretar sin integritet og funksjon i tilfelle en brann.

12 Referanser

- /1/ Lloyd's Register: "Sikkerhetsrapport 2017", rapport nr. 106740, 16. juni 2017.
- /2/ Scandpower as: "Brannrisiko for styren og pentan lagertanker hos Brødr. Sunde i Ålesund", teknisk notat 21.40.76, 1995.
- /3/ Scandpower as: "Risikoanalyse av Sunpor-anlegget ved Brødr. Sunde, Ålesund", rapport nr. 24.62.18/R1, 1999.
- /4/ Scandpower as: "Sikkerhetsrapport i henhold til Storulykkeforskriften", rapport nr. 70.500.002/R1, 1. september 2006.
- /5/ Scandpower as: "Risikovurdering av ny energisentral med olje og biobrensel som energibærere ved produksjonsanlegget til Brødr. Sunde as i Ålesund", rapport nr. 70.500.012/R2, 31. mars 2008.
- /6/ Scandpower as: "Sikkerhetsrapport for produksjonsanlegget til Brødr. Sunde as", rapport nr. 70.500.007/R1, 19. september 2007 og 11. juni 2008.
- /7/ Scandpower as: "Risikovurdering av utvidet tankkapasitet for pentan ved produksjonsanlegget til Brødr. Sunde as i Ålesund", rapport nr. 70.500.016/R1, 29. august 2008.
- /8/ Scandpower as: "Risikoanalyse av tank- og produksjonsanlegg for EPS ved Brødr. Sunde as i Spjelkavik", rapport nr. 99.500.004/R1 og teknisk notat TN-1, 24. august 2010.
- /9/ Scandpower as: "Sikkerhetsrapport for produksjonsanlegg til Brødr. Sunde as i henhold til Storulykkeforskriften", rapport nr. 99.500.004/R2, 26. august 2011.
- /10/ Scandpower as: "Risikovurdering av flytting av peroksidlager ved produksjonsanlegget til Brødr. Sunde", teknisk notat 102640/TN-1, 8. juni 2012.
- /11/ Lloyd's Register: "Oppdatert risikoanalyse av tank- og produksjonsanlegget for EPS hos Brødr. Sunde as i Spjelkavik", rapport nr. 104147/R1 og "Frekvens- og konsekvensberegninger", teknisk notat nr. 104147/TN-1, juli 2014.
- /12/ Applus RTD: "Inspection of Tank TA01", tilstandskontrollrapport, 31. juli 2013.
- /13/ DSB: "Sikkerheten rundt anlegg som håndterer brannfarlige, reaksjonsfarlige, trykksatte og eksplosjonsfarlige stoffer, kriterier for akseptabel risiko", TEMA 13, mai 2013
- /14/ Lloyd's Register: "Risikovurdering av utvidet tank-kapasitet for pentan, oppdatering 2017", rapport nr. 106740/R2 pentan, 27. juni 2017.
- /15/ DSB: "Forskrift om tiltak for å forebygge og begrense konsekvensene av storulykker i virksomheter der farlige kjemikalier forekommer (Storulykkeforskriften)", 01.06.2017.
- /16/ DSB: "Temaveiledning om omtapping av farlig stoff", desember 2011.
- /17/ DSB: "Temaveiledning for oppbevaring av farlig stoff –Tankanlegg-atmosfæriske tanker, etc.", mai 2011.
- /18/ DSB: "Forskrift om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen", 08.06.2009.
- /19/ Kartverket: norgeskart.no
- /20/ DSB: "Retningslinjer for kvantitative risikovurderinger for anlegg som håndterer farlig stoff", Lloyd's Register, 2017.

- /21/ GexCon: "Sammendrag og konklusjon av GexCon sin risikoanalyse for eksplosjonsfare ved Brødr. Sundes polymerfabrikk i Ålesund", ref. nr. GexCon-2010-F45698-TN-1, rev. 02, 20. august 2010.
- /22/ Scandpower as: "Technical Note No. 6, Loss of containment, Risk analysis of Kårstø gas processing plant", teknisk notat nr. 101575/TN-6, 26. april 2012.
- /23/ NORSAR: "Jordskjelv.no", URL: <https://www.jordskjelv.no/>
- /24/ Kartverket.no, sehavnivå: <https://www.kartverket.no/sehavniva/se-havniva-i-kart/?activeLayers=Stasjoner&zoom=18¢er=54736,6955261&locationId=526651&aar=2017&margin=0&code=200YMAX>
- /25/ Scandpower as: "ULF (Utregning av Lekkasje frekvenser)-regneprogram", rev. 2, 2012.
- /26/ Det Norske Veritas: Technical Report "Energy Report Offshore QRA – Standardised Hydrocarbon Leak Frequencies", rapport nr. 2008-1768/1241Y35-14, rev. 1, 16. januar 2009 og Appendices "Offshore QRA -Standardised Hydrocarbon Leak Frequencies" rapport nr. 2008-1768/ 1241Y35-16, rev. 1, 19. mai 2009
- /27/ VROM: "PSG 3 - Guideline for quantitative risk assessment (Purple Book)", 2005.
- /28/ RIVM, "Reference Manual Bevi Risk Assessments", 01.07.2009.
- /29/ Meteorologisk institutt: <http://eklima.met.no>.
- /30/ Miljødirektoratet: "Forskrift om begrensning av forurensning (forurensningsforskriften)", FOR-2013-07-03-1009, 1. januar 2014.
- /31/ DSB: "Veiledning til forskrift 8. juni 2009 om håndtering av brannfarlig, reaksjonsfarlig og trykksatt stoff samt utstyr og anlegg som benyttes ved håndteringen (forskrift om håndtering av farlig stoff)", 7. september 2010.
- /32/ International association of oil and gas producers (OGP) Risk assessment data directory: "Ignition probabilities", rapport nr. 434-6, 2010.
- /33/ TNO Purple Book: "Guideline for Quantitative Risk Assessment", desember 2005.
- /34/ Centers for Disease Control and Prevention: "Documentation for Immediately Dangerous to Life and Health Concentrations (IDLH), Styrene", data hentet 23. juni 2010.
- /35/ ScienceLab.com: "Material Safety Data Sheet Pentane", data hentet 24. juni 2010.