



Universitetet
i Stavanger

**DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS
MASTEROPPGAVE**

STUDIEPROGRAM: Master i Økonomi

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING:
Risikostyring

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? Nei
(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL:

Risikovurdering av mottak og lagring av slopvann hos SAR Treatment AS – Barrierestyring

ENGELSK TITTEL:

Risk Assessment of Reception and Storage of Slopwater at SAR Treatment AS – Barrier Management

FORFATTER: Peter Løken Nilsson

VEILEDERE:

Studentnummer:

956668

.....

Navn:

Peter Løken Nilsson

.....

Jan Erik Vinnem

.....

Martin Severin Løklingholm

.....

OPPGAVEN ER MOTTATT I TO – 2 – INNBUNDNE EKSEMPLARER

Stavanger,/..... 2013

Underskrift administrasjon:.....

Forord

Risikovurdering av mottak og lagring av slopvann hos SAR Treatment AS – Barrierestyring er skrevet som den avsluttende oppgaven på Masterstudiet i Økonomi, med spesialisering i Risikostyring, ved Universitetet i Stavanger. Oppgaven er skrevet våren 2013 i samarbeid med SAR Treatment AS og Nature Oil and Gas AS.

Jeg vil takke Jan Erik Vinnem, professor II ved Teknisk Naturvitenskapelig Fakultet på UiS, for svært god faglig veiledning og oppfølging, samt flere interessante diskusjoner.

Jeg vil takke Martin Severin Løklingholm, operasjonsleder, hos Nature Oil and Gas AS, for god oppfølging og veiledning. Jeg er svært takknemlig for tiden som ble satt av til oppgaven.

Jeg vil takke alle ansatte hos SAR Treatment AS som har tatt seg tid til å stille opp på spørreundersøkelsen og svart på spørsmål gjennom hele prosessen.

Til slutt vil jeg rette en stor takk til Dag Løken og Bente Nilsson, mine foreldre, for gjennomlesning av oppgaven og som motivatorer det siste halvåret.

Peter Løken Nilsson,

Stavanger, juni 2013

Sammendrag

Bakgrunn for oppgaven er at avfallsindustrien har fått mye kritikk de siste årene etter flere alvorlige ulykker, og tilsynsmyndighetene stiller spørsmål til om risikonivået er akseptabelt. Petroleumstilsynet (Ptil) har vært aktive med å utarbeide prinsipper for barrierestyling etter storulykker hvor barrieresvikt var medvirkende faktorer. Det var av den grunn interesse for å se om noe av dette kunne implementeres hos SAR Treatment AS (SART) i avfallsindustrien.

Formålet med denne oppgaven ble dermed å gjennomføre en overordnet risikovurdering av mottak og lagring av slopvann på SART, med fokus på barrierer. Slopvann er definert som farlig avfall fra petroleumsvirksomhet.

Opgaven er bygget opp slik at leseren innledningsvis får et innblikk i begrepsbruk og definisjoner knyttet til risiko og sannsynlighet. Risikostyringsprosessen redegjøres med utgangspunkt i ISO 31 000 som suppleres med analyseverktøy. Barrierer og begrepsbruk redegjøres sammen med Ptil's prinsipper for effektiv barrierestyling.

For å danne et grunnlag for Human and Organizational Factors (HOF) i risikoanalysen, og for å si noe om barrierereytelse, ble det gjennomført en spørreundersøkelse, Operasjonell Tilstand Sikkerhet, med de ansatte hos SART. Resultatene indikerer at forhold som opplæring og kompetanse, sikkerhetskultur og arbeidsforhold er gode, men det foreligger faktorer som kan være med å svekke eksisterende barrierer. Dette er faktorer som påvirker både sannsynlighets- og konsekvensreducerende barrierer.

Systemet for mottak og lagring blir delt inn i subsystemer for å forenkle analyseprosessen, og for å oppnå et større detaljnivå. I risikoidentifiseringen blir hendelsene lekkasje og brann/eksplosjon identifisert med tanke på henholdsvis miljø- og personellrisiko.

Risikoanalysen gjennomføres som en Hazard and Operability Study (HAZOP) med lekkasje og brann/eksplosjon som utgangspunkt for initierende hendelser. HAZOP'n bygger på observasjoner på anlegget, samtaler med prosessoperatører og et HAZOP-møte med guideord og tilhørende diskusjoner. Analysen tar hensyn til HOF, og resultatene fra spørreundersøkelsen blir anvendt som Risiko Influerende Faktorer (RIF) overfor eksisterende barrierer. Resultatene fra HAZOP blir presentert i bow-tie diagrammer, slik at beslutningstakerne får et større innsyn i årsak-/konsekvensforholdene til ulike subsystemer.

Innledningsvis i risikoevalueringen er en risikomatrise hvor alle resultatene fra analysen samles for å gi et overordnet risikobilde. Usikkerhet i analysen synliggjøres og kommuniseres overfor beslutningstakere så de er bekjent med analysens styrker, svakheter og begrensninger. Det foreligger ingen risikoakseptkriterier, og av den grunn utføres det en bred "As Low As Reasonable Practicable" (ALARP)-vurdering. Det presenteres flere tiltak som anbefales implementert hos SART. På bakgrunn av dette konkluderes det med at risiko overfor miljø og personell ikke er ALARP.

En risikovurdering uten bruk av risikoakseptkriterier er fullt mulig. Arbeidet til Terje Aven og Jan Erik Vinnem trekkes fram i diskusjonen og underbygger dette. I diskusjonen påpekes det også at annen metodebruk som å kombinere Barrier and Operational Risk Analysis (BORA) sammen med HAZOP kunne vært mer formålstjenelig for å opprettholde fokus på barrierer.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	- 6 -
1.1	Bakgrunn	- 6 -
1.2	Mål med oppgaven	- 6 -
1.3	Innhold.....	- 7 -
1.4	Begrensninger	- 7 -
1.5	Forkortelser og begreper.....	- 8 -
2	Risiko og sannsynlighet	- 10 -
2.1	Risikobegrepet	- 10 -
2.2	Sannsynlighet.....	- 12 -
3	Risikostyring og metodikk	- 15 -
3.1	Risikostyringsprosessen.....	- 15 -
4	Barrierestyring.....	- 20 -
4.1	Barrierer.....	- 20 -
4.2	Barrierestyringsprosessen	- 21 -
5	SAR Treatment AS.....	- 27 -
5.1	Slop vann	- 27 -
5.2	Prosessteknologi ved SART	- 28 -
5.3	Transport og regulering	- 29 -
5.4	Mottak av slop vann	- 30 -
5.5	Delprosess.....	- 31 -
5.6	Barrierer ved SART	- 32 -
6	Ulykker i Norge.....	- 36 -
6.1	Vest Tank Sløvåg – mai 2007.....	- 36 -
6.2	SAR Averøy – mai 2008	- 37 -
6.3	Oleon – august 2011	- 37 -
7	Risikoidentifisering	- 38 -
7.1	Subsystemer.....	- 39 -
7.2	Guideord	- 40 -
7.3	Identifiserte hendelser.....	- 40 -
8	Risikoanalyse	- 41 -
8.1	Spørreundersøkelsen “Operasjonell tilstand sikkerhet”	- 41 -
8.2	HAZOP	- 42 -
8.3	Bow-tie	- 44 -
9	Risikoevaluering.....	- 59 -
9.1	Risikomatrise	- 59 -
9.2	Usikkerhet.....	- 61 -
9.3	ALARP-vurdering av personellrisiko.....	- 62 -
9.4	ALARP-vurdering av miljørisiko	- 63 -
9.5	Prioriteringsliste.....	- 68 -
9.6	RIF.....	- 69 -
9.7	Tidligere ulykker	- 70 -
10	Diskusjon.....	- 71 -
10.1	Risikoanalyse.....	- 71 -
10.2	Risikoevaluering.....	- 72 -

10.3	Barrierer.....	- 73 -
10.4	RIF og indikatorer	- 75 -
10.5	Akseptkriterier	- 76 -
10.6	Måloppnåelse i oppgaven	- 79 -
10.7	Validitet	- 81 -
11	Konklusjon	- 82 -
11.1	Forslag til videre arbeid	- 82 -
12	Referanser.....	- 83 -
	Appendix A – Oversikt GA.....	- 86 -
	Appendix B – Deklarasjon	- 86 -
	Appendix C – Mottak PFD.....	- 88 -
	Appendix D – Guideord	- 89 -
	Appendix E – Spørreundersøkelse	- 91 -
	Appendix F – HAZOP.....	- 96 -
	Appendix G – Forurensning	- 109 -
	Appendix H – Tilkoblingspunkter og ventiler GA.....	- 112 -

Figurliste

Figur 1	Barrierestyringsprosessen (Petroleumstilsynet, 2013)	- 21 -
Figur 2	PFD over mottak av slopvann hos SART	- 38 -
Figur 3	Forklaring av bow-tie	- 45 -
Figur 4	Risikomatrise	- 59 -

Tabelliste

Tabell 1	Oversikt over konsekvens og sannsynlighet	- 43 -
Tabell 2	Usikkerhetsvurdering av analysert risiko	- 61 -

1 Innledning

Hensikten med dette kapittelet er å beskrive bakgrunnen for valgt oppgave, forklare hovedmål og delmål sammen med de begrensninger og forutsetninger som er gjort.

1.1 Bakgrunn

Avfallsindustrien som blant annet mottar og behandler avfallet fra petroleumsvirksomheten, har de senere år fått mye oppmerksomhet i media. Dette er først og fremst negativ oppmerksomhet. Det har vært alvorlige ulykker hvor både menneskeliv har gått tapt og lokalbefolkningen har blitt sjuke. Tilsynsmyndighetene, Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), har gått ut med bekymringsmeldinger på bakgrunn av et risikonivå de mener er for høyt.

Nature Oil and Gas AS, hvor forfatter har jobbet deltid ved siden av masterstudiene, er deleier i et selskap som mottar og behandler en stor del av dette avfallet. Dette selskapet er SAR Treatment AS (SART), og de har vært en ledende avfallsaktør siden starten av 2000-tallet. Med denne linken ble det tidlig tatt interesse for å gjennomføre en risikovurdering knyttet til mottak og lagring av farlig avfall. Dette ble også godt mottatt av SART, som har vært positive gjennom hele arbeidsprosessen. Farlig avfall som er av interesse i oppgaven, er en væske med olje-i-vann-emulsjon, tungmetaller og andre skadelige stoffer. Dette omtales som slop eller slopvann.

Gjennom masterstudiet har forfatter tilegnet seg kunnskap om risikoanalyser og sikkerhetsarbeidet i petroleumsvirksomheten. Det var av den grunn ønskelig å benytte denne kunnskapen ved å gjennomføre en risikovurdering, og samtidig se om det kunne trekkes erfaringer fra dette sikkerhetsarbeidet over i avfallsindustrien.

Høyt sikkerhetsnivå og risikostyring har lenge vært sentrale stikkord for petroleumsvirksomheten på norsk sokkel. Petroleumstilsynet (Ptil) har de senere årene allikevel påpekt behovet for barrierestyring, og det er utviklet prinsipper som går på styring og overvåking av barrierer. Dette er et direkte resultat av storulykker og forløp til storulykker der en har sett at svikt i barrierer var en medvirkende faktor. Storulykken i Mexicogulven med Deepwater Horizon var en av de utløsende hendelsene som medførte økt fokus på barrierestyring fra Ptil sin side.

1.2 Mål med oppgaven

Hovedmålet med oppgaven er å utføre en overordnet risikovurdering av mottak og lagring av slopvann hos SART, med fokus på barrierer.

Under er delmål som skal besvares, definert:

- Er risikonivået ved mottak og lagring akseptabelt?
- Kan prinsipper om barrierestyring utarbeidet av Ptil være formålstjenelig for SART?
- Er tidligere ulykker i bransjen reelle scenarioer hos SART?

1.3 Innhold

Kapittel 2 forklarer begreper knyttet til risiko og sannsynlighet. Ulike perspektiv synliggjøres og forklares. Det vises også til hvilke tilnærminger oppgaven legger til grunn for risiko og sannsynlighet.

Kapittel 3 redegjør for risikostyringsprosessen med utgangspunkt i ISO 31 000. Analyseverktøy og risikostyringsprinsipper som ALARP og føre-var presenteres også.

Kapittel 4 redegjør for Petroleumsstilsynet sine prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten. Analyseverktøy presenteres også.

Kapittel 5 utreder analyseobjektet SART, gjeldende regelverk for transport og lagring av farlig avfall redegjøres, og eksisterende barrierer ved SART defineres.

Kapittel 6 utreder for tre ulykker som har forekommet i forbindelse med farlig avfall eller mottak- og behandlingsanlegg for farlig avfall i Norge.

Kapittel 7 er en risikoidentifisering for mottak og lagring av slopvann hos SART.

Kapittel 8 presenterer resultatene fra spørreundersøkelsen “Operasjonell tilstand sikkerhet”. Utførelse og gjennomføring av HAZOP med utgangspunkt i risikoidentifiseringen forklares. Alle resultatene fra HAZOP presenteres i bow-tie diagrammer.

Kapittel 9 er en risikoevaluering som presenterer et overordnet risikobilde, det er ALARP-vurderinger av identifisert risiko og det presenteres flere tiltak for risikoreduksjon. Det er en diskusjon rundt de tre ulykkene og hvorvidt de er reelle scenarior for SART.

Kapittel 10 er en diskusjon rundt metode og begrepsbruk i risikoanalysen. Det er en diskusjon ved bruken av akseptkriterier og ALARP-prinsippet som bygger på arbeidet til T. Aven og J. E. Vinnem. Avslutningsvis er det en diskusjon rundt måloppnåelse og validitet i oppgaven.

Kapittel 11 presenterer konklusjoner for hovedmål og delmål. Videre arbeid foreslås også.

1.4 Begrensninger

Risikovurderingen av SART begrenses til å omhandle lagring på hovedtankene og tre ulike mottaksoperasjoner, tankskip, tankbil og SAR-tanker. Det tas ikke høyde for eventuelle ulykker om bord på tankskip eller tankbil under lossing. Det tas heller ikke høyde for eventuelle ulykker ved tankene til SAR AS inne i ringmuren. Risiko som skal vurderes, er overfor miljø og personell. Mer detaljerte forutsetninger til analysen presenteres i kapittel 8.2.2.

1.5 Forkortelser og begreper

ADR	–	Den europeiske avtale om internasjonal veitransport av farlig gods
Aerob	–	Nedbrytning med luft
Anaerob	–	Nedbrytning uten luft
ALARP	–	“As Low As Reasonable Practicable”, et prinsipp som innebærer å redusere risiko så langt som praktisk mulig
Barg	–	Bar Gauge, overtrykk
BORA	–	Barrierer og Operasjonell Risikoanalyse
CFD	–	Computational Fluid Dynamics, dataprogramvare
Diffuser	–	En perforert membran som brukes for å fordele luft i en bioreaktor
DFU	–	Definerte fare- og ulykkessituasjoner
Ex/ATEX	–	En betegnelse på områder med eksplosive atmosfærer, ex deles inn i soner som 0, 1, 2. Alt utstyr i disse sonene skal være ex-godkjent for å forhindre at de er potensielle antenneskilder.
EAL	–	Den Europeiske Avfallslisten
FAR	–	Fatal Accident Rate, en forventningsverdi på antall drepte per 100millioner eksponerte timer
FLACS	–	FLame ACceleration Simulator
FMECA	–	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis
GA	–	General Arrangement
HAZOP	–	Hazard and Operability Study, fare- og operabilitetsstudie
HMI	–	Human Machin Interface, en del av systemet som er grensesnittet mellom mennesker og teknisk utstyr
HOF	–	Human and Organizational Factors, menneskelige og organisatoriske faktorer
ICAF	–	Implied Cost of Averting a Fatality , implisitt kostnad av å forhindre et statistisk dødsfall
IR	–	Individual Risk, individuell risiko, sannsynligheten for at en spesifikk person blir drept i løpet av eksempelvis ett år.
IRIS	–	International Research Institute of Stavanger
ISO	–	International Organization for Standardization
LEL	–	Lower Explosive Limit, nedre eksplosive grense
Norsok	–	Norsk sokkels konkurranseposisjon
NWEA	–	North West European Area, Retningslinjer for sikker styring av

		offshore forsyning
NPV	–	Net Present Value, netto nåverdi
OED	–	Olje- og Energidepartementet
PFD	–	Prosessflytdiagram
PLS	–	Programmerbar Logisk Styring
Ptil	–	Petroleumstilsynet
QRA	–	Quantitative Risk Assessment, kvantitativ risikovurdering
RNNP	–	Risikonivå i Norsk Petroleumsvirksomhet, en rapport som utarbeides årlig
RIF	–	Risk Influencing Factors, risikoinfluerendefaktorer
SART	–	SAR Treatment AS
SJA	–	Safety Job Analysis, sikker jobbanalyse
Slopvann	–	Avfallsvann med innhold av oljemulsjoner, tungmetaller og andre skadelige stoffer. Slopvann er kategorisert som farlig avfall.
SWIFT	–	Structured What If Analysis, strukturert “hva hvis” analyse
TOC	–	Total Organisk Karbon
UEL	–	Upper Explosive Limit, øvre eksplosive grense
VHF	–	Very High Frequency, radiosamband

2 Risiko og sannsynlighet

Utgangspunktet for dette kapitlet er å klargjøre begrepet risiko og redegjøre for ulike tolkninger av sannsynlighet. Når en vurderer risiko, er det helt elementært å ha en konsensus til tilnærminger av sentrale begreper og tankegang. Resultater og hva de betyr, må også kunne forklares på en måte som er forståelig for beslutningstagerne.

2.1 Risikobegrepet

Risiko er et gammelt begrep og stammer helt tilbake til 1200-1300 tallet. Risiko kommer fra det italienske språket der det uttrykkes “risicare” som betyr *å våge* (Aven, 2007).

Ingen aktiviteter kan gjennomføres uten at det foreligger risiko. Det vil alltid være et eller flere utfall som ikke er ønskelig. Risiko blir ofte forbundet med noe negativt, noe en vil unngå, redusere eller styre vekk fra om mulig. Tilfellet er at risiko vel så gjerne kan være noe positivt. Hva som er negativt for noen, kan være positivt for andre. I denne oppgaven vil begrepet risiko tolkes som noe negativt, og begrepet “muligheter” brukes for positiv risiko. Fokus vil være å finne alle relevante konsekvenser, vurdere usikkerhet og tildele sannsynligheter.

Kommunikasjon av risiko og usikkerhet på en god måte er viktig. Avhengig av fagområde og tradisjon varierer forståelsen av risiko i stor grad. Dette kan skape forvirring blant analytikere og beslutningstagerne. Resultatet av dette kan bli dårlig eller manglende kommunikasjon. To ulike tilnærminger med to faggrupper som ofte jobber i team, er ingeniører og økonomer. I følge T. Aven (Aven, 2007) ser ingeniøren på risiko som forventet tap (verdi), det vil si tap (verdi) multiplisert med sannsynligheten for tapet. Økonomen ser på den matematiske usikkerheten rundt forventningsverdien, det vil si variansen eller standardavviket til forventningsverdien.

Dette kan føre til misforståelser. Mens ingeniøren omtaler risikoen som høy, kan økonomer omtale risikoen som lav. I utgangspunktet diskuterer de den samme aktiviteten, men med ulike tilnærminger til begrepet risiko.

2.1.1 Definisjoner

Et begrep, flere definisjoner. J.E. Skogdalen har oppsummert ti vanlige definisjoner på risiko (Skogdalen, 2011):

1. Risiko er det samme som forventet tap, $E[C] = \sum_{i=1}^n c_i * p_i$
2. Risiko er det samme som forventet unytte (disutility)
3. Risiko er sannsynligheten for et negativt utfall
4. Risiko er et mål på sannsynligheten og alvorlighetsgraden til uønskede hendelser
5. Risiko er en kombinasjon av sannsynlighet og omfanget av konsekvensene
6. Risiko er lik tripletten (S_i, p_i, c_i) , der S_i er det i -te scenariet, er p_i sannsynligheten for et scenario, og c_i er konsekvensen av den i -te scenariet, $i = 1, 2, \dots, N$
7. Risiko er lik den todimensjonale kombinasjonen av hendelser/konsekvenser og tilhørende usikkerhet (vil hendelsene inntreffe, hva vil konsekvensene bli)
8. Risiko refererer til usikkerheten for utfallet, handlinger og hendelser
9. Risiko er en situasjon eller hendelse der noe mennesker verdsetter står på spill og hvor utfallet er usikkert
10. Risiko er en usikker konsekvens fra en hendelse eller aktivitet med hensyn til noe som mennesker verdsetter

Som det kommer frem her, eksisterer det flere definisjoner på risiko. Skogdalen deler ovennevnte grovt inn i to hovedkategorier:

- (1) risiko er uttrykt gjennom sannsynligheter og forventningsverdier gitt ved definisjoner 1 til 6, og
- (2) risiko er uttrykt gjennom hendelser/konsekvenser og usikkerhet gitt ved definisjoner 7 til 10 (Skogdalen, 2011).

Risiko i kategori (1) defineres ved (A, C, P) og/eller forventet verdi (E) . A refererer til hendelsen, C er mulige konsekvenser av A , og P er sannsynligheten for ulike verdier av C .

Risiko i kategori (2) defineres ved (A, C, U) . A refererer til hendelsen, C er mulige konsekvenser av A , og U er usikkerheten for hvilken verdi C vil ta.

Av oversikten er sannsynlighet det dominerende verktøyet for å måle usikkerhet i risikoanalyser. Mange fagspesialister, deriblant T. Aven, mener allikevel at dersom en hopper direkte til sannsynligheter i en sikkerhetssammenheng, uten å ta hensyn til usikkerhet, utelates det viktige elementer ved antagelser og forutsetninger (Aven, 2008). Usikkerhet er ofte gjemt i bakgrunnskunnskapen og blir ikke tatt høyde for. Det kan medføre et risikobilde som ikke er fullstendig, og store overraskelser i forhold til det som presenteres av mulig risiko, kan bli et faktum.

T.Aven definerer videre risiko som (A, C, U) : “(U) Usikkerheten om og alvorlighetsgraden til (C) konsekvensene av en (A) aktivitet”, alvorlighetsgraden refererer til intensitet, størrelse, osv i forhold til noe som mennesker verdsetter (miljøet, menneskeliv, penger, osv) (Aven, 2008). Denne definisjonen er slik forfatteren vil tilnærme begrepet risiko på i oppgaven. Med denne tilnærmingen beskriver T. Aven risiko ved (A, C, U, P, K) (Aven, 2008):

- A er hendelsen
- C er mulige konsekvenser av hendelse A
- U er usikkerheten knyttet til A vil inntreffe og hvilken verdi C vil ta
- P er sannsynlighet og et verktøy for å uttrykke U
- K er all tilgjengelig kunnskap, bakgrunnskunnskap, m. m

Siden risiko beskriver noe som forholder seg til fremtiden, vet en ikke i dag om hendelse A vil inntreffe, eller hva utfallet C blir. Det er usikkerhet knyttet til A og C. Vil A inntreffe, og hva blir C? Hvor sannsynlig utfallet er, bruker en sannsynlighet basert på K til å uttrykke.

Et eksempel for å illustrere denne tilnærmingen: Gasslekkasje på plattform X.

A: Det forekommer en gasslekkasje i løpet av neste år på plattform X.

C₁: Lekkasjen antennes ikke. OK.

C₂: Lekkasjen antennes, men slukkes. Materielle skader.

C₃: Lekkasjen antennes etter 3 minutter, og en eksplosjon oppstår. 0-3 omkommer, samt store materielle skader.

U: En vet ikke i dag hvorvidt A vil inntreffe i løpet av neste år, og en vet ikke hvorvidt C₁, C₂, eller C₃ inntreffer. Det er dermed usikkerhet knyttet til A og C.

P: Basert på vår kunnskap (K) om omstendighetene rundt gasslekkasjer på plattform X og andre relevante faktorer kan en uttrykke vår grad av tro til hvorvidt A og C_i vil inntreffe med sannsynligheter. F. eks $P(A|K)=0.001$ og $P(C_i|A,K) = 0.005$. Symbolet | leses som “gitt”. C_i gitt A og K. $i=1,2,3$.

2.2 Sannsynlighet

En sentral og vanskelig oppgave i risikoanalyser er å tildele og formidle sannsynligheter. Mange anser sannsynligheter i sikkerhetssammenheng som objektive. Antakeligvis brukes dette i stor grad da det antas å øke troverdigheten til estimatene overfor beslutningstakerne. En objektiv verdi oppfattes som mer vitenskapelig korrekt og gir antatt beste indikasjon på for eksempel risikonivået på en plattform. Sannsynligheter som ikke er objektive, omtales som subjektive og uttrykkes som risikoanalytikerens grad av tro til hendelsen som er av interesse, f. eks risikonivået på en plattform.

Primært to tolkninger anses som objektive, klassisk og frekvens. Begge baseres på at det eksisterer en sann verdi som en i dag ikke vet, men estimerer ved hjelp av sannsynlighetsmodeller. Differansen mellom resultatet fra modellen og faktisk verdi omtales som aleatorisk eller stokastisk usikkerhet.

2.2.1 Klassisk

Klassisk fortolkning av sannsynlighet baseres på arbeidet til LaPlace fra tidlig 1800-tallet og sier at sannsynligheten for en hendelse A er $P(A) = \text{antall utfall som resulterer i } A / \text{totalt antall utfall}$ (Aven, 2010). Det innebærer et endelig antall utfall hvor sannsynligheten for utfallene må være like. Spesielt kritisk er prinsippet om at sannsynligheten for utfallene må være like. Dersom det ikke foreligger bevis for favoriserte utfall, kan dette prinsippet antas å være oppfylt (Aven, 2010). F. eks kast med en “fair” terning, $P(\text{terning viser } 3) = 1 / 6$. Her vet en at terningen kun har seks mulige utfall, og sannsynligheten ($1 / 6$) for utfallene er like ved hvert kast.

2.2.2 Frekvens

Frekvensbasert fortolkning av sannsynlighet er en videreutvikling av den klassiske fortolkningen og et resultat av arbeidet til blant annet J. Neyen og E. Pearson (Neyman, 1977). Sannsynligheten for en hendelse A , også omtalt som sjanse, er $P_f(A) = n_A / n$, når n forsøk går mot uendelig (Neyman, 1977). $P_f(A)$ er med andre ord fraksjonen av gangene hendelse A forekommer i n antall forsøk hvor A kunne ha forekommet. Forutsetningene for denne fortolkningen er at forsøkene må være uavhengige, antall forsøk må repeteres under identiske forhold, og sannsynligheten for A må være tilstede og lik i alle forsøk (Neyman, 1977).

Frekvensbasert fortolkning bygger på det som i statistikken omtales som “the law of large numbers” (Aven, 2010). F. eks kast med en “fair” mynt, $P(\text{mynten viser kron}) = 1 / 2$. Det vil si, dersom en “fair” mynt flippes på samme måte et antall ganger som går mot uendelig, vil en få kron halvparten av gangene mynten flippes.

2.2.3 Subjektiv

Subjektiv sannsynlighet, også omtalt som kunnskapsbasert sannsynlighet, er en fortolkning av at sannsynligheter bygger på analytikerens grad av tro (Aven, 2010). Graden av tro baseres på all tilgjengelig kunnskap om det som analyseres. Sannsynligheten for en hendelse A skrives $P(A|K)$ (Aven, 2008). K er som tidligere nevnt, bakgrunnsinformasjonen som analytikeren bruker for å tildele sannsynligheten.

For å beskrive hva sannsynligheten er, for eksempel overfor beslutningstagerne, refererer D. Lindley til en urnestandard; *“hvis en person/analytiker tildeler en sannsynlig på 0.2 for hendelse A, sammenligner han eller hun hans/hennes usikkerhet (grad av tro) med A å inntreffe som å trekke en spesifikk ball ut av urne som inneholder fem baller”* (Lindley, 2006).

Med subjektiv fortolkning av sannsynlighet finnes ikke sanne verdier til hendelser. Det finnes dermed heller ikke aleatorisk usikkerhet. Det vil si den usikkerheten som er tilstede, er i så fall epistemisk og innebærer mangel på kunnskap om hendelse A .

2.2.4 Sannsynlighet i en sikkerhetssammenheng

I en sikkerhetssammenheng er hendelsene som analyseres, som regel unike, og det er mange variabler som kan påvirke utfallet. Det innebærer at forsøk ikke kan gjentas om igjen og om igjen under identiske forhold som i et mynt- eller terningkast.

Ovenfor ble det gitt en liten redegjørelse for tre ulike fortolkninger av sannsynlighet, og alle tre er absolutt korrekte under gitte forutsetninger. Når en analyserer risiko i en sikkerhetssammenheng, vil den subjektive eller kunnskapsbaserte fortolkningen i de fleste tilfeller være mest korrekt, fordi en analyserer unike hendelser som ikke lar seg repetere mot uendelig. Selv om klassisk og frekvensbasert fortolkning generelt ikke er korrekte, skal de allikevel ikke utelukkes da de kan benyttes når forutsetningene kan forsvares, også i en sikkerhetssammenheng.

Hvis en går tilbake til eksempelet med hendelsen “Gasslekkasje på plattform X”, kan det utdypes ytterligere. Hvordan skal en kunne definere et endelig antall utfall fra hendelsen gasslekkasje som er like sannsynlig? Eller, hvordan skal en definere et uendelig antall plattform X med identiske forhold, samme besetning, tilsvarende risikopåvirkende faktorer og identisk sikkerhetskultur, m.m.? Dette blir naturligvis vanskelig.

Analytikeren kan uttrykke sin grad av tro for at hendelsen inntreffer gjennom å tildele subjektive sannsynligheter som bygger på all tilgjengelig kunnskap. For å uttrykke hva sannsynligheten er overfor beslutningstagere, kan urnestandarden til D. Lindley benyttes.

3 Risikostyring og metodikk

Et næringsliv som stadig utvikles, og et samfunn i kontinuerlig endring, behovet for risikostyring har aldri vært større. Store tap, ulykker og katastrofer kan være utfall av dårlig eller fraværende styring av risiko. T. Aven påpeker; *“ved å ta de riktige beslutningene kan vi øke sjansen for å oppnå ønskede utfall av våre aktiviteter”* (Aven, 2007). Risikostyring er alle de aktiviteter og tiltak som utvikles og implementeres for å styre risiko i en organisasjon (Aven, 2007).

Gjennom en systematisk risikostyringsprosess vil man skape og opprettholde et solid grunnlag for beslutninger. Dette kapitlet vil redegjøre for risikostyringsprosessen, først og fremst med utgangspunkt i ISO 31 000, men Norsok Z-013 vil også trekkes inn ved behov. Relevant risikoanalyseverktøy og metodikk utredes. Dette vil utgjøre deler av grunnlaget for risikoanalysen av SART.

3.1 Risikostyringsprosessen

Risikostyringsprosessen innebærer å ta i bruk logiske og systematiske metoder for hovedsakelig fem iterative steg/aktiviteter (ISO, 2009):

- Kommunikasjon og konsultasjon med interessenter
- Etablering av intern og ekstern kontekst
- Risikovurdering
 - Risikoidentifikasjon
 - Risikoanalyse
 - Risikoevaluering
- Risikohåndtering
- Overvåking og gjennomgang av ovennevnte steg/aktiviteter

ISO 31000 standarden gir generiske retningslinjer og prinsipper for implementering av risikostyring i ulike former for organisasjoner, grupper, individer m.m. (ISO, 2009). Standarden kan anvendes i hele virksomheten, på tvers av områder og nivåer, til enhver tid og i spesifikke funksjoner, prosesser, produkter og aktiviteter (ISO, 2009).

3.1.1 Kommunikasjon og konsultasjon

Effektiv kommunikasjon og konsultasjon med eksterne og interne interessenter bør utføres i alle steg av risikostyringsprosessen. Dette skal sikre en forståelse for beslutninger som tas, og handlinger som iverksettes (ISO, 2009). På den andre siden skal kommunikasjon og konsultasjon i alle steg også sikre at personer med et overordnet ansvar for implementering av risikostyringsprosessen har forståelse for beslutninger og handlinger på lavere nivåer i prosessen (ISO, 2009).

3.1.2 Konteksten

I risikostyringsprosessen skal det etableres en kontekst. Med kontekst menes i denne sammenheng interne eller eksterne rammebetingelser for risikostyringen (ISO, 2009). Det kan være å definere mål på ulike nivåer og krav som organisasjonen må forholde seg til (Aven,

2007). Identifisering av interessenter er også sentral når konteksten skal etableres (ISO, 2009). Interessenter kan være eiere, kunder, myndigheter, nærliggende bebyggelse, osv.

Etablering av kontekst er en kontinuerlig aktivitet gjennom hele prosessen. Oppdatering av konteksten er viktig for å sikre at den inneholder alle hensyn som må tas til enhver tid (ISO, 2009).

Konteksten er på mange måter de parameterne som må identifiseres og tas høyde for når organisasjonen søker etter å oppnå målene sine på en avveid måte. I konteksten skal risikoakseptkriterier for aktivitetene til organisasjonen utarbeides og defineres (ISO, 2009). Dersom det foreligger krav til risikoakseptkriterier fra myndigheter, skal de tas hensyn til. Et krav til petroleumsvirksomhet offshore er for eksempel at årlig sannsynlighet for tap av hovedsikkerhetsfunksjon på grunn av ulykkeslaster ikke skal være større eller lik 1×10^{-4} , jfr. Innretningsforskriften § 11 (Petroleumstilsynet, 2010).

3.1.3 Risikovurdering

Risikovurdering er et begrep på hele prosessen hva angår:

- identifisering av risiko
- kvalitativ/kvantitativ analyse av risiko
- evaluering av risiko

I store deler av litteraturen inngår risikoidentifisering i risikoanalyseprosessen, men i ISO 31000 er dette et eget steg. I begge tilfellene inngår risikoidentifiseringen som en del av risikovurderingen. Oppgaven vil følge ISO 31000 på dette området og ha risikoidentifisering som et eget steg. Dette gjøres for å tydeliggjøre behovet for en systematisk identifisering av alle relevante farer.

Norsok Z-013 gir retningslinjer for hvordan en kvantitativ risikovurdering (QRA) for offshore og onshore petroleumsvirksomhet skal utføres (Standards Norway, 2010). Standarden bygger på ISO 31000, men tar ikke med risikohåndtering.

3.1.3.1 Identifisering av risiko

En kritisk oppgave i risikovurderingen er identifisering av mulig uønskede initierende hendelser (Aven, 2008). ISO 31000 benytter ikke begrepet initierende hendelser, men flere begreper som: *“risikokilder, områder som berøres, hendelser (inkludert endringer i omstendighetene)”* (ISO, 2009). Identifisering av hendelser skal utføres på en strukturert og systematisk måte. Hendelser som ikke blir identifisert, vil heller ikke analyseres. En omfattende identifisering som involverer folk med nødvendig kompetanse, er av den grunn kritisk (Aven, 2008). 20-80 prinsippet er her gjeldende. Det vil si man bruker 20 % av tiden til å komme opp med 80 % av potensielle farer. For å fange opp de resterende 20 % brukes gjerne 80 % av tiden (Aven, 2008). Som et resultat av risikoidentifiseringen får man en liste over potensielt uønskede initierende hendelser eller farer.

Det finnes flere teknikker/verktøy som kan brukes til å identifisere mulig uønskede initierende hendelser. De mest vanlige er SJA, FMECA, HAZOP og SWIFT, forkortelsene er forklart i

kapittel 0, (Aven, 2008). Felles for flere av teknikkene er at de bygger på bruken av sjekklister og guideord tilpasset den aktuelle aktiviteten.

3.1.3.2 HAZOP

Hazard and Operability study (HAZOP) er en grov kvalitativ analyseteknikk som benyttes for å identifisere svakheter og farer i en prosess. Teknikken utføres som regel i planleggingsfasen (Aven, 2008). En interdisiplinær gruppe ledet av en HAZOP-leder går systematisk gjennom hele prosessen og avdekker potensielle farer basert på guide-ord (Vinnem, 2007).

Guideordene kan variere avhengig av hva som analyseres. T. Aven lister opp følgende guide-ord som ofte er brukt i prosessindustri (Aven, 2008):

- Ingen/ikke
- For lite/for mye
- Så vel som
- Del av
- Reversert
- Annet enn

På bakgrunn av “for mye” guide-ordet kan for eksempel mulige farer ved høyere trykk enn designtrykk avdekkes (Aven, 2008).

3.1.4 Analyse av risiko

Risikoanalyse handler om å utvikle en forståelse for identifisert risiko (ISO, 2009). Resultater fra risikoanalysen skal brukes til å evaluere og avgjøre hvorvidt det er behov for å håndtere risikoen gjennom ulike tiltak (ISO, 2009). Detaljnivået til analysen kan variere avhengig av hvor omfattende det som analyseres er, hva en ønsker å få ut av analysene, og hvor mye ressurser man har tilgjengelig (ISO, 2009). Dersom målet er å få en overordnet oversikt over risiko, vil en forenklet metode eller standard metode ofte være tilstrekkelig. Ved behov for større detaljnivå vil en modell-basert metode være nødvendig. Analyseteknikkene som nevnt under risikoidentifisering er eksempler på såkalte forenklede og standardmetoder for å analysere risiko. SJA og sjekklister er å anse som forenklede metoder. For analyser hvor større detaljnivå er formålet, deles analysen vanligvis opp i en årsaksanalyse og en konsekvensanalyse.

3.1.4.1 Årsaksanalyse

I en årsaksanalyse studeres hva som må til for at identifiserte potensielle initierende hendelser skal inntreffe, det vil si hvilke årsaker som må til (Aven, 2008). Her tas det vanligvis utgangspunkt i en og en hendelse. De mest brukte metodene for å analysere årsaker er feiltrær og bayesianske nettverk (Aven, 2008). Begge metodene gir en god grafisk fremstilling av årsakene tilknyttet initierende hendelser og kan benyttes kvalitativt så vel som kvantitativt. For utdypende forklaring av metodene refereres det til faglitteraturen: *Offshore Risk Assessment – Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, 2007, av J.E. Vinnem,* og *Risk Analysis – Assessing Uncertainties Beyond Expected Values and Probabilities, 2008, av T. Aven.*

Ifølge J.E. Vinnem har BN blitt mer og mer populær blant risikoanalytikere siden det er en fleksibel teknikk, og den egner seg godt til å ta hensyn til menneskelige og organisatoriske faktorer i analysen (HOFs) (Vinnem, 2007). I motsetning til feiltrær er det ingen begrensning på antall utfall/tilstander en hendelse kan ha.

3.1.4.2 Konsekvensanalyse

I en konsekvensanalyse studeres mulige utfall av identifiserte potensielle initierende hendelser. Det vil si hva som blir konsekvensene av identifiserte farer (Aven, 2008). Det er vanlig å analysere en og en hendelse ved bruk av et hendelsestre. Ved avansert konsekvensmodellering knyttet til eksplosjon- eller brannstudier kan CFD programvaren FLACS, utviklet av GexCon AS, benyttes, FLACS bygger på numeriske metoder og algoritmer (Bakke, 2012). For utdypende forklaring av metodene refereres det til faglitteraturen: *Offshore Risk Assessment – Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, 2007, av J.E. Vinnem, og Risk Analysis – Assessing Uncertainties Beyond Expected Values and Probabilities, 2008, av T. Aven.*

3.1.5 Evaluering av risiko

Risikoevaluering innebærer å evaluere resultatene fra risikoanalysen. Resultatene fra risikoanalysen evalueres opp mot risikoakseptkriteriene som er definert i konteksten, og en prioriteringsliste utarbeides for eventuell iverksetting av håndtering (ISO, 2009). Resultater fra evalueringen kan være å akseptere risikoen, gjennomføre videre analyser eller fastslå at det er behov for videre håndtering (ISO, 2009).

3.1.5.1 Bow-Tie diagram

I evalueringsfasen kan et bow-tie diagram benyttes for å presentere risikobildet. Diagrammet er bygget opp av en topphendelse i senter, årsaker på høyre side og konsekvenser på venstre side (Aven, 2007). Barrierer eller andre risikoreducerende tiltak illustreres også i diagrammet ved at de bryter forgreninger mellom årsaker og topphendelse, og mellom topphendelse og konsekvenser.

3.1.6 Håndtering av risiko

Risikohåndtering omhandler valget mellom et eller flere alternativer (tiltak) for å modifisere risiko og implementere valgte tiltak (ISO, 2009). Videre i oppgaven vil begrepet tiltak fremfor alternativer benyttes siden tiltak virker mer hensiktsmessig i forhold til bruken av begrepet i denne konteksten.

Tiltak innen risikohåndtering kan omfatte (ISO, 2009):

- å unngå risikoen
- å ta eller øke risikoen for å dra nytte av en mulighet (positiv risiko)
- å fjerne kilden til risiko
- å endre sannsynlighetene
- å endre konsekvensene
- å dele eller overføre risikoen mellom andre parter
- å akseptere eller beholde risikoen

Risikohåndtering innebærer foruten å velge tiltak også å vurdere effekten av implementerte tiltak og avgjøre hvorvidt residual risiko, gjenværende risiko, er akseptabel (ISO, 2009). Dersom residual risiko ikke er akseptabel, må eventuelt nye tiltak implementeres og vurderes. Dette gjør risikohåndtering til en iterativ og kontinuerlig prosess (ISO, 2009).

Ifølge ISO 31000 burde det utvikles risikohåndteringsplaner. Planene skal dokumentere hvordan tiltakene skal implementeres og inneholde informasjon knyttet til hensikt, ansvarsområder, krav til ressurser, begrensninger og tidsrammer (ISO, 2009).

3.1.7 ALARP og føre-var

Andre prinsipper som benyttes ved risikohåndtering, primært risikoreduksjon, er ALARP og føre-var.

3.1.7.1 ALARP

“As Low As Reasonably Practicable” eller “Så Langt Praktisk Mulig” er et prinsipp som bygger på omvendt bevisbyrde. Det vil si at tiltak skal implementeres med mindre et urimelig misforhold mellom effekten av tiltaket og kostnader/ulemper ved å implementere tiltaket kan dokumenteres (Aven, 2007). ALARP prosessen innebærer kvalitative så vel som kvantitative betraktninger for å dokumentere urimelig misforhold (Aven, 2007).

3.1.7.2 Føre-var

Føre-var prinsippet innebærer å ikke sette i gang eller avbryte en aktivitet dersom det foreligger vitenskapelig usikkerhet knyttet til konsekvensene (Aven, 2008). Det vil si dersom det ikke foreligger en vitenskapelig konsensus om hva utfallene av en aktivitet er, skal den ikke igangsettes før det foreligger konsensus.

Prinsippet har blitt brukt ved flere anledninger. Klif skriver i sin høringsuttalelse til OEDs konsekvensutredning av Barentshavet sørøst i januar 2013 at det oppfordres til bruk av føre-var prinsippet for petroleumsaktivitet i området (Klif, 2013). Dette gjøres på bakgrunn av; *“Det er fortsatt stor kunnskapsmangel om effekter av olje i arktiske strøk. Både fordi det finnes lite erfaringsbasert kunnskap om uhellsutslipp i arktiske strøk og fordi det fortsatt er mangelfull kunnskap om den basale biologien til arktisk biota”* (Klif, 2013).

3.1.8 Overvåking og gjennomgang

Overvåking og gjennomgang er en tilsynsaktivitet som foregår kontinuerlig med tanke på å forbedre risikostyringsprosessen. Aktiviteten er helt elementær for å fange opp endringer i konteksten, endring av risikonivå, overvåking av barrierer og håndteringstiltak, samt identifisere fremvoksende risikoer (ISO, 2009). Resultater fra overvåking og gjennomgang burde dokumenteres og skal fungere som innspill til de øvrige stegene i risikostyringsprosessen (ISO, 2009). Tilbakemeldingsloopen til de øvrige stegene vil bidra til en systematisk, effektiv og kontinuerlig forbedring av pågående risikostyringsarbeid i organisasjonen.

4 Barrierestyring

De siste årene har fokuset på barrierestyring økt i petroleumsvirksomheten. Etter storulykker hvor barrieresvikt er sentrale faktorer, blant annet Deepwater Horizon, har Ptil jobbet aktivt med å tydeliggjøre og konkretisere gjeldende regelverk på norsk sokkel. Forfatteren av denne oppgaven skal trekke erfaringer fra arbeidet Ptil har gjort og knytte det opp mot SART utover i oppgaven. Utgangspunktet for dette kapittelet baseres på petroleumsvirksomheten og hvordan Ptil har utviklet en modell for styring av barrierer. Det foreligger ikke tilsvarende barrierekrav for SART i samme grad, men flere av prinsippene kan allikevel være fullt anvendbare.

Barrierestyring er en kontinuerlig prosess som handler om å koordinere aktiviteter som sørger for at risikoreduserende tiltak (barrierer) blir utformet, implementert og vedlikeholdt slik at de kan opprettholde funksjonen til barrieren (Petroleumstilsynet, 2013). Hensikten med en fysisk eller ikke-fysisk barriere er å passivt eller aktivt bryte et uønsket hendelsesforløp.

4.1 Barrierer

I likhet med begrepet risiko er det forskjellige tilnærminger og flere ulike definisjoner av begrepet barrierer. En felles forståelse av begrepet er sentralt når en jobber med barrierestyring. Barrierer defineres av Ptil som *“Tekniske, operasjonelle og organisatoriske elementer som enkeltvis eller til sammen skal redusere muligheten for at konkrete feil, fare- og ulykkessituasjoner inntreffer, eller som begrenser eller forhindrer skader/ulemper (Petroleumstilsynet, 2013)”*. Dette er også den definisjonen av barrierer som forfatteren bygger på i oppgaven.

S. Sklet deler opp barrierebegrepet i ulike underdeler som barrierefunksjon, barrieresystem og barriereelement, videre defineres de slik (Sklet, 2006):

- **Barrierefunksjon**
 - Barrierefunksjonen beskriver formålet med barrieren eller hva den skal gjøre for å utgjøre et risikoreduserende tiltak. Det kan være å forhindre, kontrollere eller redusere uønskede hendelser. Dersom en barrierefunksjon fungerer som planlagt, skal den ha en direkte og betydelig innvirkning på sannsynligheten for/eller konsekvensen av hendelsen.
 - Eks: Stenge væskestrøm/forhindre overfylling av tank.
- **Barrieresystem**
 - Barrieresystemet beskriver hvordan en eller flere barrierefunksjoner blir utført. Dette kan involvere tekniske, menneskelige/operasjonelle og/eller organisatoriske tiltak designet og implementert for å realisere en barrierefunksjon dersom det fungerer.
 - Eks: Et overfyllingsvern for å forhindre at en tank blir overfylt.
- **Barriereelement**
 - Barrierelementer er komponenter i barrieresystemet som skal hjelpe til med å utføre barrierefunksjonen, men som alene ikke er tilstrekkelig for at barrieresystemet kan utføre barrierefunksjonen. Her kan det også være systemredundans ved at flere barrierelementer utfører samme oppgave.

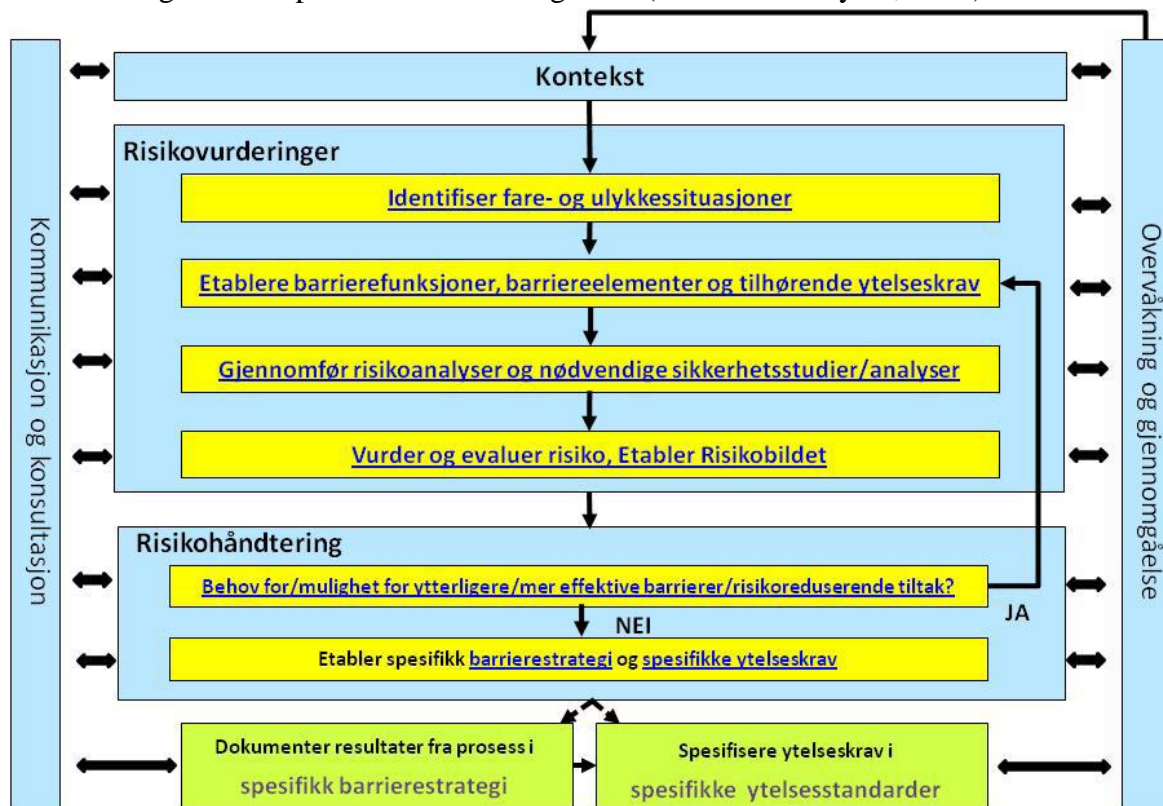
- Eks: Nivåmåler i tank koblet opp mot automatiserte ventiler som stenger væskestrøm ved gitt nivå.

I eksempelet over vil ikke barriereelementet, nivåmåler eller ventiler alene kunne utføre barrierefunksjonen, å stoppe væskestrøm, men det er behov for en nivåmåler som kommuniserer med automatiserte ventiler. Nivåmåleren alene vil kun gi en indikasjon på hvor mye væske det er i tanken.

J.E. Vinnem legger i tillegg til begrepet risikoinfluerende faktorer (RIF), (Vinnem, 2007). Dette er faktorer som kan påvirke i hvilken grad barrieresystemet utfører barrierefunksjonen. Følger vi eksempelet over med overfyllingsvern, kan influerende faktorer være temperatur og vedlikeholdsrutiner (manglende).

4.2 Barrierestyingsprosessen

Ptil har utviklet en overordnet modell for barrierestyingsprosessen som i stor grad bygger på risikostyringsprosessen i ISO 31 000. Modellen er vist i figur 1. Barrierestyingsprosessen er i utgangspunktet tenkt for planleggings-, design- eller byggefasen, men barrierene skal overvåkes og gjennomgås kontinuerlig i gjennomførings- eller operasjonsfasen slik at det blir en erfaringstilbakeføringssløyfe. Dette innebærer fortløpende forbedring og oppdatering for å opprettholde robuste barrierer gjennom hele livssyklusen. Formålstjenelig barrierestyng kjennetegnes ved en rød tråd gjennom gjeldende regelverk og standarder samtidig som den blir tolket og ivaretatt på en hensiktsmessig måte (Petroleumstilsynet, 2013).



Figur 1 Barrierestyingsprosessen (Petroleumstilsynet, 2013)

4.2.1 Kontekst

Med kontekst menes de omstendigheter som indirekte eller direkte påvirker de øvrige stegene i gjennomføring av barrierestyringsprosessen. Dette kan være; krav og føringer knyttet til forskrifter og standarder, virksomhetsspesifikke føringer, forutsetninger og antagelser, interne strategier i virksomheten og/eller målsetninger knyttet til risiko- og barrierestyring (Petroleumstilsynet, 2013).

4.2.2 Risikovurdering¹

4.2.3 Risikoidentifisering

Identifisering av fare- og ulykkessituasjoner er et viktig steg i risikovurderingen. Farer- og ulykkesscenarioer som ikke blir tatt med her, blir det heller ikke etablert tiltak eller barrierer for. Når en utarbeider identifiseringen, kan det være nyttig å bruke et områdeperspektiv for å fange opp alle mulige hendelser som kan forekomme i det aktuelle området (Petroleumstilsynet, 2013). I andre tilfeller kan også et eksponeringsperspektiv benyttes. Her fokuseres det på hendelser som kan oppstå i andre omkringliggende områder, men som kan påvirke det aktuelle området som identifiseres. Den overordnede hensikten er å fange opp alle mulige hendelser som kan påvirke prosessen/aktiviteten.

4.2.4 Etablering av barrierer

På bakgrunn av hvilke potensielle fare- og ulykkessituasjoner som blir identifisert og vurdert, og hvilke krav som fremkommer av standarder og forskrifter, blir nødvendige barrierefunksjoner, barrieresystemer og barriereelementer, og tilhørende ytelseskrav identifisert (Petroleumstilsynet, 2013). Dette arbeidet er ikke uttømmende. Spesielt kan det være vanskelig å fastsette spesifikke ytelseskrav på et tidlig tidspunkt. Tilsvarende er det med barrierer. Et resultat av risikoanalysen og risikohåndteringen kan være nye eller endrede barrierer. Overvåking og gjennomgang av eksisterende barrierer kan også føre til oppdateringer. Dette gjenspeiler at barrierestyring er en kontinuerlig prosess som skal sikre gode og robuste løsninger. Styringsforskriften § 5 har eksempelvis spesifikke krav til hva slags barrierer som skal brukes, og hvordan de skal følges opp i petroleumsvirksomhet. Barrierer skal være sannsynlighetsreducerende og/eller konsekvensreducerende. Dette kan være både fysiske og ikke-fysiske barrierer (Petroleumstilsynet, 2010).

4.2.5 Risikoanalyse

Risikoanalyser og sikkerhetsstudier danner deler av beslutningsgrunnlaget og må utføres og planlegges på en hensiktsmessig måte slik at de er anvendelige og formålstjenelige for det grunnlaget de skal benyttes til (Petroleumstilsynet, 2013). Risikoanalysene skal benyttes til å definere behovet for barrierefunksjoner og krav til barriereelementer. Gjennom risikoanalysen skal det komme frem hva som må til for å oppnå tilstrekkelig uavhengighet mellom barrierer, og hva som ender med robuste løsninger. På tilsvarende måte som i andre risikoanalyser må forutsetninger dokumenteres slik at de er sporbare. Usikkerhet og følsomhet bør tas hensyn til, sensitivitetsanalyse av inngangsfaktorer kan også være hensiktsmessig (Petroleumstilsynet, 2013). Det er ofte et stort antall forutsetninger i en risikoanalyse, og de kan i stor grad ha betydning for påliteligheten eller effektiviteten til barrierefunksjoner og barriereelementer.

¹ Risikovurdering = Risikoidentifisering + Risikoanalyse + Risikoevaluering

For kvantitative og kvalitative analyser av pålitelighet og tilgjengelighet for barrierer er feiltre eller FMECA gode verktøy, i det minste av tekniske systemer. Et fremtredende behov de senere år har vært å inkludere menneskelige og organisatoriske faktorer (HOF). Det er registrert mange tilfeller der operasjonelle handlinger er kilden til uønskede hendelser. Faktisk så mange som halvparten av hydrokarbon lekkasjene skjer på grunn av menneskelig intervensjon (Vinnem, 2007). Prosjektet “Barrierer og Operasjonell RisikoAnalyse” (BORA) er et resultat av behovet for å inkludere HOF’s i kvantitative analyser. BORA-metodologien går ut på å analysere sikkerhetsbarrierer ved å fokusere på hvordan teknologiske, menneskelige, operasjonelle og organisatoriske RIF’s påvirker ytelsen til barrieren.

Ifølge T. Aven, S. Sklet og J. E. Vinnem er BORA bygd opp av følgende tre steg/prosesser (Barrier and operational risk analysis of hydrocarbon releases (BORA-Release), 2006):

- Kvalitative analyser av scenarioer, årsaker og RIF’s
- Kvantifisering av gjennomsnittsfrekvenser og sannsynligheter
- Kvantifisering av innstallasjonsspesifikke frekvenser og sannsynlighet.

Det skal nevnes at BORA-Release som beskrevet over, er ment for utslipp av hydrokarboner på installasjonene. En annen tilnærming er bruk av Bayesianske nettverk (ref kapittel 3.1.4.1). Fra risikovurderinger i kjernekraftindustrien er det utviklet et programvare-verktøy, RiskSpectrum. Dette kan også egne seg for analyser av avhengigheter mellom barrierer og barriereelementer i petroleumsvirksomheten (Vinnem, 2007).

For utdypende forklaring av metodene refereres det til faglitteraturen: *Offshore Risk Assessment – Principles, Modelling and Applications of QRA Studies, 2007, av J.E. Vinnem.*

4.2.6 Risikoevaluering

Risikoanalyser kan evalueres opp mot intern og/eller ekstern kontekst, virksomhetsmål, standarder eller andre mål (Petroleumstilsynet, 2013). Med andre ord, resultatet fra risikoanalysen skal ses opp mot risikokriterier for å danne et risikobilde. Risikobildet skal være med å utforme barrierestrategier og sikre at barrierene har de nødvendige egenskapene som må til for å være robuste (Petroleumstilsynet, 2013). Vurdering av usikkerhet og følsomhet skal sikre at beslutningstagerne kjenner til risikoanalysens styrker, svakheter, begrensninger og grunnlaget den er bygget på, jfr Styringsforskriften § 17 (Petroleumstilsynet, 2010).

4.2.7 Risikohåndtering

Med utgangspunkt i Rammeforskriften § 11 (Petroleumstilsynet, 2010) og ALARP-prinsippet, skal risikoen reduseres så langt det er praktisk mulig. Prinsipper for risikoreduksjon henviser mer generelt til at det ved reduksjon av risiko skal velges “tekniske, operasjonelle eller organisatoriske løsninger som etter en enkeltvis og samlet vurdering av skadepotensialet og nåværende og framtidig bruk gir de beste resultater” (Petroleumstilsynet, 2010). Dette er i utgangspunktet noe som illustrerer ALARP. Ut i fra risikobildet skal aktuelle tiltak gjennomføres for å kontrollere og redusere risiko. Både tiltak som lar seg kvantifisere, og tiltak som ikke lar seg kvantifisere, skal tas hensyn til. Det finnes mange tiltak som det kan være vanskelig å se effekten av i en QRA, men som er fullt ut anvendbare. Sunn fornuft bør

generelt sett være det styrende prinsippet ved implementering av risikoreducerende tiltak (Petroleumstilsynet, 2013). Kvantitative risikoanalyser på sin side er på ingen måte utelukket, men det handler om å bruke de korrekte verktøy og analyser avhengig av situasjonen for å vurdere effekten av forskjellige tiltak.

4.2.8 Sluttprodukter

Som et resultat av risikovurdering og risikohåndtering skal det utvikles spesifikke barrierestrategier og spesifiserte ytelseskrav (Petroleumstilsynet, 2013). Dette kan forstås som sluttprodukter av den overordnede prosessen.

4.2.9 Spesifikk barrierestrategi

Spesifikke barrierestrategier skal utformes med den hensikt å synliggjøre behovet for og rollen til barrierene (ISO, 1999). Barrierestrategier skal fortelle noe om utforming, bruk og vedlikehold av barrieren. De involverte må få en felles forståelse for hvorfor man har den aktuelle barrierefunksjonen, barrieresystemet og barrierementene. Ptil har definert barrierestrategi som; *“Resultatet av prosess som med utgangspunkt i risikobildet beskriver og avklarer hvilke barrierefunksjoner og barrierementene som skal implementeres for å redusere risiko* (Petroleumstilsynet, 2013).” Barrierestrategier må brytes ned til hensiktsmessige nivåer i virksomheten. Dette kan innebære områdenivå, systemnivå, utstyrsnivå eller nivåer i forhold til aktuelle faser virksomheten er inne i (Petroleumstilsynet, 2013). Viktige forutsetninger og begrensninger knyttet til barrierefunksjonen og de enkelte barrierementene må synliggjøres. Krav til barrierestrategi er hjemlet i Styringsforskriften § 5 (Petroleumstilsynet, 2010).

4.2.10 Spesifiserte ytelseskrav

Med spesifiserte ytelseskrav menes her de egenskaper til tekniske, operasjonelle eller organisatoriske barrierementene som sikrer effektiv funksjonalitet av den spesifikke barrieren (Petroleumstilsynet, 2013). Med egenskaper menes her (Vinnem, 2010):

- Pålitelighet/tilgjengelighet
- Effektivitet/kapasitet
- Robusthet

Ytelseskrav er hjemlet i veiledningen til Styringsforskriften §5 (Petroleumstilsynet, 2010). I noen tilfeller vil det være hensiktsmessig å ha spesifiserte ytelseskrav direkte til barrierefunksjonene. Dette kommer frem eksempelvis der Norsok S-001 omtaler “ship collision barrier” (Standards Norway, 2008). Funksjonen til denne barrieren er å “forhindre skipskollisjoner”. Ytelseskrav i dette tilfellet retter seg i større grad mot barrierefunksjonen enn barrierementene i seg selv (Petroleumstilsynet, 2013). Norsok S-001 bygger på tankegangen om å dele opp ytelseskravene i ytelsesstandarder på system eller funksjonsnivå. En ytelsesstandard bør i tillegg til å oppgi ytelseskrav også se på hvordan sammenhengen er i forhold til andre barrierefunksjoner og barrieresystemer (Petroleumstilsynet, 2013).

“Etablering og bruk av spesifikke barrierestrategi(er) og tilhørende ytelsesstandarder vil være av avgjørende betydning for å kunne få til en effektiv barrierestyring (Petroleumstilsynet, 2013)s.17.”

4.2.11 Kommunikasjon og konsultasjon

Venstre side av figur 1 illustrerer kommunikasjon og konsultasjon. Dette er ikke en selvstendig adskilt aktivitet, men noe som skjer kontinuerlig og går gjennom hele barrierestyingsprosessen og samtlige faser (Petroleumstilsynet, 2013). Denne aktiviteten sikrer at kommunikasjon og konsultasjon med interessenter og andre involverte er formålstjenelig gjennom hele barrierestyingsprosessen (Petroleumstilsynet, 2013).

4.2.12 Overvåking og gjennomgang

Som kanskje det viktigste steget er overvåking og kontroll illustrert ved høyre side i figur 1. Dette skal sørge for at barrierer holdes oppdatert og robuste til en hver tid gjennom hele livssyklusen (Petroleumstilsynet, 2013). Overvåking og gjennomgang skal gi input til alle ovennevnte steg. Når man er gjennom planleggings-, design-, eller byggefasen og trer inn i gjennomførings- eller operasjonsfasen, er det viktig at barrierenes ytelse overvåkes, følges opp og om nødvendig iverksette forbedringer (Petroleumstilsynet, 2013). Dette gjør barrierestyng til en kontinuerlig prosess, og ikke noe en går gjennom en gang når en rigg eller plattform bygges eller oppgraderes. Overvåking og gjennomgang er hjemlet i både Styringsforskriften kapittel 6 (Petroleumstilsynet, 2010) og i Rammeforskriften kapittel 2 og 3 (Petroleumstilsynet, 2010).

Ifølge Ptil kan overvåking og gjennomgang deles opp i tre likestilte underkategorier (Petroleumstilsynet, 2013):

- 1) Bruke/operere anlegget i samsvar med forutsetninger, krav og teknisk tilstand
- 2) Sikre og opprettholde nødvendig barrieredytelse
- 3) Holde kontroll med bidragsyttere til risiko og ytelsespåvirkende forhold

Ptil utdyper følgende punkter for petroleumsvirksomhet, men uttrykker at dette ikke er en uttømmende oppsummering (Petroleumstilsynet, 2013):

1) Drift og operasjon må skje i samsvar med gitte prosedyrer eller rutiner, det skal tas hensyn til forutsetninger for bruk gitt i spesifikk barrierestrategi. Dersom det ikke foreligger redundans for barrierer som er ute av funksjon, skal rutiner eller praksis følges og kompensere tiltak igangsettes.

2) For å sikre tilstrekkelig barrieredytelse skal det utføres vedlikeholdsrutiner, gjennomføres tilsyn og tas læring av hendelser.

3) Oversikt over bidragsyttere til risiko og ytelsespåvirkende forhold kan gjøres gjennom registrering av endringer, håndtere avvik, ha god risikoforståelse og etterleve krav.

Denne oppsummeringen er som nevnt ikke uttømmende. Den ansvarlige må selv sørge for at alle relevante elementer som trengs for å opprettholde barrierens funksjon gjennom hele levetiden, blir tatt høyde for (Petroleumstilsynet, 2013). Dette kan variere fra område til område, eller fra prosess til prosess. Generelt er gode systemer og rutiner nødvendig for å utføre tilstrekkelig overvåking og gjennomgang av barrierene (Petroleumstilsynet, 2013).

4.2.13 Måle og verifisere ytelse

For å ha en oversikt over hvilke barrierer som er operative, svekket eller ute av funksjon må ytelsen til barrierene måles og verifiseres jevnlig. For å verifisere ytelsen til barrierer benyttes indikatorer (Petroleumstilsynet, 2013). En indikator gir signaler om tilstanden eller endring i tilstanden til noe som kan være for komplisert å observere (Bodsberg, 2012). Det innebærer at indikatorer kan fortelle noe om tilstanden til barrieren og hvorvidt den oppfyller spesifiserte ytelseskrav. Det er vanlig å skille mellom proaktive og etterhengende indikatorer. Proaktive indikatorer endrer seg før risikonivået, mens en etterhengende indikator endrer seg med risikonivået (Vinnem, 2010). Proaktive indikatorer er av den grunn å foretrekke.

Måling og verifisering av ytelsen til tekniske barrierefunksjoner og barriereelementer kan i de fleste tilfeller gjøres gjennom tester eller andre vedlikeholdsaktiviteter og på den måten finne ut om de besitter nødvendige egenskaper som samsvarer med spesifiserte ytelseskrav (Petroleumstilsynet, 2013). Å verifisere ytelsen til operasjonelle og organisatoriske barrierefunksjoner og barriereelementer er på den annen side ikke like rett fram. Det vil være behov for helt andre systemer og prosesser som kan fange opp indikatorer for å verifisere at de har de tiltenkte egenskapene.

Ptil startet i år 1999-2000 opp prosjektet “Risikonivå i Norsk Petroleumsvirksomhet” (RNNP) (Petroleumstilsynet, 2011). RNNP samler inn data for å se på definerte fare- og ulykkessituasjoner (DFU) (Petroleumstilsynet, 2011). Dette er indikatorer som viser en trend for utviklingen av risikonivået på norsk sokkel. Resultatene fra RNNP presenteres i en rapport hvert år. RNNP illustrerer også proaktive indikatorer for operasjonelle barriereelementer basert på spørreundersøkelser av blant annet prosessoperatører (Vinnem, 2010).

I de fleste tilfeller er det enklere å verifisere ytelsesegenskaper til tekniske barrierer enn til operasjonelle barrierer, men det er ikke alltid tilfellet. Hvordan skal eksempelvis brannmotstand til en blowdown ventil verifiseres under drift? Dette er naturligvis en utfordring og kan vanskelig la seg utføre.

Ptil kommer med følgende eksempler på indikatorer/aktiviteter/tiltak for å verifisere ytelse, som er gjeldende for både tekniske, operasjonelle og organisatoriske barrierer (Petroleumstilsynet, 2013): System for måling av teknisk tilstand, vedlikeholdshistorikk, system for måling av ytelsepåvirkende forhold, oppfølging av hendelser, RNNP-data, hendelseshistorikk. J.E. Vinnem har videre utarbeidet en liste over egenskaper som gode indikatorer bør besitte (Vinnem, 2010):

- Observerbare og kvantifiserbare
- Følsomme for forandringer
- Transparente og lett forståelige
- Robuste mot manipulering
- Gyldige

Når man måler og verifiserer ytelsen til barrierer, er det viktig at det skjer i samspill med oppgitte forutsetninger som inngår i konteksten.

5 SAR Treatment AS

Dette kapittelet vil redegjøre for konteksten til risikoanalysen, hva gjør SAR Treatment (SART), og hva er slopvann. Avslutningsvis vil potensielle farer ved håndtering av slopvann forklares kort, og eksisterende barrierer ved SART defineres.

På Nor Sea basen (offshore forsyningsbase) kai 5 på Tananger ligger SART som har tillatelse til å motta og behandle 100 000 m³ slopvann årlig (SART, 2013). På SART sitt behandlingsanlegg er det en tankfarm med en samlet lagringskapasitet på 4000 m³. Tankene står inne i en ringmur. I denne ringmuren er det også fem lagringstanker (SAR tanker) eid av SAR AS. Det er fem ansatte som utgjør daglig drift hos SART. En del av prosessen som ikke krever tilstedeværelse av prosessoperatører, går døgntinuerlig.

SART har et eget laboratorium hvor det analyseres prøver på innkommende slopvann og utgående vann. Det analyseres også på vannet underveis i behandlingsprosessen (SART, 2013). SART mottar slopvann-prøver som analyseres før mottak for å bekrefte at det er håndterbart, videre kommer slopvann inn til bedriften med tankbiler eller tankskip. De mottar også slopvann fra tankene til SAR AS.

Klif fører tilsyn med SART, og det er dette myndighetsorganet bedriften har behandlings/utslippstillatelse gjennom (SART, 2013).

I Appendix A – Oversikt GA, er det laget en oversikt over hele anlegget til SART.

5.1 Slopvann

Slop eller slopvann er et begrep som benyttes for mange fraksjoner av avfall. I denne oppgaven fokuserer en hovedsakelig på avfallsvann fra petroleumsvirksomhet, men vaskevann etter rengjøring av tanker på skip eller lignende vil også defineres som slopvann.

Slopvann består hovedsakelig av vann, men det er på samme tid definert som farlig avfall. Farlig avfall er i henhold til Avfallsforskriften á 2004, kapittel 11, definert som; *“avfall som ikke hensiktsmessig kan håndteres sammen med forbruksavfall fordi det kan medføre alvorlige forurensninger eller fare for skade på mennesker eller dyr”* (Miljøverndepartementet, 2004).

Slopvann skal i henhold til Klif sine retningslinjer grovklasifiseres blant deklarasjonene 7030 slopvann, 7031 oljeemulsjoner eller 7141 oljeboringsavfall (Norsas, 2012). 7031 oljeholdige emulsjoner fra boredekk er nylig innført i 2013 for å enklere identifisere opprinnelsen til avfallet og dermed bidra til korrekt håndtering (Klif, 2012). Deklarering i henhold til EAL-koder tilsvarer *16 50xx serien (Norsas, 2012). Se Appendix B – Deklarasjon for eksempel på deklarasjon av slopvann 7031.

Lavradioaktive væsker på rigg/plattform kan forekomme siden petroleumsreservoarene ligger i sedimentære bergarter som inneholder naturlig radioaktive nuklider (Statens Strålevern, 2009). Dersom det er tilfellet, kan også slopvann være radioaktivt. Gitt at slopvannet er lavradioaktivt, vil 7030/7031 erstattes av 3030/3031, og 7141 erstattes av 3141 (Norsas, 2012). Oppgaven vil ikke ta for seg lavradioaktivt slopvann siden SART ikke har tillatelse til å motta eller behandle dette.

Typisk innhold i slopvann kan være (Statoil , 2011):

- vann 70 % - 90 % (ved SART er mengden normalt høyere enn 90 %)
- borevæske
- baseolje
- brønnavaskemidler
- kompletteringsvæske
- rester av sement
- såpe
- hydraulikkolje
- brukte og ubrukte kjemikalier

5.1.1 “Closed drain”

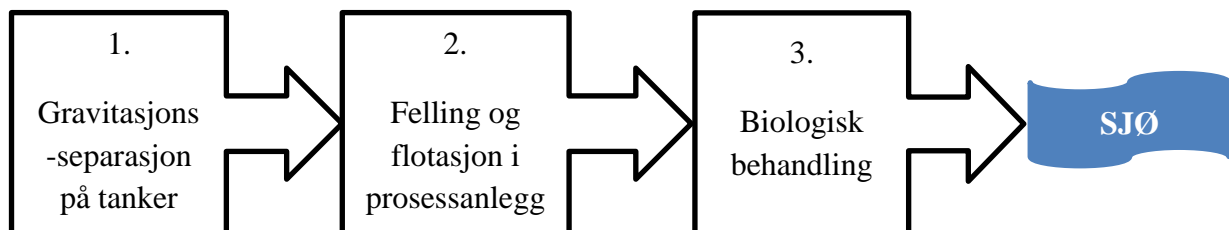
På installasjoner offshore er det lagt opp til egne maritime systemer for oppsamling av slopvann, “closed drain”. Slopvann er som nevnt avfallsvann med oljevedheng fra petroleumsvirksomhet så utslipp til sjø uten at det har vært gjennom en behandlingsprosess, er ikke lov, jfr Aktivitetsforskriften § 60 (Petroleumstilsynet, 2010). På utvalgte deler av en installasjon vil alt som ender på dekk dreneres ned i tanker, det vil si at regnvann og annen væske som havner på dekk, samles i en eller flere tanker på installasjonen.

Slopvann som lagres på tanker, vil enten behandles offshore og sendes til sjø, fraktes inn til land for behandling og deretter sendes til sjø, eller injiseres ned i formasjonen (Statoil , 2011).

5.2 Prosessteknologi ved SART

Prosessteknologien til SART er utviklet gjennom et flere års langt samarbeid med Universitetet i Stavanger og ble startet av Nature Technology Solutions AS (SART, 2013). Det brukes mye ressurser i bedriften på å finne nye og mer effektive behandlingsmetoder, og mindre pilotprosjekter sørger for at SART har den nyeste og mest miljøvennlige behandlingen av avfall fra petroleumsvirksomhet til enhver tid.

Behandlingsprosessen av slopvann hos SART kan hovedsakelig deles opp i tre steg før rent vann pumpes til sjø (SART, 2013):



1. Gravitasjonsseparasjon er en forbehandling hvor slopvann lagres på tank i et lengre tidsrom, og en får da skilt ut væskens tre ulike faser, olje, vann og slam. Oljefasen skimmes av og pumpes til egen tank. Oljen blir med jevne mellomrom fraktet videre til tredjepart for destruksjon eller gjenbruk. Slamfasen blir værende på tank til et tilstrekkelig volum er oppnådd, og det pumpes til andre tanker (eid av SAR AS) i tankfarmen. Slamfasen blir med

jevne mellomrom fraktet videre til tredjepart for destruksjon. Vannfasen pumpes videre inn i steg 2.

2. Fellingskemikalier og pH-justerer mikses inn i vannfasen, og det benyttes flotasjon for å føre utfelt slam til toppen av vannfasen. Slammet inneholder her olje, suspendert stoff og tungmetaller. Slammet skrapes av på toppen og pumpes til egen tank. Den resterende vannfasen pumpes til mellomagringstank før biologisk behandling. Steget med felling og flotasjon foregår først og fremst på dagtid under tilsyn av prosessoperatører ved normal drift.

3. Biologisk behandling innebærer å legge til rette forholdene for at bakterier som bryter ned løste organiske forbindelser, dannes i en bioreaktor (tank). Næringsstoffer doseres inn i vannet, og det pumpes inn luft gjennom et manifoldsystem med diffusere i bioreaktorene.

Oppholdstiden varierer avhengig av mengden løste organiske forbindelser, men ligger vanligvis på 2-5 dager. Bioreaktoren er normalt i drift døgnet rundt, og væskestrømmen til sjø fra SART baseres på analyser av utløpsvannet. Dersom innholdet av løste organiske forbindelser er høyt, senkes væskestrømmen for å øke oppholdstiden, og motsatt ved lavt innhold av løste organiske forbindelser.

5.3 Transport og regulering

Siden slopvann først og fremst produseres offshore er sjøtransport inn til land nødvendig om behandling skal forekomme på land, men det er ikke tilfellet at slopvann alltid går rett til behandling. Det eksisterer et marked med flere store aktører som har mottak og mellomagring (Eks, SAR, M.I Swaco og Franzefoss), og en stor andel slopvann fra petroleumsvirksomhet blir fraktet til disse aktørene. Her kan en del av oljen som typisk vil ligge øverst i væskesøylen, skimmes av og selges videre. De samme aktørene/anleggene har ikke nødvendigvis tillatelse av Klif for behandling, men tillatelse av Fylkesmannen til mellomagring. Slopvannet må derfor fraktes videre til behandlingsaktør. Dette forekommer med både tankbiler og tankskip. Avhengig av hvordan slopvann transporteres, vil ulikt regelverk være gjeldende.

5.3.1 Landtransport

Landtransport av farlig gods er regulert under "Den europeiske avtale om internasjonal vegtransport av farlig gods", mest omtalt som ADR-regelverket. Men slopvann defineres ikke som farlig gods, kun som farlig avfall, og ADR er av den grunn ikke gjeldende (Norsas, 2012). Det stilles allikevel krav til sikker transport gjennom Avfallsforskriften á 2004.

5.3.2 Sjøtransport

Sjøtransport av farlig gods er regulert under Forskrift om transport av farlig last om bord på norske skip, men på lik linje med landtransport defineres også her slopvann som farlig avfall og ikke farlig gods. Det benyttes allikevel retningslinjer utarbeidet av North West European Area (NWEA) for transport fra innretninger offshore.

Retningslinjer for sikker styring av offshore forsyning og riggflytting er utarbeidet av NWEA og er beste praksis for håndtering av slopvann (NWEA, 2009).

Retningslinjene tilsier at avsender av slopvann skal oppgi (NWEA, 2009):

- flammepunkt
- pH

- klorider
- massetetthet
- skadelige gasser
 - Lowest Explosive Limit (LEL) for gasser
 - Hydrogensulfid (H₂S)
 - Oksygen (O₂)
- volumprosent av olje, vann og faststoff

Før lossing til mottaker på land skal lasten kontrolleres for LEL og H₂S når lasten kommer direkte fra innretninger offshore (NWEA, 2009). Tankskip har variabel kapasitet fra 500 m³ til 10 000 m³.

5.4 Mottak av slopvann

SART mottar slopvann på tre måter: tankskip, tankbil eller SAR-tanker. Volumet som overføres fra tankbil, er vesentlig lavere enn fra SAR-tanker og tankskip. Ved lossing fra tankskip som kommer fra mottaksanlegg, utføres det kun måling av gass ved mistanke. Det forekommer ikke parallelle mottaksoperasjoner.

Mottaksvolum:

- volum på tankskip varierer fra, rundt 500 m³ og opptil 10 000 m³
 - mottak begrenses til rundt 2000 m³ pga at kai 5 ikke er dypvannskai
 - det mottas kun fra ett tankskip om gangen
- volum på tankbil er ca 15 m³
 - det mottas kun fra en tankbil om gangen
- volum på SAR-tanker er 200 m³
 - det mottas kun fra en tank om gangen

Se Appendix C – Mottak PFD for systemoversikt .

5.4.1 Prosedyrer for mottak

Hos SART foreligger det prosedyrer for mottak av slopvann fra tankskip, tankbil og SAR tanker.

Prosedyrene tilsier at overføringsvolum skal avtales, tilgjengelig mottakskapasitet skal redegjøres og overføringslinja skal gås over og klargjøres. Ansvarlig prosessoperatør ved SART overvåker mottak ved HMI-skjerm i laboratoriet og ute i ringmur.

5.4.2 Rørsystem inne i ringmuren

Inne i ringmuren er det et system med ventiler, grovfiltere, prøveuttak, doseringspunkt, mulighet for bypass av grovfilterene, ett coriolis flowmeter og manifold med fire pneumatiske ventiler. To grovfiltere skal forhindre at større fremmedelementer (eks, filler, strips, osv) skal pumpes videre og blokkere linjen. Prøveuttak gjør det mulig å hente ut mindre prøver for analyse eller visuell overvåking. Doseringspunkt benyttes ved behov for å tilsette kjemikalier (eks, fjerne H₂S). Bypass av ett eller begge grovfilterene er mulig ved behov. Et coriolis-flowmeter måler egenvekt og væskestrøm kontinuerlig ved mottak. En manifold med fire

pneumatiske ventiler som styres via HMI-skjerm på laboratoriet eller kontor, styrer væskestrøm i 3" fleksible slanger til korrekt mottakstank.

5.4.3 Tankskip

Ved tankskip benyttes 3" fleksibel slange fra skip til ventil på kaia, herfra går det faste rør delvis under bakken inn i ringmuren og videre til rørsystemet. Slopvannet pumpes med en sentrifugalpumpe som er lokalisert om bord på skipet. Disse styres lokalt av operatører på tankskipet. Væskestrøm ved overføring er normalt rundt 200 m³/time med ca 5 barg arbeidstrykk. Arbeidstrykk kan være vesentlig høyere avhengig av typen tankskip.

Kommunikasjon mellom prosessoperatør hos SART og operatør på tankskip foregår ved bruk av VHF-radio.

5.4.4 Tankbil

Ved mottak fra tankbil kobles 3" fleksibel slange til ventil på ringmur. Herfra går rørlinjer til rørsystemet. Slopvannet pumpes med vakumpumper som er lokalisert i tankbil, og som styres lokalt av tankbiloperatør. Væskestrøm ved overføring er normalt rundt 120 m³/time.

Kommunikasjon mellom prosessoperatør hos SART og tankbiloperatør foregår ved direkte kontakt. Det benyttes ikke VHF-radio eller tilsvarende radiosamband.

5.4.5 SAR-Tanker

Ved mottak fra SAR-tanker benyttes faste rør og en sentrifugalpumpe som er lokalisert inne i ringmur til å pumpe slopvannet til rørsystemet. Væskestrøm ved overføring er normalt rundt 120 m³/time. Kommunikasjon mellom prosessoperatør hos SART og prosessoperatør hos SAR foregår ved direkte kontakt, det benyttes ikke VHF-radio eller tilsvarende radiosamband. I henhold til prosedyrene skal prosessoperatør hos SAR være til stede under hele overføringen.

5.5 Delprosess

Delprosess er det som skal risikovurderes i oppgaven. Delprosessen er hele systemet for fylling av mottaks-/lagertanker med slopvann fra tankskip, tankbil og SAR-tanker. Lagring på tanker inngår også i denne delprosessen.

Dette innebærer tanker og rørsystemet med manifold, rørgater, slanger, ventiler, koblinger, prosessoperatører og kommunikasjon. Det tas ikke hensyn til interne rutiner og sikkerhet om bord på tankskip eller ved tankbil.

5.5.1 Farer ved slopvann

Foruten at slopvann er kategorisert som farlig avfall på grunn av potensielt alvorlig forurensning av miljøet gjennom olje, tungmetaller og andre skadelige stoffer, kan det også være en kilde til brann eller eksplosjon.

Ved lagring og transport av slopvann kan ulike gasser utvikles og/eller følge med fra avfallskilden dersom det er tilstrekkelig med nitrogen og fosfor (næringsstoffer) for bakteriell aktivitet. Fokus i bransjen har vært og er på H₂S, men det kan i sjeldne tilfeller utvikles hydrogen (H₂) og metan (CH₄). Alle gassene har et minimum energibehov for antennelse som

ligger langt under statisk elektrisitet ved støkiometrisk konsentrasjon, det gjør dem svært lettantennelige (Kucha, 1985).

5.5.2 H₂S

Gassen er tyngre enn luft, giftig overfor mennesker og lukter kraftig. Den er også eksplosiv med LEL på ca 4 % (40 000 ppm) og UEL på ca 46 % (NWEA, 2009). Et arbeidsmiljø skal ikke ha gasskonsentrasjoner over 15 ppm over 8 timer. H₂S utvikles av sulfatreduserende bakterier under anaerobe forhold med pH under 10 (NWEA, 2009). Dette vil typisk være i stillestående sloptanker på innretninger offshore, tankskip og tanker på land. Ved å tilsette biocider vil man drepe bakteriene, men det fjerner ikke gassen, eventuelt kan pH økes med sterke baser for å forhindre utbrudd av gass fra væskefasen (NWEA, 2009). Tilsvarende kan H₂S “scavenger” tilsettes, denne feller ut og innkapsler sulfatene så næringstilgangen uteblir, men heller ikke dette fjerner gassen (Sulphide Scavengers in Oil and Gas Industry – A Review, 2010). Dersom det er et vesentlig oljelag på toppen av vannfasen kan dette holde på H₂S gassen, og det innebærer at eventuell gass ikke gir utslag ved gassmåling i tanken.

5.5.3 H₂

Gassen er lettere enn luft og svært eksplosiv med LEL på ca 4 % og UEL på ca 75 % (Kucha, 1985). H₂ kan utvikles i slopvann på samme måte som H₂S, men prosessen avbrytes, og resultatet er H₂. Dette vil typisk være i stillestående sloptanker på innretninger offshore, tankskip og tanker på land. Siden gassen er lettere enn luft, kan det være tilstrekkelig med naturlig ventilasjon av tanker for å fjerne gassen.

5.5.4 CH₄

Gassen er lettere enn luft og eksplosiv med LEL på ca 5 % og UEL på ca 15 % (Kucha, 1985). CH₄ kan dannes under anaerobe forhold av mikroorganismer som bryter ned organisk materiale (Daelman, 2011). Dette vil typisk være i stillestående sloptanker på innretninger offshore, tankskip og tanker på land. Siden gassen er lettere enn luft kan det være tilstrekkelig med naturlig ventilasjon av tankene for å fjerne gassen.

5.6 Barrierer ved SART

Krav til barrierer ved et slopbehandlings-/mottaksanlegg som SART er langt færre og mindre omfattende enn ved et prosessanlegg innen petroleumsvirksomhet. Det forekommer få spesifiserte tekniske krav til forhindring av utslipp og forurensning gjennom Avfallsforskriften med hjemmel i Forurensningsloven, men det legges opp til at selskapene selv sørger for å implementere nødvendige tiltak for å forhindre og begrense forurensning.

Nedenfor er eksisterende barrierer ved SART som er hjemlet i lov, gjennom utslippstillatelsen, eller oppført på SART's eget initiativ, definert. Bak overskriften refereres det til en barrierekode, (K1) er konsekvensreduserende barriere 1, og (S1) er sansynlighetsreduserende barriere 1, osv.

5.6.1 Ringmur (K1)

Barrierefunksjon: Forhindre utslipp av farlig avfall til omkringliggende miljø.

Barriersystem: System i form av en ringmur rundt lagrings-/mottakstanker som skal forhindre at det forekommer utslipp til omkringliggende miljø.

Barriereelementer: Betongkonstruksjon designet for å holde på volumet av den største tanken, samt 10 % av det resterende lagringsvolumet.

5.6.2 Oppdage utilsikted nivåendring² (K2)

Barrierefunksjon: Oppdage lekkasjer fra tanker på et tidlig tidspunkt.

Barriersystem: System for å oppdage utilsikted nivåendring i lager-/mottakstanker.

Barriereelementer:

- trykktransmittere
- radarwire
- signalkabler til PLS
- alarmsignal gjennom sirene, SMS på mobiltelefon og på HMI
- prosessoperatører som responderer på alarmsignal

5.6.3 Begrense og kontrollere påvirkningen av akutt forurensning til miljø (K3)

Barrierefunksjon: Begrense forurensning til miljø.

Barriersystem: System for iverksetting av beredskap ved akutt forurensning.

Barriereelementer:

- beredskapsplaner
- prosessoperatører
- brannvesen
- utsettbar oljevernlettbåt
- oljelenser
- pumper
- oljeabsorberende matter

5.6.4 Overflyllingsvern³ (S1)

Barrierefunksjon: Forhindre overflylling av tanker ved mottak.

Barriersystem: System som skal forhindre overflylling av mottakstanker.

Barriereelementer:

- flottør montert nesten øverst i tanken
- signalkabel til styringsystem

² Antas å bli ferdig installert innen kort tid.

³ Antas å bli ferdig installert innen kort tid.

- alarmsignal på HMI
- prosessoperatør som overvåker HMI og responderer på alarmsignal ved å stenge flow
 - Det vurderes hvorvidt alarmsignal skal stenge ventil automatisk
- pneumatisk ventil for stenging av flow
- prosessoperatør overvåker direkte på topp av mottakstank ved “toppfylling”

5.6.5 Avdekke potensielle lekkasjer og faktiske lekkasjer (S2)

Barrierefunksjon: Avdekke potensielle lekkasjer og faktiske lekkasjer.

Barriersystem: System for gjennomgang av rørlinjer og tanker, før og etter mottak.

Barriereelementer:

- prosessoperatører
- mottaksprosedyrer for tankskip, tankbil og SAR tanker
- VHF (ved mottak fra tankskip)

5.6.6 Forhindre frosset vann i rør (S3)

Barrierefunksjon: Forhindre at slopvann fryser og fører til brudd eller propper i rør.

Barriersystem: System for å forhindre at vann fryser i rørlinjene.

Barriereelementer:

- isolasjon av rørlinjer (ikke slanger og utenfor ringmuren)
- prosessoperatører
- mottaksprosedyrer for tankskip, tankbil og SAR tanker. Skal blåse rørlinjene etter endt mottak

5.6.7 Deteksjon av gass i tanker og under mottak (S4)

Barrierefunksjon: Deteksjon av gass

Barriersystem: System for å oppdage gass, primært H₂S, i tanker og underveis mens mottak pågår.

Barriereelementer:

- prosessoperatører
- bærbar gassmåler (benyttes kun på tanker på skip og tanker på land)
- gassmålingsrutiner

5.6.8 Overvåkning av slopvann sammensetning (S5)

Barrierefunksjon: Overvåke slopvannssammensetning før og under mottak.

Barriersystem: System for overvåkning av slopvann under mottak

Barriereelementer:

- prosessoperatører
- deklarasjonspapirer
- HMI (ser egenvekt på innhold)
- prosedyrer for prøvetakning
- prøvebøtte
- analyseredskaper/utstyr

5.6.9 Begrense potensielle antenneskilder i ringmur (S6)

Barrierefunksjon: Forhindre antennelse av eventuell gass inne i ringmur eller på tanker.

Barriersystem: System for å forhindre all bruk av åpen ild, røyking og varmtarbeid uten tillatelse i ringmur og på tanker.

Barriereelementer:

- alle ansatte hos SART
- forbudsskilter
- prosedyrer og tillatelse for varmtarbeid

5.6.10 Forebyggende vedlikehold (S7)

Barrierefunksjon: Forhindre utilsiktede utslipp.

Barriersystem: System for oppfølging og utførelse av forebyggende vedlikehold.

Barriereelementer:

- ledelse
- prosessoperatører
- vedlikeholdsplaner/rutiner
- nødvendig verktøy

5.6.11 Adgangskontroll for uvedkommende (S8)

Barrierefunksjon: Forhindre at uvedkommende tar seg inn i ringmur og på kai.

Barriersystem: System for adgangskontroll for å forhindre at uvedkommende tar seg inn i lagerområde for tanker og på kai.

Barriereelementer:

- inngjerding
- lås

6 Ulykker i Norge

I løpet av de siste årene har det vært tre større ulykker relatert til slopvann og slopbehandling- eller mottaksanlegg i Norge. Dette kapitlet vil gi en kort redegjørelse av ulykkene, samt relevante årsaker og konsekvenser dersom det foreligger en redegjørelse for dette.

6.1 Vest Tank Sløvåg – mai 2007

Vest Tank AS i Sløvåg hadde tillatelse av Klif for mottak og behandling av opp til 175 000 m³ slopvann årlig. Ved siden av dette begynte bedriften i 2006 å behandle koksbensin med høyt innhold av svovel for videre eksport (GexCon, 2008). Det skal poengteres at det ikke forekom noen tillatelse fra norske myndigheter for behandling av koksbensin hos Vest Tank AS.

Hensikten med behandlingen av koksbensinen var å redusere innholdet av svovel med organiske forbindelser som merkaptaner. Dette ble gjennomført ved å blande inn natriumhydroksid (30 % NaOH) og sirkulere løsningen mellom to tanker. (GexCon, 2008). Etter 5-7 dager med sirkulasjon ville løsningen med NaOH og løste merkaptaner sedimentere i bunnen av tanken, mens toppfasen ble pumpet tilbake til tankskip for eksport (GexCon, 2008).

Etter at 6-7 tanklaster var blitt behandlet, begynte det å samles så mye sedimenter i bunnen av tanken at videre behandling ikke var mulig (GexCon, 2008). For å løse opp sedimentene ble det tilsatt hydrogenkloridsyre (30-36 % HCl) og vann. Det medførte da en pH reduksjon som var nødvendig i henhold til utslippskravene (GexCon, 2008). Et resultat av denne prosessen ble et tynt brennbart oljelag oppe på løsningen og utvikling av HCl gass inne i tanken (GexCon, 2008). På grunn av den kraftige og vonde lukten fra merkaptaner ble det benyttet luftfilter med aktivert karbon på tankene til lufting (GexCon, 2008).

24.mai 2007 forekom en serie kraftige eksplosjoner med påfølgende pool-brann i tankområdene (GexCon, 2008). Det antas at antennelseskilden var luftfilteret som selvantente gjennom en eksotermisk reaksjon, og at flammen forplantet seg videre ned i den ene tanken (GexCon, 2008). Ingen ble alvorlig skadd under hendelsen, men utslipp av giftige gasser ga lokalebefolkningen i området helseplager som pågikk over flere år (Aftenposten, 2007). Det pågår fremdeles oppfølging og undersøkelser av lokale innbyggere i Sløvåg-området (TV2, 2011).

Det skal nevnes at eksplosjonen ikke hadde noe med lagring og behandling av slopvann som omtales i denne oppgaven, men hendelsen forekom på et slopbehandlings-og mottaksanlegg som gikk utover sin behandlings- og mottakstillatelse. I etterkant av ulykken ble det mye negativ omtale i media, det ble også et eierskifte i selskapet. Selskapet heter nå Alexela Sløvåg (Alexela Sløvåg AS, 2007).

6.2 SAR Averøy – mai 2008

SAR Averøy ligger på Kristiansund base og hadde konsesjon for mottak og behandling av 80 000 m³ slopvann årlig (Klif, 2012). Bedriften hadde i tillegg konsesjon for mottak og behandling av borekaks. Det var under arbeid på en lagringstank hos bedriften at en tank eksploderte. Det antas at en brennbar gass (H₂S eller H₂) i tanken ble antent av en vinkelsliper som ble brukt uten tillatelse. Brennbar gass i tanken var heller ikke kartlagt før arbeidet begynte (Norsk Brannvernforening, 2012). En av de to mennene som jobbet oppe på tanken, falt tolv meter ned og omkom (TK, 2009).

6.3 Oleon – august 2011

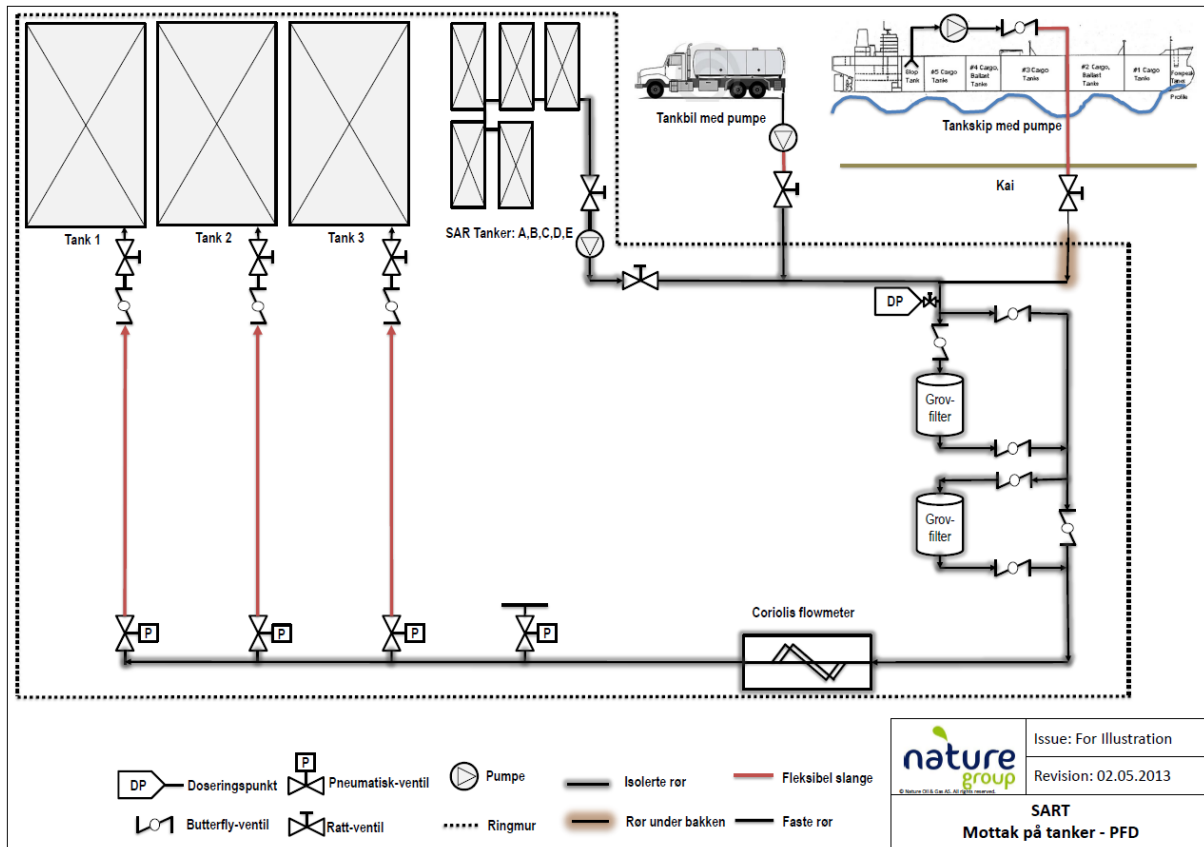
Tankskipet Mar Christina kom inn til kjemikaliebedriften Oleon Scandinavia AS i Sandefjord 9. august 2011 for å laste lagret slopvann på tanker hos bedriften. Slopvannet var eid av DVS Norge, og det ble leid tankkapasitet hos Oleon som for øvrig ikke hadde konsesjon for lagring av slopvann (DSB, 2011). Lasting ble påbegynt 11. august 2011, men etter at 5 m³ var overført, ble lasting avbrutt av frykt for H₂S over LEL nivå (4 %) i tankene på land (TU, 2011).

Lasting ble gjenopptatt 30. august samme år, og tankene på skipet var da tomme med et tynt lag tørkede sedimenter i bunn (TU, 2011). Linjen som skulle brukes ned i tanken på skipet, var tett, og det ble besluttet av kapteinen på skipet å benytte trykkluft for å åpne denne (TU, 2011). Etter at trykket ble bygget opp og ventilen åpnet for å blåse ut proppen, forekom det en eksplosjon om bord på skipet (TU, 2011). Årsaken til eksplosjonen er ikke kartlagt. Det er spekulert i om det var slopvann i rørlinja over lengre tid som hadde utviklet brennbar gass. Det var ingen alvorlig skadde etter hendelsen, men det medførte mye negativ omtale i media. I etterkant av ulykken ble DVS Norge solgt til Halliburton, kjøpet inkluderte 32 500 m³ farlig avfall (TU, 2012)

7 Risikoidentifisering

Risikoidentifiseringen ble gjennomført av tidligere daglig leder hos SART, Martin S. Løklingholm, og forfatter av oppgaven. For å fange opp flest mulig potensielle farer er identifisering av farer gjennomført som en separat aktivitet (ref kapittel 3.1.3.1).

Forfatter hadde på forhånd utviklet en PFD over mottak av slopvann for å få en oversikt over systemet, se figur 2. PFD'n ble utviklet etter gjennomgang og observasjon av mottak på SART. Figuren ligger også under Appendix C – Mottak PFD i større format.



Figur 2 PFD over mottak av slopvann hos SART

7.1 Subsystemer

Systemet for mottak av slopvann fra de tre operasjonene ble delt opp hver for seg og videre i mindre subsystemer for å lettere fange opp potensielle farer.

Under er subsystemene for alle typer mottak samlet.

Subsystemer ved mottak fra tankskip

- 1.1 Fleksibel slange fra tankskip til og med ventil på kai
- 2.0 Fra ventil på kai til grovfilter/bypass inne i ringmur
- 3.0 Grovfilter med bypass, ventiler, og coriolis-flowmeter
- 4.0 Manifold med pneumatiske ventiler til forskjellige tanker
- 5.0 Fleksible slanger fra manifold til ventiler på mottakstanker
- 6.0 Mottakstanker med ventiler, flenser, indikatortransmittere, radarwire og overfyllingsvern
- 7.1 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankskip
- 8.0 Prosessoperatør overvåker mottak ved HMI i lab/kontor og direkte, samt operasjonell aktivitet

Subsystemer ved mottak fra tankbil

- 1.2 Fleksibel slange fra tankbil til ventil på ringmur og videre til grovfilter/bypass inne i ringmur
- 3.0 Grovfilter med bypass, ventiler, og coriolis-flowmeter
- 4.0 Manifold med pneumatiske ventiler til forskjellige tanker
- 5.0 Fleksible slanger fra manifold til ventiler på mottakstanker
- 6.0 Mottakstanker med ventiler, flenser, indikatortransmittere, radarwire og overfyllingsvern
- 7.2 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankbil
- 8.0 Prosessoperatør overvåker mottak ved HMI i lab/kontor og direkte, samt operasjonell aktivitet

Subsystemer ved mottak fra SAR tanker

- 1.3 Faste rør fra SAR tanker via pumpe til grovfilter/bypass inne i ringmur
- 3.0 Grovfilter med bypass, ventiler, og coriolis-flowmeter
- 4.0 Manifold med pneumatiske ventiler til forskjellige tanker
- 5.0 Fleksible slanger fra manifold til ventiler på mottakstanker
- 6.0 Mottakstanker med ventiler, flenser, indikatortransmittere, radarwire og overfyllingsvern
- 7.3 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og SAR operatør
- 8.0 Prosessoperatør overvåker mottak ved HMI i lab/kontor og direkte, samt operasjonell aktivitet

Som det kommer frem av PFD, er mange av rørlinjene og systemene de samme.

Subsystemene 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 og 8.0 er av den grunn like. Det ble allikevel gjennomført risikoidentifisering på alle subsystemer knyttet til hver form for mottak. Dette ble gjort for å finne ut hvilken aktivitet som er den største risikodriveren utover i analysen.

7.2 Guideord

I risikoidentifiseringen ble det benyttet ulike kategorier med guideord for hver av subsystemene. Under er et utdrag av kategoriene med tilhørende guideord:

- Naturskade
 - Sterk vind
 - Kulde
- Ekstern påvirkning
 - Sabotasje
 - Fallende objekter
- Utstys- og instrumenteringsfeil
 - Sikkerhetssystemer
 - Pumpefeil

Se Appendix D – Guideord for utfyllende liste av kategorier sammen med guideord som ble benyttet.

Siden det handler om potensielle farer, ble for eksempel ikke hendelsen “stopp av flow” identifisert, med mindre den kunne være årsak til uønsket hendelse. Hensikten er å gi en oversikt over initierende hendelser knyttet til mottak av slopvann fra de tre aktuelle operasjonene.

7.3 Identifiserte hendelser

Med utgangspunkt i subsystemene og de ulike kategoriene med guideord ble risikoidentifiseringen gjennomført.

Det ble identifisert to topphendelser eller initierende hendelser sett ut i fra et overordnet bow-tie perspektiv:

- Lekkasje under mottak og lagring
- Brann/eksplosjon under mottak og lagring.

Det ble diskutert hvorvidt man skulle gå mer i dybden og definere “brudd i slange”, “defekt kobling” og lignende som initierende hendelser, men det ble til å ha mer altomfangende, initierende hendelser. “Brudd i slange” eller “defekt kobling” blir dermed å regne som årsaker til den initierende hendelsen “lekkasje” i denne oppgaven.

8 Risikoanalyse

I forkant av risikoanalysen ble det gjennomført en spørreundersøkelse av de ansatte på SART som grunnlag for HAZOP'en. Kapittelet viser til resultatene fra denne, forklarer gjennomføringen av HAZOP og inndeling av konsekvens og sannsynlighet. Avslutningsvis er bow-tie diagrammer presentert.

8.1 Spørreundersøkelsen “Operasjonell tilstand sikkerhet”

Spørreundersøkelse, “Operasjonell tilstand sikkerhet”, ble gjennomført med prosessoperatørene og lederne på SART i april. Spørsmålene i undersøkelsen er et utdrag av en undersøkelse gjennomført på Snorre B plattformen i forbindelse med “Operasjonell tilstand sikkerhet-prosjektet”. Tillatelse til å benytte spørsmålene er gitt av Trond Øystein Kongsvik ved NTNU. Spørsmålene ble omformulert, og nye elementer ble tatt inn for å tilpasses SART.

Spørreundersøkelsen var anonym, men resultatene fra ledere og prosessoperatører ble adskilt. Undersøkelsen skulle avdekke HOF som opplæring og kompetanse, sikkerhetskultur, bruk og forståelse av prosedyrer og generelle arbeidsforhold. Bruk og forståelse av prosedyrer faller her inn under sikkerhetskultur. Spørreundersøkelsen ligger som Appendix E – Spørreundersøkelse.

8.1.1 Resultater

Flere av resultatene fra undersøkelsen tolkes som RIF, og ble brukt i risikoanalysen. RIF gir her indikasjoner på påliteligheten og robustheten til de tekniske, organisatoriske og operasjonelle barrierene som eksisterer både som konsekvensreducerende og sannsynlighetsreducerende barrierer. Punktene nedenfor er de resultater fra spørreundersøkelsen som ble brukt i risikoanalysen. Noen av punktene er også lagt til etter samtaler med prosessoperatører og observasjoner på SART. Resultatene er delt opp i områdene: kompetanse, sikkerhetskultur og arbeidsforhold. På punkter der det refereres til frekvens, er det brukt seks inndelinger: *aldri*, *meget sjelden*, *nokså sjelden*, *nokså ofte*, *meget ofte* og *alltid*.

8.1.1.1 Kompetanse

- Prosessoperatørene har ikke fagbrev, men har tilstrekkelig arbeidserfaring og trening til å utføre arbeidet på en sikker måte. En av de andre ansatte som også gjennomfører mottak, har høyere utdanning innen biologi/kjemi
- Alle prosessoperatører har varmtarbeidskurs
- Alle ansatte som utfører mottaket hos SART, er ikke helt fortrolig med hva de skal gjøre dersom en kritisk situasjon skulle oppstå

8.1.1.2 Sikkerhetskultur

- Sikkerhet går *meget ofte* foran effektivitet når disse er i konflikt
- Ansatte er *nokså sjelden* opptatt av at medansatte arbeider sikkert, men sikkerhetsforhold diskuteres *meget ofte* på arbeidsplassen
- Rapportering av uønskede hendelser forekommer *nokså sjelden*
- Risikofylte arbeidsoppgaver blir *meget ofte* gjennomgått før de påbegynnes, dette innebærer også bruk av SJA

- Systematiske avvik fra prosedyrer forekommer *nokså sjelden*
- Prosedyrene er enkle å endre og ansatte tar selv initiativ til å endre dem ved behov
- Det er felles forståelse for prosedyrer mellom skiftene slik at arbeidet utføres likt
- Sikkerhetsregler blir *nokså sjelden* brutt for å få jobben unnagjort
- Vedlikehold og inspeksjon av rør, ventiler, flenser, koblinger, m.m. utføres *meget sjelden* før det oppdages mindre lekkasjer
- Vedlikehold og inspeksjon av tanker og ringmur utføres årlig

8.1.1.3 Arbeidsforhold

- Arbeidsmengden er *nokså sjelden* større enn hva de ansatte kan håndtere, og det forekommer *meget sjelden* parallelle arbeidsoperasjoner
- Det arbeides lite overtid. Ansatte er konsentrerte og opplagte i arbeidstiden
- Merking av ventiler, instrumenter og rør er tilstrekkelig
- Det er noe mangel på riktig verktøy og utstyr for å utføre arbeidsoppgaver på en sikker måte
- Trange og vanskelig tilgjengelige arbeidssteder kan i noen tilfeller være et problem med tanke på sikker arbeidsutførelse og håndtering av fare- og ulykkessituasjoner

8.2 HAZOP

Risikoanalysen ble gjennomført av Martin S. Løklingholm, ansatte hos SART og forfatter av oppgaven. Med utgangspunkt i de identifiserte overordnede initierende hendelsene “lekkasje” og “brann/eksplosjon” ble det gjennomført et HAZOP-møte. HAZOP’n ble gjort for hver av de unike og felles subsystemene til mottaksoperasjonene basert på resultatene fra spørreundersøkelsen, observasjoner, samtaler og guideordene (ref Appendix D – Guideord). PFD over mottak ble benyttet for å holde oversikten over hva som ble analysert (ref Appendix C – Mottak PFD). Her ble potensielle årsaker og konsekvenser redegjort. Eksisterende barrierer ble oppført med barrierekodene (ref kapittel 5.6) og vurdert opp mot RIF’s. I etterkant av HAZOP ble det generert en bow-tie med tanke på miljørisiko for hvert av subsystemene som var felles ved mottaksoperasjonene, og en bow-tie for hvert av subsystemene som var unike for mottaksoperasjonene. For personellrisiko ble det generert en samlet bow-tie. HAZOP-studiet er dokumentert i Appendix F – HAZOP.

8.2.1 Konsekvens og sannsynlighet

Det ble benyttet en konsekvensskala, 1-5, og en sannsynlighetsskala, A-E. Sannsynlighetene er gitt per år for et gjennomsnitt av årlige mottak hos SART. Bakgrunnen for sannsynlighetsskalaen er basert på antallet slopbehandlingsaktører i Norge hvor akkumulerte driftsår er sammenlignet med antall registrerte ulykker og utslipp.

Bakgrunnen for konsekvensskalaen for miljørisiko er basert på eksisterende tankvolumer og pumpekapasitet. Det er også tatt høyde for miljøpåvirkning fra andre ulykker med lignende innhold i utslippet til miljøet, mer om dette under *forutsetninger* (ref kapittel 8.2.2). Tilsvarende er det gjort med personellrisiko. Konsekvenser fra tidligere ulykker med personell knyttet til brann/eksplosjon er lagt som grunnlag for potensielle konsekvenser hos SART.

Det er utelatt å ta med konsekvenser uten “virkning”, det vil si utfall av en aktivitet med positiv konsekvens (ref kapittel 2.1).

Appendix G – Forurensning gir en grafisk oversikt over forurensning til resipienten, her det marine økosystemet, ved et potensielt utslipp. Antatt påvirkningsområde er tegnet inn i kart hentet fra Google. Forklaring på inndelingen av sannsynlighet og konsekvens er oppsummert i tabell 1 nedenfor.

ID	Konsekvens	Miljø	Personell
1	Svært liten	Utslipp av mindre enn 5 m ³ ≤ 1 år restitusjonstid av resipienten	Små personskader Inget fravær fra jobb
2	Liten	Utslipp av 5 m ³ – 49 m ³ ≤ 1 år restitusjonstid av resipienten	Mindre personskader Fravær fra jobb ≤ 2 uker
3	Middels	Utslipp av 50 m ³ – 199 m ³ ≤ 3 år restitusjonstid av resipienten	Store reversible personskader Fravær fra jobb ≥ 2 uker
4	Stor	Utslipp av 200 m ³ – 1000 m ³ ≤ 5 år restitusjonstid av resipienten	Alvorlige irreversible personskader
5	Katastrofal	Utslipp av mer enn 1000 m ³ ≤ 5 år restitusjonstid av resipienten	1 eller flere omkomne
ID	Sannsynlighet		
A	Svært liten	Sannsynlighet, ≤ 0,1 %	Sannsynlighet, ≤ 0,1 %
B	Liten	Sannsynlighet 0,1 % ≤ 1 %	Sannsynlighet 0,1 % ≤ 1 %
C	Middels	Sannsynlighet 1 % ≤ 10 %	Sannsynlighet 1 % ≤ 10 %
D	Stor	Sannsynlighet 10 % ≤ 50 %	Sannsynlighet 10 % ≤ 50 %
E	Svært stor	Sannsynlighet ≥ 50 %	Sannsynlighet ≥ 50 %

Tabell 1 Oversikt over konsekvens og sannsynlighet

Eksempel: Koden [B4] for personell innebærer en sannsynlighet på 0,1 % ≤ 1 % for alvorlige irreversible personskader i løpet av et år, i oppgavens tilfelle på grunn av brann/eksplosjon.

8.2.2 Forutsetninger

- Utslipp av slopvann
 - Hvor stor påvirkning et utslipp får for resipienten antas å avhenge av mengden olje, tungmetaller og andre skadelige stoffer i det ubehandlede slopvannet. I analysen ble det benyttet “normal sammensetning” i forhold til mengden olje, tungmetaller og andre skadelige stoffer av det som kommer inn til SART.
 - Det antas at et utslipp til sjø vil påvirke resipienten i det omkringliggende området negativt. Det antas lang restitusjonstid av resipienten ved store eller katastrofale utslipp. Det antas kort til lang restitusjonstid ved svært små til middels størrelse på utslippet. Det foreligger ingen studier på hvordan et eventuelt større utslipp faktisk vil påvirke resipienten i Risavika så vidt forfatteren kjenner. Det foreligger kun studier på påvirkning av resipienten som

følge av utslipp av behandlet vann og et studie utført av IRIS i 2012 som gir status på faktisk tilstand til resipienten. Restitusjonstiden er derivert ut i fra ulykker som; ExxonValdez, Minamata kvikksølvutslippet fra Chisso fabrikk, MS Rocknes, MS Full City og MS Godafoss.

- Det antas at et eventuelt utslipp av olje kan fanges opp med oljelenser gitt at tiltaket blir iverksatt tidsnok. Tungmetaller og andre skadelige stoffer vil ikke la seg samle opp.
- Det antas at system for å oppdage utilsikted nivåendring ikke registrerer volum mindre enn 50 m³.
- Det antas at beredskap blir iverksatt ved "sunn fornuft" av personell og ikke ved utslipp mindre enn 5 m³. Dersom utslippet på under 5 m³ har en større andel olje, og i utgangspunktet ikke kan klassifiseres som slopvann, vil allikevel beredskap iverksettes.
- Brann/eksplosjon
 - Det antas tre potensielle utfall ved en eventuell eksplosjon. 1 eller flere omkomne, alvorlige og irreversible personskader eller store, men reversible personskader. Grunnen til dette er at en antennelseskilde sannsynligvis vil skyldes menneskelig aktivitet, og at det ofte er mennesker inne i ringmuren.
 - Erfaring fra SART tilsier at mengden næringsstoffer i det ubehandlede slopvannet som oftest er liten, og muligheten for bakteriell aktivitet dermed også liten. Det antas allikevel at det kan komme inn laster med høyere nivå av næringsstoffer som kan skape et grunnlag for bakteriell aktivitet og gassutvikling.
 - Det antas at det kun er i månedene (juni-juli-august-september) at det er mulighet for gassutvikling på tanker og i rørledninger. Det er på grunn av for lav temperatur for bakteriell aktivitet ellers i året.
- Generelt
 - Det antas at antallet mottaksoperasjoner er likt fordelt gjennom året.
 - Det antas at antallet av forskjellige mottaksoperasjoner er det samme.
 - Det antas at det er en jevn fordeling av hvem som er ansvarlig, av de ansatte under mottaksoperasjonene.
 - Ved en eventuell brann/eksplosjon vil det naturligvis bli større/mindre materielle skader. Dette er ikke tatt med i risikovurderingen. SART har finansiell sikkerhet, og fokus er på personellrisiko i denne sammenhengen.
 - Det tas ikke hensyn til forgiftning ved eventuell tilstedeværelse av H₂S.

8.3 Bow-tie

HAZOP-studiet presenteres som nevnt for hvert av subsystemene i bow-tie. Bruk av bow-tie gir en visuell fremstilling av sammenhengen mellom årsaker, barrierer, initierende hendelse og konsekvenser.

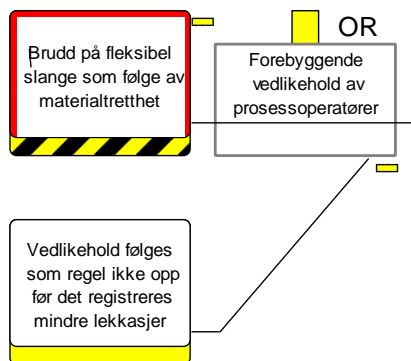
Etter noen diskusjoner rundt faren for brann/eksplosjon knyttet til mottak, besluttet forfatter å lage en overordnet bow-tie med brann/eksplosjon som initierende hendelse for hele systemet. Grunnen til dette er at det anses som svært lite sannsynlig at betydelige mengder gass over

LEL følger med slopvannet i rørledningene under mottak, lekker ut og antennes. Men sannsynligheten er ikke null, og det er tatt hensyn til faren i HAZOP-studiet. Dermed er de akkumulerte sannsynlighetsbidragene fra dette tatt med i den samlede bow-tien for brann/eksplosjon. Fokus her er først og fremst lagrings- og mottakstanker, tanker på skipet og oppsamling av slopvann i rørledningene. Tankene på skipet, er som tidligere nevnt, utenfor omfanget av denne oppgaven siden SART sitt ansvarsområde ikke er på tankskip.

8.3.1 Trusler mot barrierer og RIF's

I bow-tie diagrammene har man, som nevnt tidligere, potensielle årsaker på venstre side, initierende hendelser i senter og potensielle konsekvenser på høyre side. Det som eventuelt bryter grenen mellom årsaker, eller konsekvenser, og den intiterende hendelsen, er tiltak eller barrierer. Som vist i figur 3 er dermed forebyggende vedlikehold utført av prosessoperatører en barriere for å forhindre brudd på slangen. Vedlikehold kan i dette tilfellet være vasking av slanger eller bytte av slangen ved begynnende sprekker. Noden og grenen som linker mot vedlikehold i underkant, er en RIF eller trussel mot barrieren. Det vil si at påliteligheten til barrieren "forebyggende vedlikehold" er potensielt svekket siden vedlikeholdet som regel ikke utføres av prosessoperatører før det oppdages en mindre lekkasje. Tilsvarende RIF's eller trusler finnes også ved barrierer på konsekvenssiden av bow-tien. Grunnlaget for RIF'ene eller truslene er basert på den gjennomførte spørreundersøkelsen, samt observasjoner og samtaler med prosessoperatører på SART.

Over barrieren i figur 3 står det OR, det vil si at det er organisatoriske barriereelementer. Tilsvarende benyttes kodene DE = design/tekniske barriereelementer eller TR = opplæring/kompetanse som refererer til operasjonelle barriereelementer. Barrierer og barriereelementer er hentet fra kapittel om SART (ref kapittel 5.6).

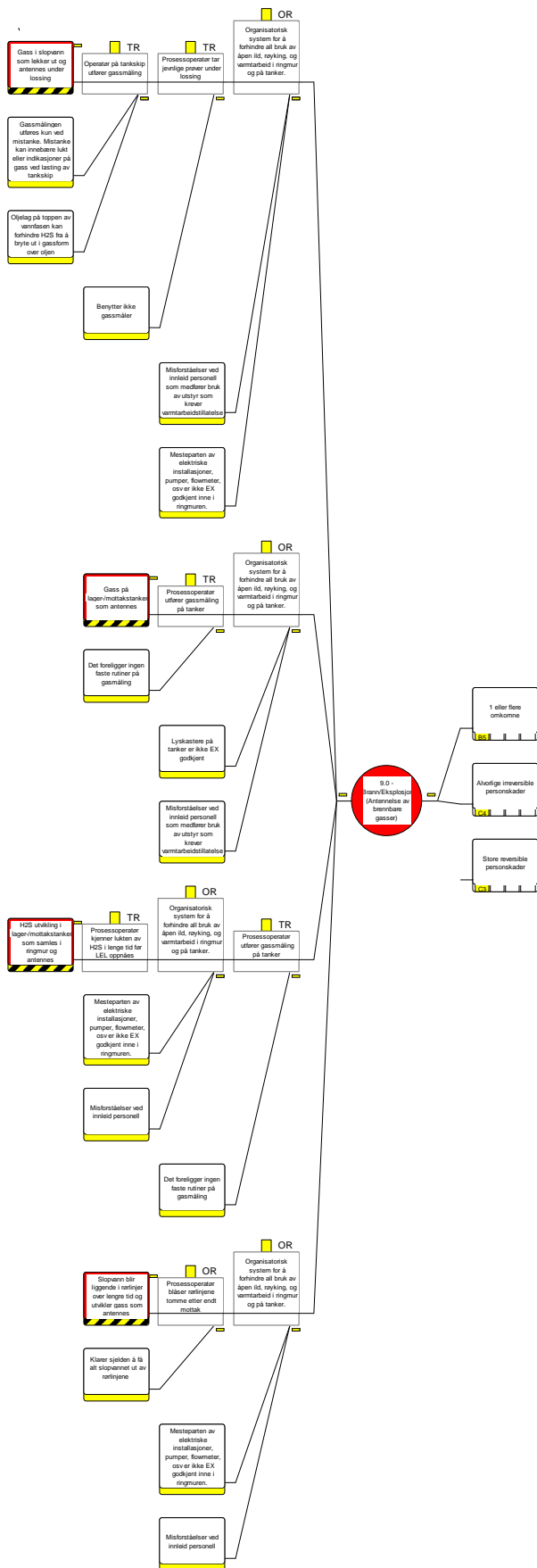


Figur 3 Forklaring av bow-tie

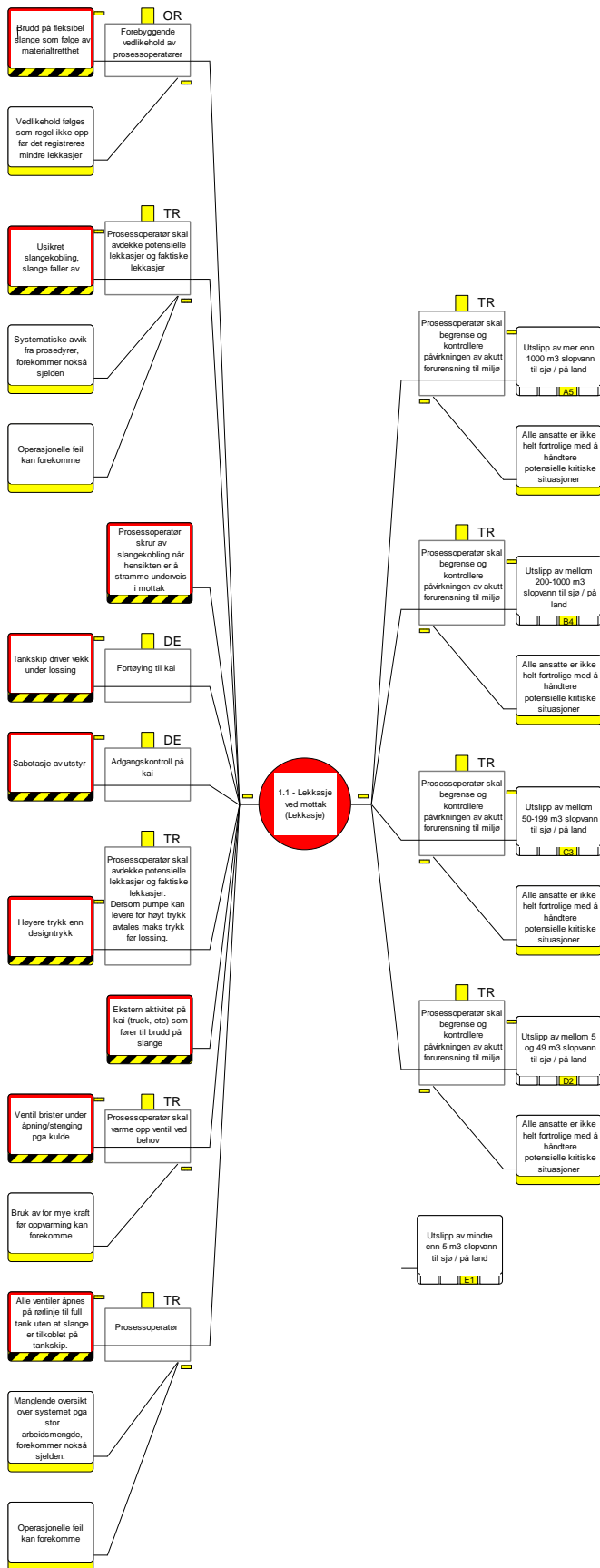
8.3.2 Presentasjon av bow-tier

Her vil en bow-tie for hver av subsystemene med tanke på miljørisiko og en bow-tie for hele systemet med tanke på personellrisiko, presenteres. Bow-tie'ene for miljørisiko er gitt i kronologisk rekkefølge. Bow-tie for personellrisiko angis først som 1.0.

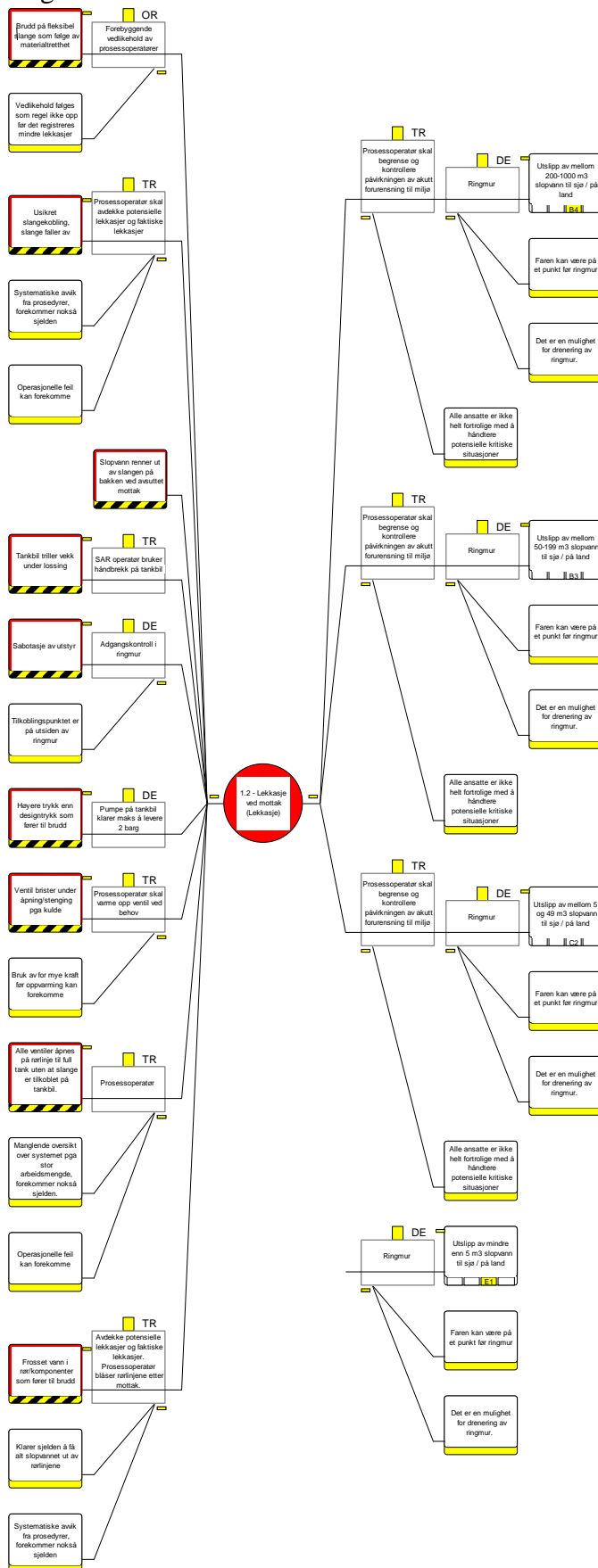
1.0 Brann/eksplosjon



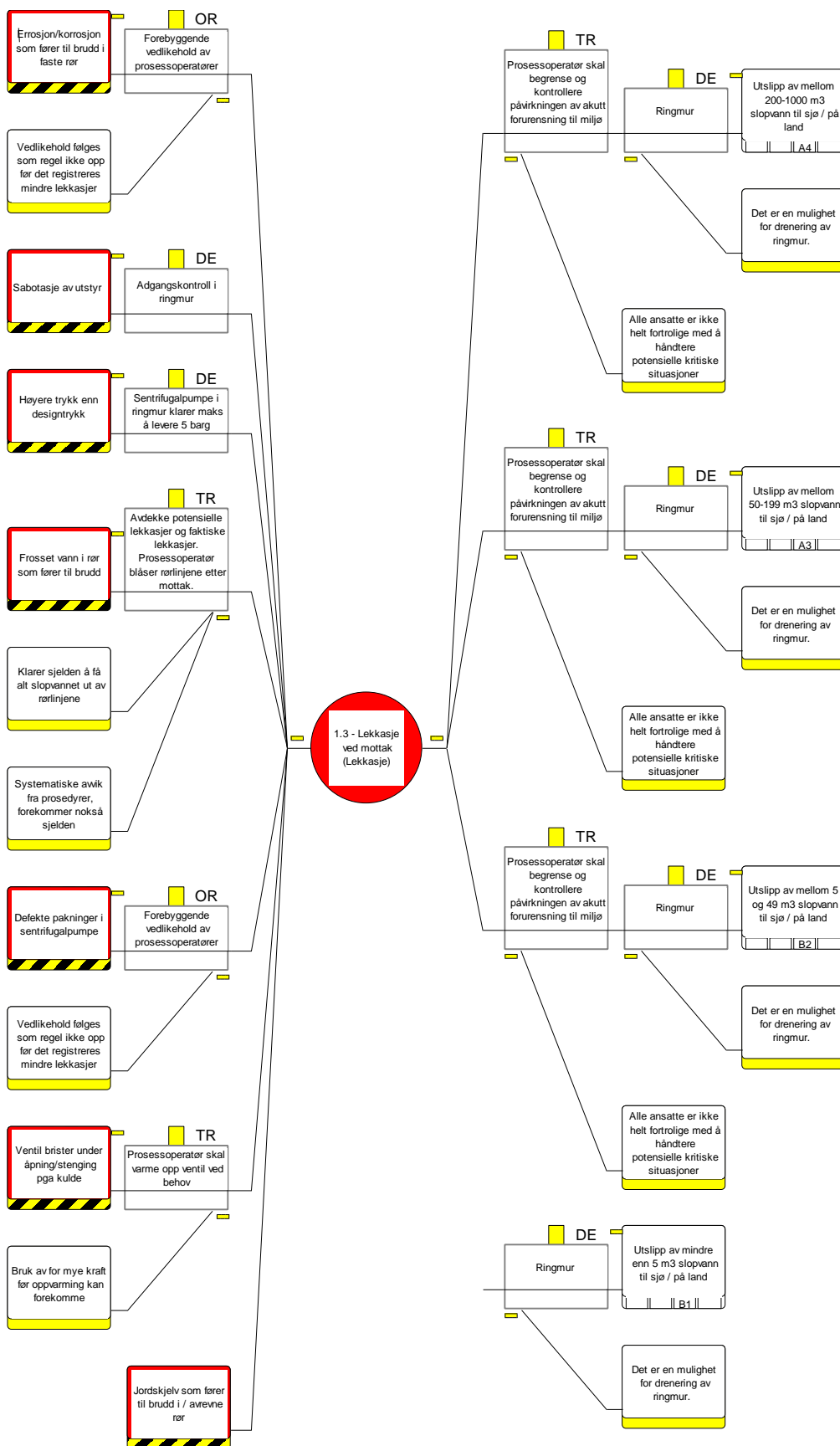
1.1 Fleksibel slange fra tankskip til og med ventil på kai.



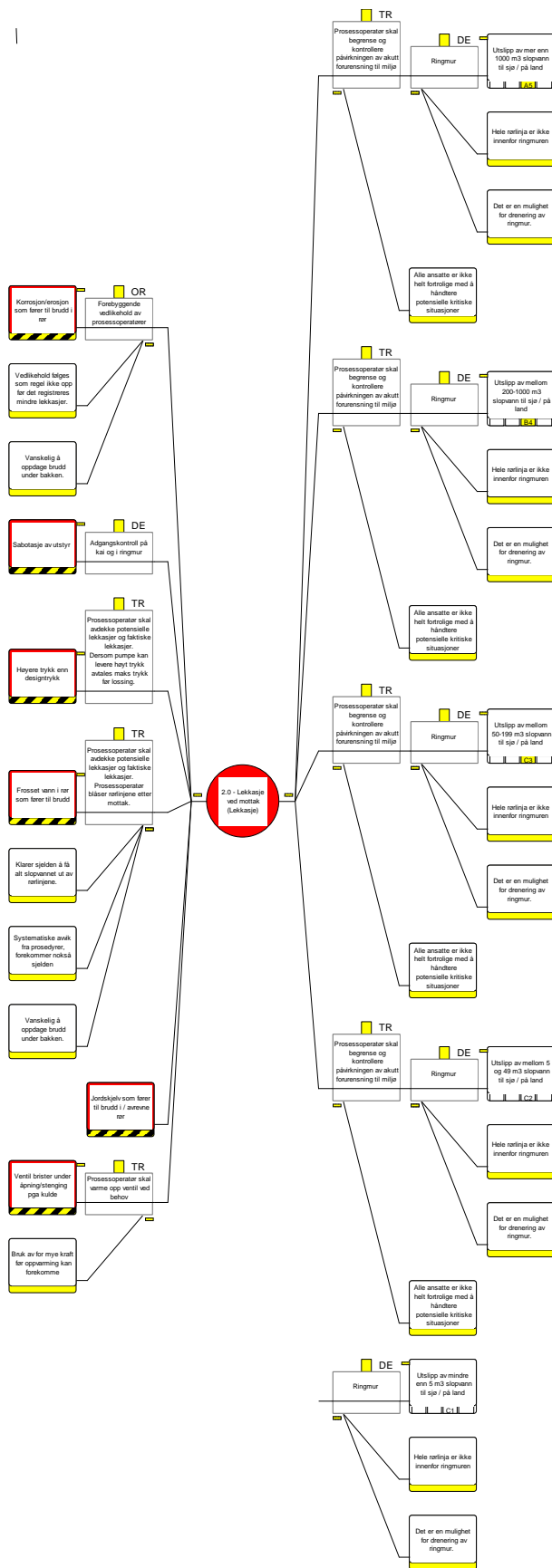
1.2 Fleksibel slange fra tankbil til ventil på ringmur og videre til grovfilter/bypass inne i ringmur.



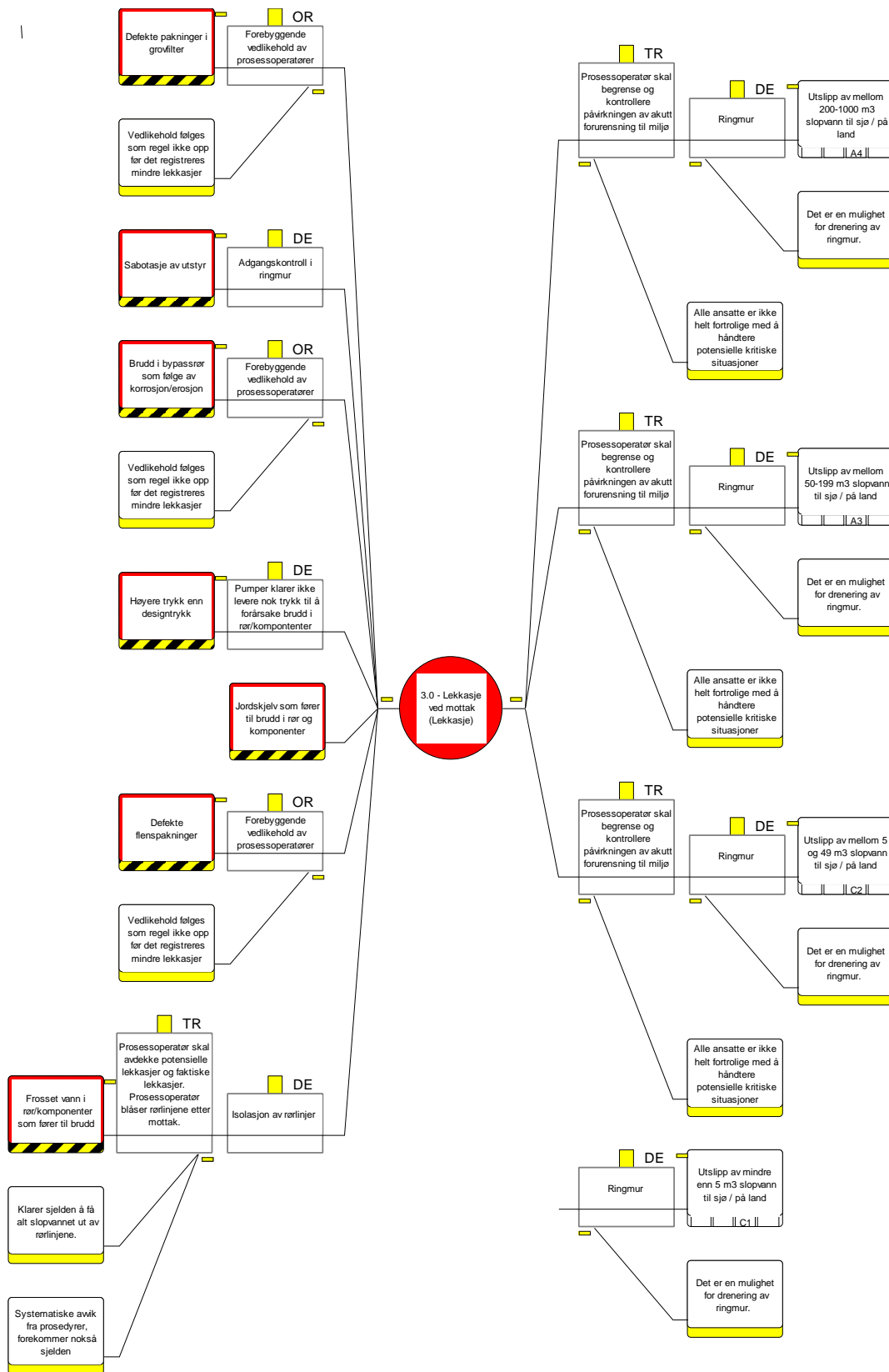
1.3 Faste rør fra SAR tanker via pumpe til grovfilter/bypass inne i ringmur.



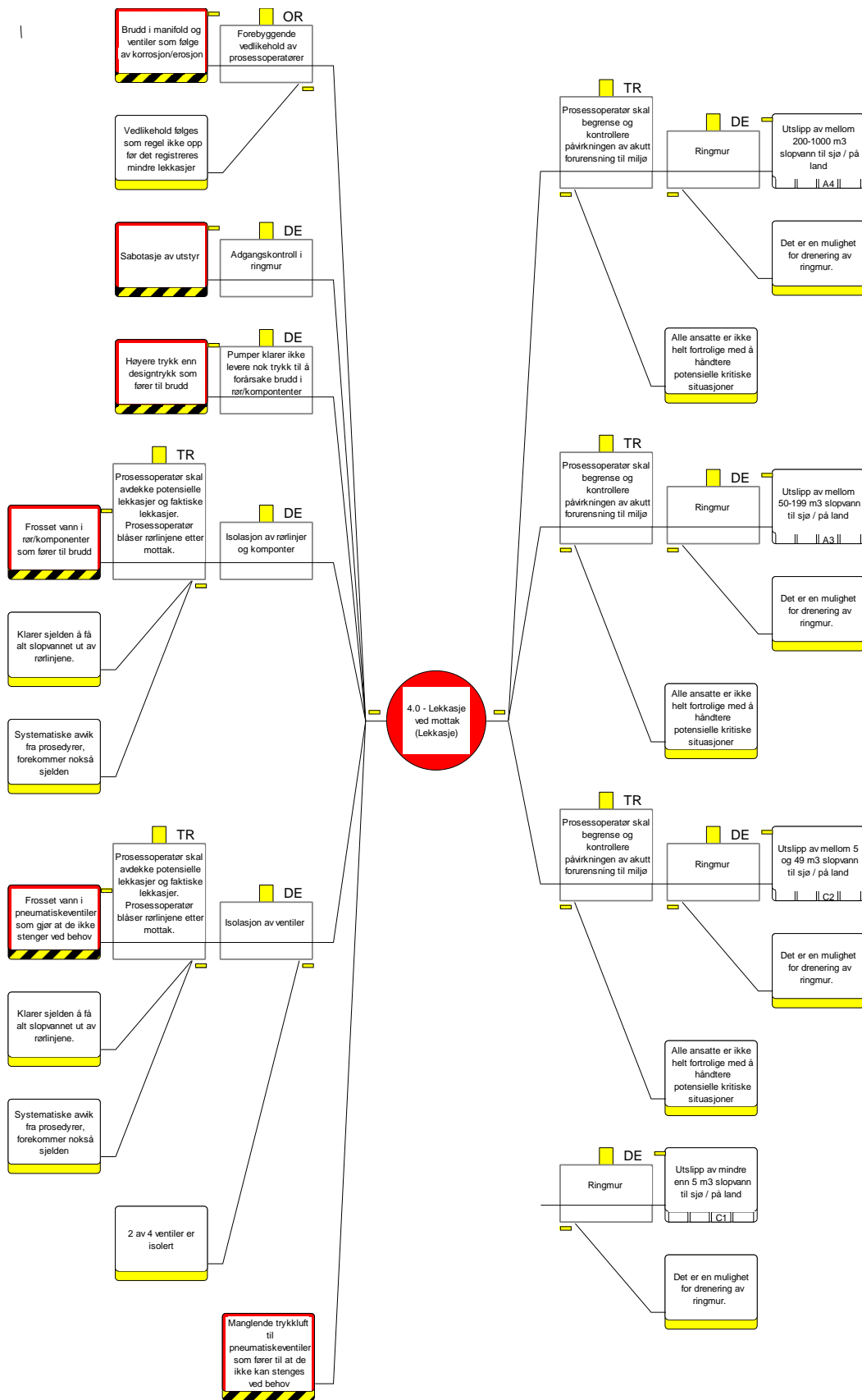
2.0 Fra ventil på kai til grovfilter inne i ringmur.



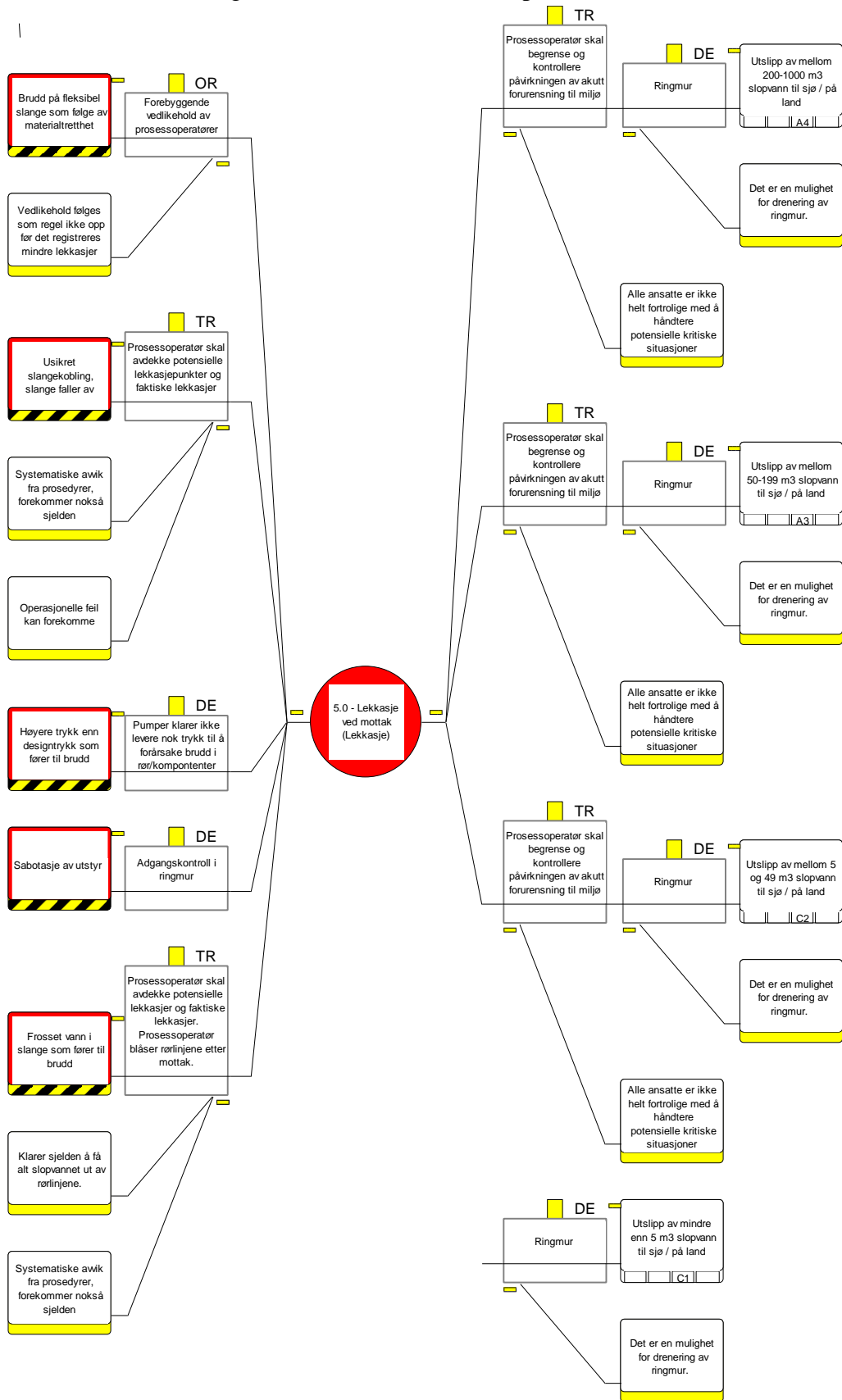
3.0 Grovfilter med bypass, ventiler, og coriolis-flowmeter.



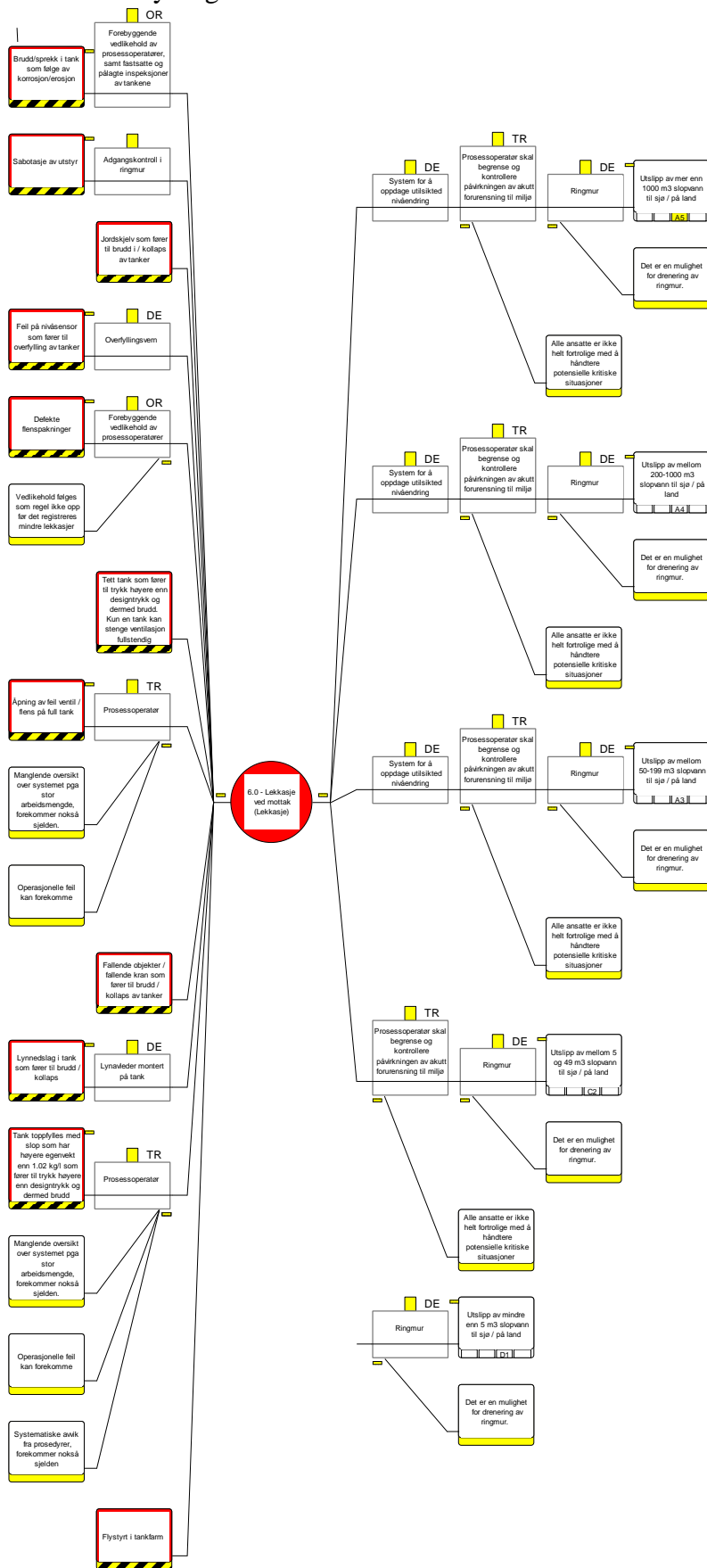
4.0 Manifold med pneumatiske ventiler til forskjellige tanker.



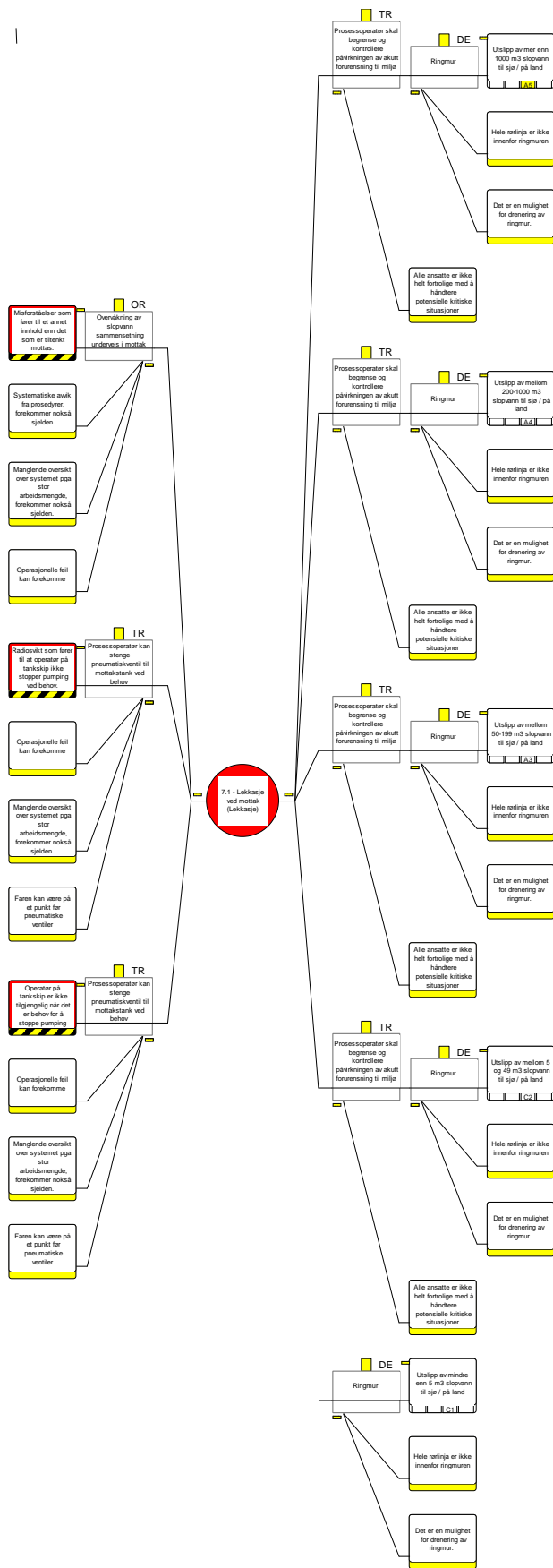
5.0 Fleksible slanger fra manifold til ventiler på mottakstanker.



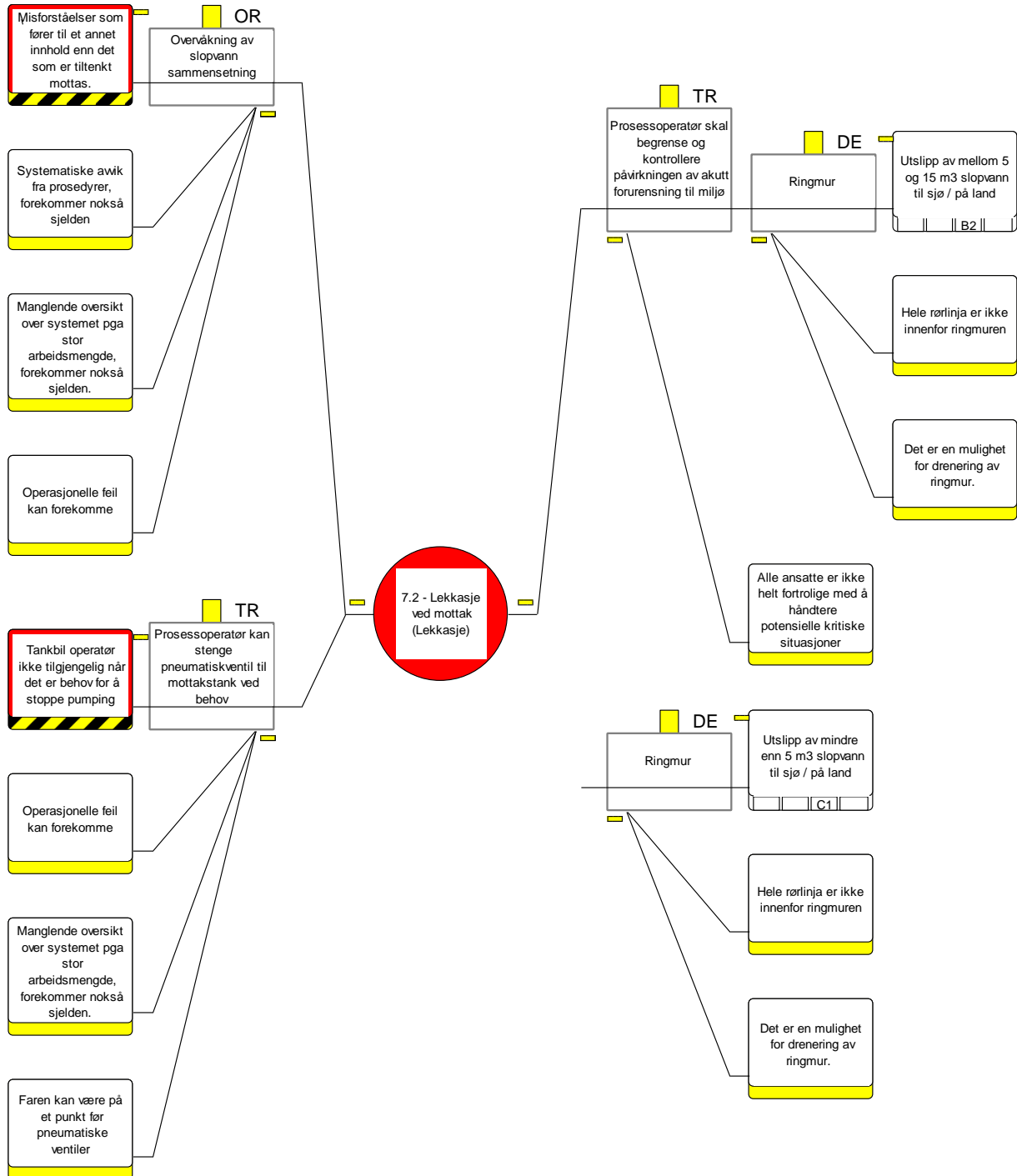
6.0 Mottakstanker med ventiler, flenser, indikatortransmittere, radarwire og overflyllingsvern.



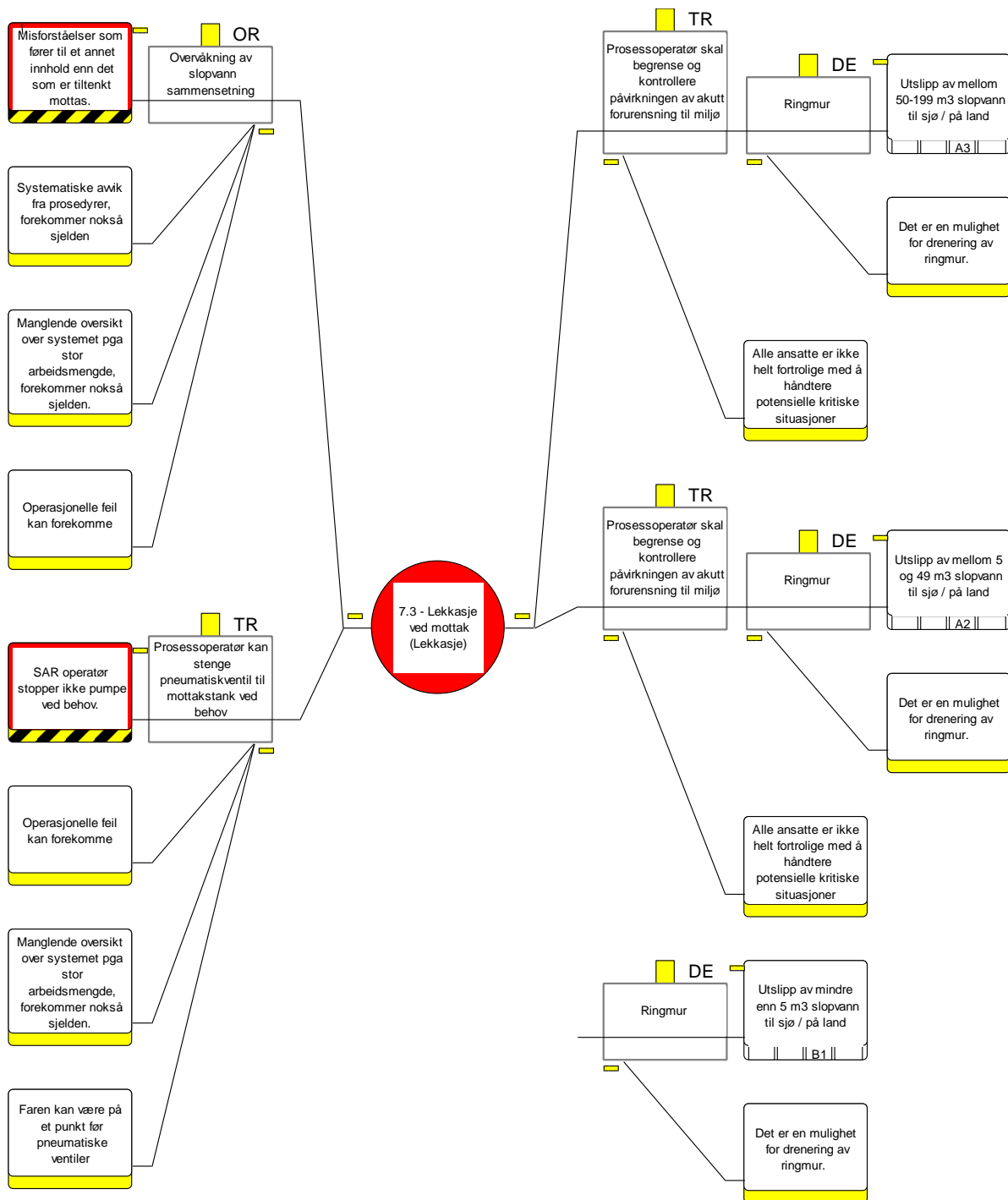
7.1 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankskip.



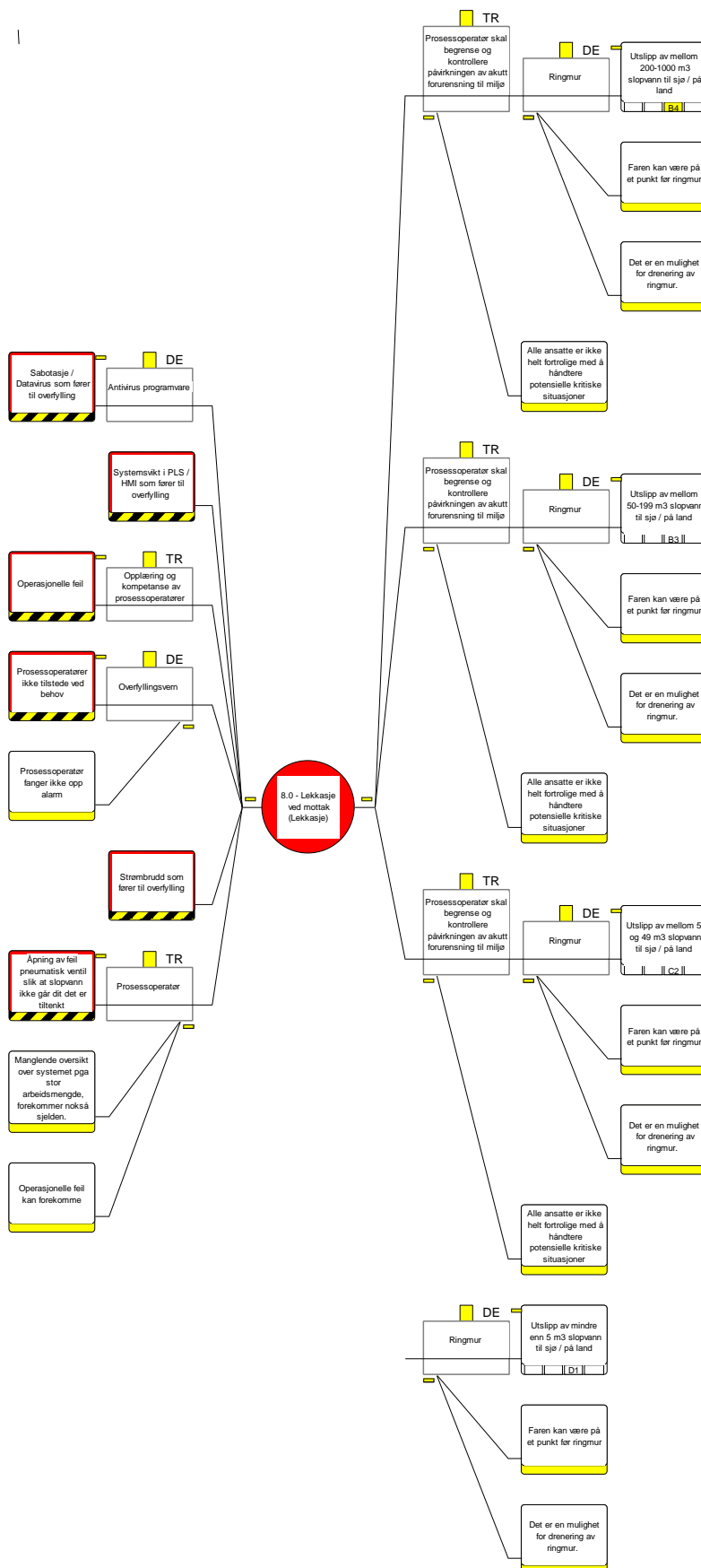
7.2 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankbil.



7.3 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og SAR operatør.



8.0 Prosessoperatør overvåker mottak ved HMI i lab/kontor og direkte, samt operasjonell aktivitet.



9 Risikoevaluering

Dette kapittelet vil i hovedsak presentere resultatene fra risikoanalysen i en risikomatrix, vurdere usikkerhet i analysert risiko og ta for seg ALARP-vurdering av risiko. Avslutningsvis vil RIF og mulige indikatorer hos SART utredes, og det er en kort redegjørelse knyttet til om de tre nevnte ulykkene under kapittel 6 er mulige scenarioer hos SART.

9.1 Risikomatrix

Risikomatriksen i figur 4 gir en oversikt over årlig miljø- og personellrisiko med referanser til subsystemene. Som det kommer frem av HAZOP-studiet, er det liten sannsynlighet for et større utslipp fra SART til nærliggende miljø. Personellrisiko relateres her til brann/eksplosjon som initierende hendelse, og miljørisiko relateres til lekkasje som initierende hendelse. I risikomatriksen referes det kun til "Personell" og "Miljø".

Konsekvens	Katastrofal	5	Miljø 1.1/6.0/7.1	Personell			
	Stor	4	Miljø 1.3/3.0/4.0/ 5.0/6.0/7.1	Miljø 1.1/1.2/2.0 /8.0	Personell		
	Middels	3	Miljø 1.3/3.0/4.0 /5.0/6.0/7.1 /7.3	Miljø 1.2/8.0	Personell / Miljø 1.1/2.0		
	Liten	2	Miljø 7.3	Miljø 1.3/7.2	Miljø 1.2/2.0/3.0 /4.0/5.0/6.0 /7.1/8.0	Miljø 1.1	
	Svært liten	1		Miljø 1.3/7.3	Miljø 2.0/3.0/4.0 /5.0/7.1/7.2	Miljø 6.0/8.0	Miljø 1.1/1.2
			A	B	C	D	E
			≤ 0,1 %	0,1 % ≤ 1 %	1 % ≤ 10 %	10 % ≤ 50 %	≥ 50 %
Sannsynlighet							

Figur 4 Risikomatrix

Det er en signifikant forskjell på miljørisikonivået til de ulike mottaksoperasjonene. Lavest miljørisiko er ved mottak fra SAR-tanker. Dette kan forklares med at hele operasjonen foregår innenfor ringmuren. Størst miljørisiko er ved mottak fra tankskip. Dette kan forklares med at tilkoblingspunktet er på utsiden av ringmuren i kombinasjon med store volum og høy væskeflow under overføring. Miljørisiko ved mottak fra tankbil, er som ved tankskip, signifikant større enn fra SAR-tanker fordi tilkoblingspunktet er på utsiden av ringmur. Miljørisiko ved mottak fra tankbil er allikevel mindre enn fra tankskip på grunn av mindre

volum og lavere væskeflow. Det er også en tankbiloperatør ved siden av tilkoblingspunktet under mer eller mindre hele mottaket som kun varer 6-7 minutter.

Personellrisiko relateres i hovedsak ikke til de spesifikke mottaksoperasjonene, men til lagring av slopvann på tanker. Personellrisikoen er generelt høy på grunn av antallet potensielle antennelseskilder, lite overvåkning av gasskonsentrasjoner og hyppig tilstedeværelse av ansatte i ringmur og på tanker.

Nedenfor er de ulike subsysteme oppsummert med referanser benyttet i risikomatrisen:

- 1.1 Fleksibel slange fra tankskip til og med ventil på kai
- 1.2 Fleksibel slange fra tankbil til ventil på ringmur og videre til grovfilter/bypass inne i ringmur
- 1.3 Faste rør fra SAR tanker via pumpe til grovfilter/bypass inne i ringmur
- 2.0 Fra ventil på kai til grovfilter/bypass inne i ringmur
- 3.0 Grovfilter med bypass, ventiler, og coriolis flowmeter
- 4.0 Manifold med pneumatiske ventiler til forskjellige tanker
- 5.0 Fleksible slanger fra manifold til ventiler på mottakstanker
- 6.0 Mottakstanker med ventiler, flenser, indikatortransmittere, radarwire og overfyllingsvern
- 7.1 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankskip
- 7.2 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankbil
- 7.3 Kommunikasjon mellom prosessoperatør og SAR operatør
- 8.0 Prosessoperatør overvåker mottak ved HMI i lab/kontor og direkte, samt operasjonell aktivitet

9.1.1 ALARP og risikoakseptkriterier

Ved å drifte et prosessanlegg for behandling av slopvann har SART påtatt seg et samfunnsansvar. SART har også flere interessenter å ta hensyn til, både hva gjelder omdømme og hva som er etisk forsvarlig. Interessenter er blant annet; ansatte ved SART, NorSea-basen, Risavika havnebasseng, nærliggende bedrifter og privatbebyggelse, aksjonærer og eiere. Dette innebærer forventninger til sikker drift og ALARP-risiko overfor nærmiljøet og personell.

Forfatter har valgt å ikke sette referanser til øvre toleransegrenser eller akseptkriterier for personell- og miljørisiko. Dette begrunnes med at det vil falle utenfor oppgavens område og hensikt. Kanskje skal det ikke være nødvendig i det hele tatt. Dette er uansett vurderinger SART eller Klif må gjøre. I stedet legges det opp til synliggjøring av behovet for at risikoen er ALARP. Jo større risikoen er vurdert å være, desto strengere krav foreligger det til gjennomføring av ALARP. Det å ikke operere med toleransegrenser eller akseptkriterier forhindrer ikke videre arbeid med evaluering av risiko.

Det foreligger ingen kvantifiserte akseptkriterier gitt av Klif, på hva som er akseptabelt risikonivå for SART, noe som for øvrig er positivt. Man ender da ikke opp med å konkludere at risikonivået er ok, så lenge det er rett under akseptkriteriet, uten at videre tiltak iverksettes.

Klif krever allikevel at SART:

1. utfører forebyggende vedlikehold
2. lagrer farlig avfall på en sikker måte for videre behandling

Dette kan tolkes som implisitte ALARP-vurderinger ved systemet for mottak og lagring hos SART. Kravene fra Klif vil bli diskutert i de påfølgende ALARP-vurderingene og RIF delkapitlene. Temaet rundt akseptkriterier og ALARP, vil følges opp i diskusjonskapittelet senere.

9.2 Usikkerhet

Risikoanalysen av SART er basert på data fra tidligere ulykker, observasjoner og spørreundersøkelser, samt samtaler med involverte ansatte. Usikkerheten knyttet til risikoanalysen er dermed hensiktsmessig å vurdere. Usikkerheten kan medføre avvik fra forventede verdier som er presentert i risikomatriksen ovenfor. Beslutningstagere skal ta avgjørelser basert på risikoanalysen og må av den grunn ha kjennskap til analysens styrker, svakheter og begrensninger.

Vurderinger av usikkerheten er gjort av forfatter på grunnlag av bakgrunnskunnskap, forutsetninger og antatte barriereytelser. Vurderingen tilsier at usikkerheten er stor på miljørisiko ved større utslipp. Usikkerheten er ikke nødvendigvis knyttet til volumet som lekker ut, men eventuelle miljømessige påvirkninger av utslippet. Dette er på bakgrunn av et fraværende datagrunnlag av historiske ulykker, og store forenklinger gjort under forutsetningene ved å trekke paralleller til ulykker i andre bransjer/industrier. Det foreligger lite kunnskap om mulig miljømessig påvirkning og utstrekingsgrad i Risavika havnebasseng.

Det er også stor usikkerhet knyttet til antatt ytelsesgrad av konsekvensreducerende barrierer. Hvor raskt blir et utslipp oppdaget, og hvor lang tid tar det fra utslippet er oppdaget til beredskap blir mobilisert. Dette vil påvirke eventuelle konsekvenser i stor grad og avhenger av hvem som er på jobb, nattskift eller dagskift, m.m. Også her er det gjort forenklinger under forutsetningene.

Ved brann/eksplosjon er usikkerheten lavere. Dette er fordi det finnes mer tilgjengelig ulykkesdata, og det er mer kunnskap knyttet til potensielle årsaker og konsekvenser. Men også her foreligger det noen forenklinger gjort under forutsetningene. Det bidrar allikevel til langt mindre usikkerhet knyttet til risikobildet. Tabell 2 gir en indikasjon på usikkerheten til analysert og presentert risiko.

Liten usikkerhet	Middels usikkerhet	Stor usikkerhet
Utslipp mindre enn 5 m ³	Utslipp mellom 5-49 m ³ Utslipp mellom 50-199 m ³	Utslipp av mellom 200 m ³ – 1000 m ³ Utslipp av mer enn 1000 m ³
1 eller flere omkomne Personskader i ulik grad		

Tabell 2 Usikkerhetsvurdering av analysert risiko

9.3 ALARP-vurdering av personellrisiko

Det finnes flere mulige tiltak som kan implementeres, for å redusere personellrisikoen med tanke på faren for brann/eksplosjon, både når det gjelder å forhindre gassutvikling og konsentrasjoner over LEL, samt begrense antallet antennelseskilder:

- overvåke næringsstoffer
- gassmåling i prøvebøtta under mottak
- gassdetektorer i ringmur
- gassdetektorer i tankene
- rutiner for gassmåling i tanker
- ventilasjon av tanker
- kategorisere ringmur som ex sone 1
 - Begrense potensielle antennelseskilder ved å kun installere ex godkjent utstyr i ringmur (pumpe, instrumenter, m.m.)
 - Klare prosedyrer for varmtarbeid
- kategorisere toppen av tankene som ex sone 1
 - Begrense potensielle antennelseskilder ved å kun installere ex godkjent utstyr på tanktaket (lyskastere). Annet utstyr er allerede ex godkjent
 - Klare prosedyrer for varmtarbeid

9.3.1.1 Overvåke næringsstoffer

Et forholdsvis enkelt tiltak er å overvåke og registrere nivå av næringsstoffer i slopvannet, for uten tilstrekkelig mengde næringsstoffer vil det ikke utvikles gass. Før alle mottak gjøres analyser av slopvannet for å finne TOC nivå, og mengden nitrogen kan leses av uten ekstra arbeid, kostnad eller endringer i næværende analyseprosedyrer. Det burde også redegjøres for enkle metoder for å fastsette mengden fosfor. Tiltaket anbefales implementert.

Eventuelt kan en bransjeendring gjennom NWEA foreslås hvor innhold av nitrogen og fosfor oppgis ved lasting offshore på rigg/plattform. Det er mer omfattende og potensielt krevende å gjennomføre. Usikkerheten vil uansett være lavest om innholdet analyseres hos SART.

9.3.1.2 Gassmåling i prøvebøtta under mottak

I dag benytter prosessoperatører “egen nese” for å finne ut om det er H₂S i slopvannet som mottas. Både CH₄ og H₂ er luktfrie og kan forekomme sammen med slopvannet. Prosessoperatører er kjent med bruk av bærbare gassmålere som bedriften allerede besitter. Det er en enkel operasjon uten ekstra arbeid, kostnad eller store endringer i nåværende mottaksprosedyrer. Tiltaket anbefales implementert.

9.3.1.3 Gassdetektorer i ringmur

Forekomst av gass i ringmuren vil potensielt være H₂S på grunn av egenvekt i forhold til luft, siden det ikke er noe tak over ringmur. Fast installerte gassdetektorer i ringmuren vil kunne indikere en potensiell eksplosiv atmosfære, men ved H₂S vil lukten i tillegg være kraftig over et stort område i lang tid før LEL oppnås. Installasjon og utstyr er i seg selv kostbart og medfører i tillegg vesentlige vedlikeholdskostnader. Tiltaket anbefales ytterligere utredet med tanke på kostnader.

9.3.1.4 Gassdetektorer i tanker

Forekomst av gasser i tanker er en reell problemstilling, noe SART er oppmerksomme på i dag. Som ved fast installerte gassdetektorer i ringmuren er tiltaket kostbart og vil være mer omfattende med tanke på at tankene må tømmes før installasjon, dette vil også muligens måtte gjøres ved vedlikehold. Tiltaket anbefales ikke implementert, det finnes andre tiltak som kan redusere personellrisiko tilsvarende til lavere kostnad og arbeidsmengde.

9.3.1.5 Rutiner for gassmåling i tanker

I stedet for fast installasjon av gassdetektorer i tankene er muligheten for å innføre faste rutiner på gassmåling utført av prosessoperatører eller andre ansatte. SART må eventuelt finne et representativt måleintervall. Alle ansatte ved SART er bekjent med bruk av bærbare gassmålere, og det er en lite tidkrevende operasjon. Tiltaket anbefales implementert.

9.3.1.6 Ventilasjon av tanker

Naturlig ventilasjon av tanker eksisterer allerede, men ved å installere en ex godkjent vifte vil potensielle gasskonsentrasjoner kunne holdes lavere og mest sannsynlig langt under LEL. Tiltaket kan også forhindre H₂S i ringmuren som potensielt kan komme fra tankene på stille dager med store H₂S konsentrasjoner på tankene, fordi det ikke vil bli store konsentrasjoner på tankene med ventilasjon. Utstyrskostnad er lav, men som ved gassdetektorer i tankene kan installasjons- og vedlikeholdskostnader være høye. Tiltaket anbefales ytterligere utredet med tanke på potensiell ønsket effekt og kostnad.

9.3.1.7 Kategorisere ringmur som ex sone 1

Ved å innføre ringmuren som ex sone 1 vil dette begrense antallet potensielle antenneskilder i stor grad siden alt av utstyr skal være ex godkjent. Men det er omfattende tiltak som i tillegg involverer SAR. I ringmuren er utstyr som sentrifugalpumpe og flere indikatortransmittere eid av SAR. Antakeligvis er det et svært kostbart tiltak, som muligens kan bli overflødig ved implementert overvåkning av næringsstoffer, ventilasjon av tank og gassmålerutiner av tanker. Det foreligger også gode rutiner og prosedyrer for varmtarbeid inne i ringmur i dag. Tiltaket anbefales ytterligere utredet med tanke på kostnader.

9.3.1.8 Kategorisere toppen av tankene som ex sone 1

Å innføre toppen av tankene som ex sone 1 er mindre omfattende enn ringmuren. Her er det først og fremst belysning som må byttes til ex godkjent. Det som ellers er av el.installasjoner på tankene, skal i dag være ex godkjent. Tydelig merking med "all bruk av potensielle antenneskilder (det som krever varmtarbeidstillatelse) forbudt" kan også være med på å redusere muligheten for misforståelser av andre firmaer/personer som gjør jobber på tankene.

Utstyrs- og installasjonskostnad vil være lav, og det vil heller ikke medføre ytterligere vedlikeholdskostnader. Tiltaket anbefales implementert.

9.4 ALARP-vurdering av miljørisiko

SART opererer med tre forskjellige mottaksoperasjoner, hvorav mottak fra tankskip og tankbil, er de med høyest vurdert risikonivå. Mottak fra SAR-tanker er vurdert til et lavere risikonivå, mye på grunn av at hele prosessen foregår inne i ringmuren.

Det vil også gjøres en overordnet ALARP-vurdering for mottak og lagring i sin helhet avslutningsvis. Her vil subsystemer som ikke nødvendigvis har et risikonivå vurdert som høyt, ALARP-vurderes.

9.4.1 Mottak fra tankskip

Tilkobling på kaia er sårbart siden en eventuell lekkasje går rett til sjø, se Appendix H – Tilkoblingspunkter og ventiler GA for “General Arrangement” av tilkoblingspunkter og ventiler. Det er svært stor sannsynlighet for mindre utslipp ved lossing av tankskip. Her er det snakk om utslipp mindre enn 5 m³, men som regel i størrelsesorden “noen” liter. Det vil også være en stor sannsynlighet for et større utslipp opp til 49 m³, dette forklares med at slangen fra tankskipet og slangekoblingene er forholdsvis sårbare og væskeflowen er høy. Med stor pumpekapasitet skal det ikke lang tid med uoppmerksomhet i løpet av et mottak som kan ta flere timer. Med et overføringskapasitet på rundt 200 m³/time vil 10 minutters uoppmerksomhet ved en lekkasje være et utslipp på rett over 30 m³. Lossing foregår ofte på nettene hvor det er vanskelig å registrere utslipp. Det er heller ikke vanlig med nattskift hos SART så en prosessoperatør er som regel mindre opplagt. Prosessoperatør skal ta hyppige prøver av innløpet og må av den grunn inn i ringmuren med jevne mellomrom. En eventuell prosesslekkasje inne i ringmuren forventes av den grunn å kunne fanges opp raskt. På grunn av stor pumpekapasitet, er overfylling av mottakstanker en reell risiko, selv med overfyllingsvern installert.

Tiltak som kan implementeres for å redusere miljørisikoen med tanke på utslipp til sjø, er:

- System for verifisering av ventilstatus
- Retningsmerking av slangekobling
- Dryppkar under tilkoblingspunkt
- Gjennomgang av rørlinja under mottak
- Beskyttelse av slange på kai

9.4.1.1 System for verifisering av ventilstatus

Dette er et tiltak som kan brukes for hele systemet hos SART, men er spesielt kritisk ved ventil på kai. Prosessoperatør er vanligvis kun på kaia når man forebereder eller avslutter et mottak fra tankskip. Ved å utforme et system med sjekklister hvor ventilstatus verifiseres med jevne mellomrom, kan dette forhindre lekkasjer som følge av at noen har endret ventilposisjon, eller at den ble stående i åpen posisjon etter endt mottak. Tiltaket krever lite ekstra arbeid og bidrar til økt prosessintegritet. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.1.2 Retningsmerking av slangekobling

Det er observert at det kan være vanskelig å vite med 100 % sikkerhet hvilken vei koblingen skal skrus. Gitt scenarioet: prosessoperatør oppdager en mindre lekkasje fra slangekobling under mottak. Dette er vanligvis ikke noe man stopper hele mottaket for å rette opp i. På slangekoblingene som er benyttet, kan en prosessoperatør ende opp med å skru feil vei så slangen faller av. Tydelig retningsmerking på koblingen vil være med å forhindre potensielt små til middels lekkasjer. Tiltaket er ikke kostbart og krever lite ekstra arbeid. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.1.3 Dryppkar under tilkoblingspunkt

Det vil til tider lekke fra slangekobling eller ventil på kaia. Et dryppkar eller en form for oppsamlingsenhet vil kunne forhindre at det slopvannet renner til sjø. En utfordring her er å få det oppsamlede slopvannet tilbake til tankskip eller inn i ringmur. Tilbake til tankskip er antakeligvis mest krevende siden det må legges opp ekstra slange og høyden varierer avhengig av typen tankskip som kommer. Samtidig må det installeres en pumpe på kai. Det kan også bli en utfordring å få det inn i ringmur siden man enten må lage en ny gjennomføring i ringmuren, eller legge opp rør over ringmur. Det er mulig nytten av et slikt tiltak er liten i forhold til det som må installeres og følges opp. Tiltaket anbefales ytterligere utredet med tanke på kostnader, gjennomførbarhet og ønsket effekt.

9.4.1.4 Gjennomgang av rørlinja under mottak

Rørlinja skal i henhold til mottaksprosedyrene gås igjennom av prosessoperatørene før og etter mottak. En gjennomgang av rørlinja mens mottaket foregår kan være med på å begrense utslipp fra en eventuell lekkasje. Her bør fokuset være på utsiden av ringmuren siden prosessoperatør uansett befinner seg i ringmuren hver gang han/hun tar ut prøver fra innløpet. Tiltaket krever lite ekstra arbeid og medfører ingen ekstra kostnader. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.1.5 Beskyttelse av slange på kai

Slangen som kobles opp mot tankskip, ligger i dag ubeskyttet på kaia under mottak. Denne er sårbar for ytre påvirkning fra laste-/losseaktivitet. Det vil antakeligvis være vanskelig å beskytte denne slangen med en permanent beskyttelse siden kaien i utgangspunktet ikke er SART sitt område, og området må kunne frigjøres ved andre operasjoner. En enklere løsning kan være å gjøre den mer synlig ved å merke den med signalfarger, eventuelt sette opp ett par varselbukker over slangen under mottak. I begge tilfeller vil det kunne øke oppmerksomheten rundt slangen så det er mindre sannsynlig at den blir skadet av en truck eller lignende. Tiltaket har liten kostnad, men eventuell farging må gjøres i samråd med SAR da det er de som eier slangen. Tiltaket anbefales implementert i samråd med SAR.

9.4.2 Mottak fra tankbil

Det er svært stor sannsynlighet for utslipp mindre enn 5 m³. Tilkoblingspunktene er utenfor ringmuren og det vil forekomme mindre lekkasjer fra disse fra tid til annen, se Appendix H – Tilkoblingspunkter og ventiler GA for “General Arrangement” av tilkoblingspunkter og ventiler. Store utslipp er derimot lite sannsynlig.

Tankbilen rommer kun ca 15 m³, og et stort utslipp avhenger dermed av åpen linje fra tilkoblingspunktet til en tank med betydelig volum. Tankbiloperatør skal også stå ved bilen under mottaket som kun varer i 6-7 minutter med en overføringskapasitet på 140 m³/time. Det at tankbiloperatør skal være i umiddelbar nærhet, begrenser størrelsen på potensielle utslipp under mottak betraktelig.

Det er først og fremst mindre lekkasjer som er et problem og bør ses på, men også muligheten for større utslipp er til stede og vil vurderes. Et par av de samme tiltakene som ved mottak fra tankskip er identifisert:

- System for verifisering av ventilstatus
- Dryppkar under tilkoblingspunkt
- Festeordning for slange

9.4.2.1 System for verifisering av ventilstatus

I motsetning til ventil på kai er det ikke prosessoperatører som åpner og stenger ventil, men tankbiloperatør. Dette bidrar i seg selv ikke nødvendigvis til større mulighet for at den blir stående åpen, men ventilen kan ende utenfor prosessoperatørene sin “kontrollsfære” slik at den aldri blir sjekket. Det anbefales å inkludere denne ventilen i et system for verifisering av ventilstatus som nevnt under tankskip. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.2.2 Dryppkar under tilkoblingspunkt

Som ved tankskip kan dette være kostbart å implementere, nødvendigheten kan også diskuteres med tanke på de små volumene det potensielt skal samle opp. Det benyttes også en annen type slangekobling enn på kaia som gjør at den ikke sitter fast i det hele tatt, eller så sitter den og er tett med mindre pakningene er dårlige. Slangen tas også svært sjelden av og på. Den kobles av og på tankbil for hver gang. Det som er av søl eller mindre “lekkasjer”, er heller når tankbiloperatør kobler av slange fra bil og kveiler den sammen på bakken hvor innhold i slangen renner ut. Her finnes det antakeligvis andre løsninger som er enklere og mer effektive. Tiltaket anbefales ikke implementert.

9.4.2.3 Festeordning for slange

Som nevnt under tiltaket med dryppkar, oppstår det søl eller mindre “lekkasjer” når slangen kobles av og legges på bakken. Ved å ha en festeordning på høyde rett over tilkoblingspunktet i ringmuren, kan slangen hektes fast og forhindre at innholdet renner utover bakken. Slangen kan også enkelt dekkes til så den ikke fylles med regnvann. Tiltaket har minimale kostnader og vil føre til mindre søl rundt tilkoblingspunktet. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.3 Mottakssystemet i sin helhet

Alt av rørlinjer og lagringstanker er inne i en ringmur på SART med unntak av ca 15 meter rør og to tilkoblingspunkter. Dette reduserer muligheten for et større utslipp til sjø betraktelig. Det er allikevel viktig å ha fokus på prosessintegritet i hele systemet. Ringmuren har mulighet for drenering og dersom den er åpen går det rett til sjø.

Nedenfor vil en overordnet ALARP-vurdering gjennomføres av de andre subsystemene med tanke på miljørisiko.

9.4.3.1 Faste rørlinjer

Selv om SART har en ringmur rundt tanker og mesteparten av rørlinjer, er det ikke ønskelig med prosesslekkasjer. Et utsatt subsystem er fleksibel slange mellom pneumatiske ventiler og mottaks-/lagertanker. Med slanger kan det være vanskelig å vite hva som går hvor, spesielt ved mottak på natt. Dette kan føre til at slopvann pumpes til feil tank eller ut i ringmur. De er også mindre holdbare, og det blir fort rotete med flere slanger liggende rundt tankene. Et mulig tiltak er å erstatte slangene med faste rørlinjer. Installasjonskostnader er ikke redegjort

for, men utstyrskostnadene er lave. Tiltaket anbefales ytterligere utredet med tanke på installasjonskostnader og gjennomførbarhet.

9.4.3.2 Vedlikehold og tilstandskontroll

Det foreligger vedlikeholdsprosedyrer hos SART, men er de tilstrekkelige, og i hvor stor grad gjennomføres vedlikehold eller tilstandskontroll av utstyr? Gjennom spørreundersøkelsen og samtaler med de ansatte er det kommet frem at vedlikehold på utstyr som regel ikke gjennomføres før mindre lekkasjer oppdages. På den annen side følges vedlikehold og tilstand opp nøye på både tanker og ringmur. Det er antakeligvis ikke naturlig å bytte pakninger på en pumpe før de er defekte, eller pakninger på flenser før det oppdages en lekkasje. På dette området er det mulig at risikoanalysen har hatt feil fokus. Uansett bør det utformes vedlikeholdshistorikk for når og hva som utføres. Vedlikeholds- og tilstandshistorikk kan ved korrekt gjennomføring benyttes som indikator i fremtiden. Trykktest og visuell sjekk av slanger én gang årlig er en enkel aktivitet for å verifisere tilstanden til noe det kan bli slitasjeskader på.

Det anbefales at ledelse og ansatte diskuterer vedlikeholds- og tilstandskontroll av prosessutstyr.

9.4.3.3 System for verifisering av ventilstatus

Et system for verifisering av ventilstatus er nevnt under både mottak fra tankskip og tankbil. I et slikt system bør også de nederste ventilene på tanker, pneumatiske ventiler og ventil for drenering av ringmuren inkluderes. På de pneumatiske ventilene er det selve ventilen som må sjekkes, og ikke ventilstatus på HMI. I Appendix H – Tilkoblingspunkter og ventiler GA er alle de aktuelle ventilene tegnet inn med illustrasjoner.

Med dette systemet ønsker man å forhindre scenarioer hvor det blir åpen linje fra full tank til ytre miljø ved at en eller to ventiler åpnes på innsiden/utsiden av ringmuren ved en operasjonell feil. Ringmuren er også førstelinjebARRIERE, og man baserer seg i stor grad på at den er tett slik at ikke oppsamlet slopvann i ringmuren dreneres til sjø. En runde med verifisering av ventilstatus på nevnte ventiler vil ta ca 15-20 minutter å gjennomføre for en prosessoperatør og kan gjøres med et intervall som SART finner fornuftig. Forfatter ser for seg en runde minimum en gang per uke. Tiltaket anbefales implementert i sin helhet.

9.4.3.4 Beredskapsøvelser

Det er ikke kjent at SART har rutiner for gjennomføring av beredskapsøvelser. Som det kommer frem i spørreundersøkelsen, er ikke alle ansatte som utfører mottaket hos SART, helt fortrolig med hva de skal gjøre dersom en eventuell kritisk situasjon oppstår. Flere av mottakene foregår på natt, og man arbeider da som regel alene. SART burde utforme en rutine for beredskapsøvelser og benytte ulike scenarioer for øvelsene. Øvelsene kan gjennomføres eksempelvis en gang hver 3.måned, og det må sørges for at alle ansatte inkluderes. Eventuell opplæring i bruk av beredskapsutstyr må også inngå. Beredskapsøvelsen trenger ikke være tidkrevende, og en halvtime-time hver 3.måned er antakeligvis tilstrekkelig. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.3.5 Alarmfunksjon på HMI

Mye av arbeidet ved å motta slopvann hos SART er en del av den daglige driften, og unormaliteter kan av den grunn bli oversett. Fyllingsgraden til tankene avhenger i stor grad av egenvekten til slopvannet. Det er ikke registrert at dette er et problem, men det kan være fort gjort å glemme. Ved å programmere PLS slik at det kommer opp et varselsignal/alarm på HMI ved kritisk egenvekt, kan dette raskt oppdages av prosessoperatør. Programmering av en slik funksjon er ikke kostbart og kan forhindre potensiell kollaps av tank. Det må allikevel legges opp til at egenvekt til slopvann overvåkes manuelt i tillegg. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.3.6 Utvikle barrierestrategier og ytelseskrav

På SART er de ansatte en stor del av barrieresystemene og ofte helt sentrale for å sikre at barrieresystemene utfører barrierefunksjonen ved behov. Ved å utvikle spesifikke barrierestrategier til barrierer vil de ansatte lettere kunne identifisere seg med, og forstå hvilken rolle de har i, barrieresystemene. Det anbefales at det utvikles spesifikke barrierestrategier med tilhørende ytelseskrav hos SART for de allerede eksisterende barrierer og eventuelt for nye barrierer som implementeres. Tiltaket anbefales implementert.

9.4.3.7 Rapportering av uønskede hendelser

Det må gjøres grep som sikrer at flere uønskede hendelser rapporteres. En form for incentivsystem som oppmuntrer til økt rapporting, vil muligens kunne bidra til dette. En annen vinkling er synliggjøring av behovet for økt rapportering fra ledelsen sin side. Ledelsen må ha større fokus på rapporting og ta det opp på de ukentlige personalmøtene. En god kultur for rapportering av uønskede hendelser, sammen med oppfølging og kategorisering av de rapporterte hendelsene, kan være med å bidra til at hendelsene kan benyttes som en indikator. Det anbefales at fokus på rapporting av uønskede hendelser følges opp og forbedres.

9.5 Prioriteringsliste

Noen tiltak vil være mer ønskelig å få gjennomført før andre på grunn av risikoreduerende effekt og behovet for å redusere risiko. Listen er utarbeidet med tanke på de tiltak som antas å ha størst effekt for å redusere personell- og miljørisiko og den risikoen som er mest ønskelig å redusere. Nedenfor er et forslag til "topp 10" prioriteringsrekkefølge for gjennomgang og eventuell implementering av foreslåtte tiltak/barrierer:

1. Kategorisere toppen av tankene som ex sone 1
2. Rutiner for gassmåling av tanker
3. System for verifisering av ventilstatus i sin helhet
4. Beredskapsøvelser
5. Gjennomgang av rørlinjene under mottak
6. Overvåke næringsstoffer i slopvannet ved mottak
7. Ventilasjon av tanker
8. Utvikle barrierestrategier og ytelseskrav
9. Retningsmerking av slangekobling
10. Beskyttelse av slange på kai

Alle foreslåtte tiltak, uavhengig av listen, og som ikke implementeres, anbefales det at dokumenteres. Dette bidrar til å synliggjøre at ALARP-prosessen er gjennomført og på hvilke premisser.

9.6 RIF

RIF's påvirker hvordan en barriere utfører tiltenkt barrierefunksjon. Hos SART vil for eksempel opplæring og kompetanse, sikkerhetskultur, arbeidsforhold og vedlikehold være potensielle RIF's.

Gjennom spørreundersøkelsen ble det avdekket at sikkerhetskulturen virker å være god, men forhold som systematiske avvik fra prosedyrer og brudd på sikkerhetsregler anbefales fulgt opp. Dette er forhold som kan ha negativ innvirkning på eksisterende barrierer og eventuelt på nye barrierer som implementeres.

Helt spesifikt kan man si at mangelfull opplæring av prosessoperatører og manglende beredskapsøvelser kan påvirke barrieren "Begrense og kontrollere påvirkningen av akutt forurensning til miljø". Det anbefales å iverksette tiltak som beredskapsøvelser nevnt under ALARP-vurderingen.

Mye tyder på gode arbeidsforhold. De ansatte er generelt fornøyd med arbeidssituasjonen og er "tilstede" når arbeidet utføres. Det er også forfatterens inntrykk av SART som arbeidssted ved tidligere prosjekter.

Vedlikehold av tanker og ringmur følges opp, men som nevnt tidligere muligens ikke rørlinjer og annet prosessutstyr i samme grad.

9.6.1 Indikatorer

Potensielle indikatorer for SART vil kunne gi en indikasjon på om barrierene er operative eller svekket. Sagt på en annen måte vil en indikator gi uttrykk for i hvilken grad RIF's påvirker barrierene i negativ retning. Hos SART vil indikatorer kunne være en oversikt over rapportering av uønskede hendelser, vedlikeholdshistorikk, beredskapsøvelsehistorikk, spørreundersøkelser eller samtaler med de ansatte.

For at rapporting av uønskede hendelser skal kunne fungere som en god indikator, må det som tidligere nevnt oppmuntres til økt rapportering. Rapporterte hendelser må også kategoriseres. Dersom dette gjennomføres, vil den muligens kunne benyttes som en etterhengende indikator. Gjennomgang og oppfølging av vedlikeholdshistorikk vil på den annen side kunne være en proaktiv indikator. Utførelse av en årlig spørreundersøkelse eller årlige samtaler med de ansatte vil også kunne være en proaktiv indikator.

I alle tilfellene vil indikatorene kunne være med på å måle og verifisere barriereytelsene. Hvorvidt indikatorene kan benyttes og er formålstjenelig vil diskuteres senere i oppgaven.

9.7 Tidligere ulykker

Tidligere i oppgaven ble tre ulykker nevnt, Vest Tank i Sløvåg, Oleon i Sandefjord og SAR Averøy. Hvorvidt dette er mulige scenarioer hos SART, vil diskuteres nedenfor.

9.7.1 Vest Tank Sløvåg

Vest Tank hadde et slopbehandlingsanlegg som gikk utenfor sin behandlingstillatelse. Risikovurderingen av mottak og lagring på SART har for så vidt ikke omhandlet hvorvidt de opererer innenfor behandlingstillatelse eller ei, men på bakgrunn av kjennskap til firmaet og ledelse kan det slås fast at de kun opererer i henhold til behandlings- og utslippstillatelse.

Utover dette er det vanskelig å si noe mer enn hva som er nevnt tidligere. Eksplosjonen hadde ikke noe med lagring og behandling av slopvann, slik slopvann er definert i henhold til Klif sine retningslinjer. Scenarioet er ikke reelt for SART.

9.7.2 SAR Averøy

På slopbehandlingsanlegget til SAR på Averøy eksploderte en lagertank som følge av H₂S eller H₂ (antatt) som ble antent av varmtarbeid (antatt). Scenarioet er reelt for SART, men de ansatte på SART har stort fokus på muligheten for tilstedeværelse av brennbare gasser på tankene i kombinasjon med varmtarbeid. En større trussel er derimot om innleid personell eller andre firmaer som gjør jobber for SART, har det samme fokuset, og om opplæringen på brennbare gasser i tanker er tilfredstillende. Misforståelser på grunn av språkforskjeller eller lignende kan oppstå og potensielt føre til en eksplosjon.

Tiltaket om å kategorisere toppen av tanken som ex sone 1 innebærer også tydelig merking. Sammen med god kommunikasjon før oppstart av varmtarbeid vil dette kunne være med på å redusere sannsynligheten for et scenario som nevnt.

9.7.3 Oleon

I motsetning til de to andre ulykkene var ikke Oleon et slopbehandlingsanlegg. Lossing/lasting forekom svært sjelden, og oppholdstiden til slopvannet var lang både i slanger og på tank. Gassutvikling er av den grunn mer sannsynlig enn hos SART hvor mottak er en del av den daglige driften, og linjene blåses etter mottak. Scenarioet anses som mulig, for man får sjelden ut alt vannet av linjene, og det kan til tider gå lang tid mellom mottak, men det må være flere forhold som inntreffer samtidig.

10 Diskusjon

10.1 Risikoanalyse

I risikoanalysen ble det gjort en risikoidentifisering og en risikoanalyse, HAZOP. Resultatene fra HAZOP'en ble presentert i bow-tie diagrammer for å gi et bilde på årsak-konsekvensforhold for hvert av subsystemene. Hele risikobildet ble presentert samlet i en risikomatrise.

Hensikten med å dele opp risikoanalysen i to deler var å bidra til økt fokus på identifisering av initierende hendelser. Det ble utdypet tidligere i oppgaven, at fokus skal være å identifisere *alle* relevante farer knyttet til aktiviteten som analyseres.

10.1.1 Risikoidentifisering

Tilnærmingen til risikoidentifiseringen av mottak og lagring ved SART var overordnet. Det vil si, hensikten var ikke å identifisere mulige driftsproblemer, eller problemer som medførte at arbeidet ble utsatt eller lignende, med mindre hendelsene kunne være årsaker til lekkasje eller brann/eksplosjon. Resultatet av denne risikoidentifiseringen var to overordnede initierende hendelser, "lekkasje" og "brann/eksplosjon". Nå kan man si at risikoidentifiseringen var overflødig i oppgaven. Fordi formålet ikke var å gjøre et dypdykk i detaljer, men å gi et overordnet risikobilde ved mottak og lagring av slopvann på SART.

Det å skille ut risikoidentifisering som en egen aktivitet, anses alt tatt i betraktning som en god idé på generell basis, spesielt når detaljnivået til initierende hendelser er høyere. Det medfører om mulig et større fokus på å identifisere *alle* mulige hendelser knyttet til en aktivitet.

En alternativ tilnærming til initierende hendelser i oppgaven ville vært og tatt utgangspunkt i hendelser som "brudd i slange" eller "prosessoperatør åpner ventil på full tank". Dette er i oppgaven, noe omdefinert, kategorisert som årsaker til hendelsen "lekkasje". Dette kunne tross alt vært initierende hendelser med egne årsaker som "materialtretthet" fører til hendelsen "brudd", og "dårlig merking av ventiler" fører til hendelsen "prosessoperatør åpner ventil på full tank". I begge tilnærmingene forventes det at en lekkasje vil oppstå. Fordelen med å dele det opp på denne måten er et større detaljnivå, og man vil lettere kunne se hvilke hendelser som er de største risikodriverne.

10.1.2 HAZOP

Slik som HAZOP'en ble gjennomført, fikk man et spekter med mulige årsaker. Alle årsakene forventes å kunne føre til hendelsen "lekkasje". De ulike årsakene har igjen forskjellig potensiale for ulike utslippsvolum, dette kommer frem i HAZOP-dokumentet, men ikke i bow-tie'ne, i hvertfall ikke på et detaljert nivå. Materialtretthet som fører til brudd i slange under mottak og dermed lekkasje, vil mest sannsynlig bidra til et mindre utslipp enn om prosessoperatør åpner ventil på full tank uten å være oppmerksom på det. Sett i dette perspektivet mister man oversikten over hva årsakene har potensiale til å gi av utslipp til miljøet. Like fullt, det kan argumenteres for at dette fanges opp i noe grad fordi systemet er delt inn i subsystemer. Subsystemene har også ulike mulige konsekvenser så her kan man gå inn og se bidraget fra de forskjellige inndelingene. Det fanges opp hvilket subsystem som har potensiale for større utslipp, og hvilke som ikke har det. Et problem om det skulle vært

presentert mer detaljert, er et stort antall bow-tier å forholde seg til, man kan miste oversikten. Risikovurderingen av SART skulle i utgangspunktet gi en oversikt over risikonivået til lagring og mottak i sin helhet. Formålet med oppgaven var ikke å utføre en utdypende årsaks- eller konsekvensanalyse.

10.1.3 Bow-tie

Det å presentere bow-tie diagrammer for hvert av subsystemene gir en oversikt man ikke hadde fått om kun HAZOP-dokumentet alene hadde blitt presentert. Problemet med bow-tie'ne er at de ble fysisk store i formateringen. Det kan ha med programvaren som ble benyttet å gjøre. Det er mulig andre programvarer genererer mer kompakte diagrammer, men de gir en visuell fremstilling av mer eller mindre komplekse risikobilder. Dette gjør det enklere å kommunisere risiko til personer som ikke jobber med det til daglig. Bow-tie diagrammene skaper også et godt utgangspunkt for diskusjoner og videre arbeid med identifisert risiko.

10.1.4 Omdømme

I oppgaven var fokus på personellrisiko med tanke på brann/eksplosjon, og miljørisiko med tanke på utslipp av farlig avfall. En risiko som det ikke er tatt høyde for, er omdømme. Omdømmerisiko kan sies å være en funksjon av både personell- og miljørisiko.

På SAR Averøy omkom en person i eksplosjonen, men selskapet er fortsatt i drift selv om det medførte mye negativ mediaomtale i etterkant. Ulykken på Vest Tank i Sløvåg medførte nedstengning, svært mye negativ mediaomtale og eierskifte. På Oleon i Sandefjord forekom det en eksplosjon uten store personskader eller utslipp til luft/vann, det resulterte i mye negativ mediaomtale og organisasjoner som Bellona gikk hardt ut mot sikkerheten ved lagring av farlig avfall. Det har ikke vært registrert utslipp av slovpvann fra behandlingsanlegg i Norge, så her er det stor usikkerhet til hvordan bransjen vil reagere.

Å skulle komme med utsagn angående omdømmerisiko nå etter at risikoanalysen er gjennomført blir kun spekulasjoner og det er utenfor formålet til oppgaven. I etterkant av eksplosjonene på SAR Averøy og Vest Tank kan man trekke paralleller til at omdømmet svekkes, men ikke nødvendigvis fatalt for et firma. Vest Tank i Sløvåg ble stengt ned, mens SAR Averøy er fortsatt i drift. Negativ omtale i media kan også medføre tap av kontrakter og dermed et økonomisk tap.

I etterkant av samtlige ulykker har Klif vært ute i media og påpekt at risikonivået ved lagring og behandling av farlig avfall er for høyt. Utover det, vil ikke videre spekulasjoner diskuteres.

10.2 Risikoevaluering

Resultatene fra risikoanalysen ble presentert i en risikomatrix. Denne typen risikomatrixer deles ofte inn i flere kategorier hvor man sier noe om risikonivå, det ble ikke gjort i her. Denne diskusjonen følges opp under delkapittel om akseptkriterier senere i teksten. Under ALARP-vurderingen ble flere tiltak foreslått og diskutert med tanke på implementering for å redusere både personell- og miljørisiko. Dette arbeidet kunne vært gjort grundigere, med tanke på å føre noen av tiltakene opp som mulige barrierer. Tiltaket "System for verifisering av ventilstatus" vil defineres som en barriere om det implementeres. Denne barrieren innebærer barrierelementer som prosessoperatører, sjekklister og arbeidsprosedyrer. Flere av

de andre tiltakene sees det ikke noe behov for å definere som barrierer. Det kan være “Retningsmerking av slangekobling” og “Festeanordning for slange”. Dette er et tiltak som utføres en gang, og det innebærer ikke noe videre arbeid eller oppfølging. Skillet mellom barrierer og tiltak kunne vært tydeligere i risikoevalueringen siden “alt” er omtalt som tiltak.

10.3 Barrierer

Under kapittel 5.6 ble eksisterende barrierer ved anlegget definert og beskrevet. Barrierene ble tatt hensyn til under risikoanalysen og presentert som barriereelementer eller barrieresystemer som brøt forgreninger mellom årsaker-initierende hendelse og konsekvenser-initierende hendelser i bow-tie diagrammene. Men måten barrierene ble definert, og hvordan det defineres i faglitteraturen, avviker noe. Det ble skrevet under kapittel om barrierestyling at et barriereelement alene ikke er tilstrekkelig til å utføre en barrierefunksjon. Dette er også tilfellet for majoriteten av barrierene ved SART, men ikke alle. Barrieren “Ringmur” er kun oppført med ett barriereelement, og det er en betongkonstruksjon som er designet og oppført etter gitte retningslinjer, som en ringmur rundt tankene. Denne betongkonstruksjonen kan utføre tiltenkt barrierefunksjon som er å forhindre utslipp av farlig avfall alene. Dette ses ikke på som noe problem for oppgaven, men det er greit å belyse med tanke på riktig bruk av begreper. Det er mulig at barrieren “Ringmur” skulle hatt flere barriereelementer som vedlikeholdsprosedyrer etc, men det faller inn under barrieren “Forebyggende vedlikehold”.

En utfordring ved barrierene under risikoanalysen var å si noe om ytelsen til organisatoriske og operasjonelle barrierer. Spesielt knyttet til beredskap foreligger det usikkerhet med tanke på responstid. Hvor lang tid det tar å mobilisere beredskap, er uvisst, og det ble tatt forutsetninger i forkant av risikoanalysen.

Barrieren “Avdekke potensielle lekkasjer og faktiske lekkasjer” står som sannsynlighetsreduserende barriere, det vil se den bryter forgreningen mellom årsak og initierende hendelse. Men denne barrieren, som den er definert, kan også sies å være konsekvensreduserende siden prosessoperatør er inne i ringmuren med jevne mellomrom under mottaket for å ta prøver. Prøveuttaket er i forbindelse med rørsystemet inne i ringmuren, og en større lekkasje vil dermed oppdages. Dersom tiltaket om å gå over hele rørlinja (også utenfor ringmuren) under mottaket implementeres, vil barrieren utvilsomt kunne defineres som både sannsynlighets- og konsekvensreduserende. Dersom det er tilfellet, kan barrieren deles opp i to for lettere å tilegne ytelseskrav.

Ved SART er mesteparten av barrierene sannsynlighetsreduserende, mens tre er konsekvensreduserende. Begge typer er i høyeste grad viktig, men det er som regel mer ønskelig å fokusere på at en hendelse ikke inntreffer, enn å kontrollere eller begrense den. Av anbefalte tiltak/barrierer er også fokus på sannsynlighetsreduserende barrierer, samt det å opprettholde barrierefunksjonen til de konsekvensreduserende.

10.3.1 RIF eller barriereelement

I oppgaven har både vedlikeholds- og mottaksprosedyrer blitt brukt som organisatoriske barriereelementer, men det kan også være RIF's. Ser man helt isolert på det, så vil ikke en prosessoperatør utføre arbeidsoppgaven korrekt uten å benytte prosedyrer. Det kan ikke forventes at en prosessoperatør kjenner alle arbeidsoppgavene i detalj. Om prosedyrene ikke er tilpasset lokale forhold eller er uforståelige, og om prosessoperatøren ikke følger prosedyrene menes det å være RIF's. Da er det i så fall utformingen av prosedyren som er en RIF, eller systematiske avvik fra prosedyrer som er en RIF. Men her må det skilles, slik som prosedyrer er brukt i oppgaven, er de relatert til prosessoperatøren. For eksempel; prosessoperatøren skal avdekke potensielle lekkasjer og faktiske lekkasjer. Dette er en oppgave prosessoperatøren gjør på bakgrunn av mottaksprosedyren. Igjen, isolert sett, vil ikke prosessoperatøren gjøre den samme jobben uten prosedyren, og av den grunn defineres prosedyrer som et organisatorisk barriereelement i oppgaven.

10.3.2 Barrierestrategi og ytelseskrav

Forslaget om å implementere spesifikke barrierestrategier kan være med på å synliggjøre behovet og rollen til prosessoperatørene. Dette i seg selv kan ha en positiv effekt på barriereytelsen ved at prosessoperatørene er mer bevisst på sin rolle som barriereelementer og er bekjent med hva som forventes. Ved å implementere ytelseskrav vet for eksempel prosessoperatørene hva som forventes av responstid ved utslipp, eller hvor lang tid det tar før en lekkasje burde være oppdaget og stanset. En utfordring er å fastsette krav til responstid, men dette kan for eksempel gjøres i samarbeid med Nor Sea basen, Klif og lokalt brannvesen.

Ytelseskravene trenger ikke nødvendigvis være rettet mot barriereelementene, de kan også gå direkte på barrierefunksjonen. Barrieren "Deteksjon av gass i tanker og under mottak" hvor barrierefunksjonen er å detektere gass, kan være av denne kategorien. Her kan ytelseskravet gå direkte på barrierefunksjonen, og i det tilfellet vil det være lite hensiktsmessig å ha ytelseskrav til hver av barriereelementene. Dersom det er brennbar gass på tankene, skal dette oppdages slik at eventuelle tiltak kan iverksettes.

10.4 RIF og indikatorer

Operative barrierer er helt sentralt for å opprettholde sikker drift, både i petroleumsvirksomheten, og hos SART.

Barriereytelsen til “Overfyllingsvern” kan forholdsvis enkelt verifiseres gjennom tilstandskontroll som dokumenteres og loggføres, og/eller gjennom en vedlikeholdshistorikk. Både tilstandskontroll og vedlikeholdshistorikk er dermed å anse som proaktive indikatorer. En proaktiv indikator endrer seg som nevnt før risikonivået. For flere av de organisatoriske og operasjonelle barrierene er det ikke alltid like enkelt å verifisere ytelse. Her må man ta i bruk andre målemetoder som kanskje ikke er like robuste for SART sitt tilfelle. Dette kan være hendeshistorikk, spørreundersøkelser og beredskapsøvelsehistorikk. Hendeshistorikk av uønskede hendelser vil kunne være en etterhengende indikator. Når en indikator er etterhengende, innebærer det at den endrer seg etter at risikonivået har endret seg. Da er allerede risikoeksponering overfor miljø og personell økt. Av den grunn er det bedre med et større fokus på proaktive fremfor etterhengende indikatorer, men en miks av de to er normalt ønskelig.

Spørreundersøkelse som ble gjennomført beskriver selskapets sikkerhetskultur, arbeidsforhold, samt opplæring og kompetanse. Siden prosessoperatørene er sentrale barrierelementer for flere av barrierene hos SART, ble spørreundersøkelsen ansett som en nødvendighet for å kunne gjennomføre risikoanalysen. Som indikator kan den omtales som en proaktiv indikator og måler flere sentrale RIF's. Det kan argumenteres for at spørreundersøkelsen besitter flere av de nødvendige “egenskapene” for en god indikator (ref kapittel 4.2.13). Men det ses på som et potensielt problem at SART skal gjennomføre den med tanke på oppriktigheten i svarene som blir avgitt av de ansatte. En mulighet er at svarene som blir avgitt, formes etter hva som er forventet, og/eller at spørsmålene ikke tas seriøst. Dette kan skape et feil grunnlag for beslutninger. En bedre løsning kan være å involvere en tredjepart. Det vil antakeligvis være enklere for ansatte å svare seriøst og oppriktig på en anonym spørreundersøkelse utført av en tredjepart, som det er gjort i oppgavens tilfelle.

Hendeshistorikk med uønskede hendelser blir nevnt som potensiell indikator under risikoevalueringen, hvor samtidig manglende rapportering belyses i samme avsnitt. Det at det forekommer underrapportering, er et problem for å oppnå en god indikator. Men selv om ledelsen tar tak i i underrapportering, så forekommer det ikke mange relevante uønskede hendelser hos SART. Kanskje så lite som én hendelse av relevans årlig. Det blir et spørsmål om hvor “små” hendelsene som skal rapporteres og tas hensyn til, skal være. Tilfellet er ikke at slangen som går til tankskip, blir overkjørt av en truck og sprekker en gang i året. Det er heller ikke tilfellet at alle ventilene på linja til tilkoblingspunktet åpnes ved uhell med jevne mellomrom. Skal man gå ned ett nivå å fokusere på lekkasjer fra ødelagte flenspakninger og rustne slangekoblinger, gir dette muligens feil beslutningsgrunnlag.

Det kan stilles spørsmål til, fra et overordnet perspektiv, hvorvidt bruk av mindre indikatorer som hendeshistorikk og vedlikeholdshistorikk faktisk er et nyttig verkøy for SART i utgangspunktet. Det er få ansatte, anlegget er oversiktlig, det foreligger begrensede ressurser, vedlikeholdsarbeidet er lite omfattende og det forekommer få relevante uønskede hendelser.

Det er heller ingen potensiale for storulykker som man ofte snakker om i forhold til petroleumsvirksomhet. Det er heller ikke ansatte med tilstrekkelig kompetanse til å følge opp og tolke eventuelle resultater.

Få relevante uønskede hendelser kan medføre at beslutninger tas på tynne og mangelfulle grunnlag. Dette kan i verste fall føre til at barriereytelsen reduseres fremfor å bedres, og det vil kunne føre til at ressurser benyttes på feil område.

Drift uten direkte fokus på oppfølging av mindre indikatorer og RIF's trenger ikke være ensbetydende med at ledelsen ikke har kontroll over barriereytelsene. Å ha en overordnet indikator som spørreundersøkelsen anses som en gjennomførbar løsning. Hvorvidt denne type indikator kan omtales som overordnet generelt, kan diskuteres. For SART sin del menes det at den kan defineres slik, på bakgrunn av den sentrale rollen til prosessoperatørene. De er involvert i nesten samtlige av barrieresystemene. Siden det er relativt lav utskiftning av ansatte, vil som regel forhold som opplæring og kompetanse bare bedres med mindre det innføres bruk av nytt utstyr eller lignende. Forhold som sikkerhetskultur og arbeidsforhold kan endre seg. Dette er hovedsakelig hva spørreundersøkelsen vil fange opp og kan måle.

10.5 Akseptkriterier

Som det kommer frem av risikoevalueringen, foreligger det ingen risikoakseptkriterier med hensyn til miljø- eller personellrisiko. SART har ikke utarbeidet egne risikoakseptkriterier og Klif har ikke gitt noen. Til motsetning eksisterer det kvantifiserte risikoakseptkriter for potensielt tap av liv i offshore petroleumsvirksomhet.

Når risikoen skulle evalueres i oppgaven, var det i utgangspunktet et stort fokus på å se risikoen opp mot et akseptkriterie. Risikomatriksen var delt inn i 3 deler, *akseptabelt*, *demonstrer ALARP* og *uakseptabelt*. En utfordring var å dokumentere denne kategoriseringen av risiko. Innledningsvis i risikoevalueringskapittelet ble dette tatt opp, og som nevnt, ble det ikke benyttet risikoakseptkriterier.

Det er vanskelig som utenforstående risikoanalytiker og skulle sette akseptkriterier. Antakeligvis er det også utenfor "scope of work" til risikoanalysen. I henhold til eksempelvis Norsok Z-013 er fastsetting av risikoakseptkriterier utenfor "scope of work" (Standards Norway, 2010). I ISO 31 000 er det annerledes. Her uttrykkes det at organisasjonen skal utarbeide kriterier som tar hensyn til interessentene, men dette skal utføres i konteksten og ikke eksplisitt uttrykt av risikoanalytikeren (ISO, 2009). Det kan stilles spørsmål til om det er nødvendig å skulle benytte seg av øvre grenser for akseptabel risiko i utgangspunktet.

T. Aven og J. E. Vinnem peker primært på to problemer knyttet til bruken av risikoakseptkriterier på et overordnet nivå (Jan Erik Vinnem & Terje Aven, 2007):

1. Fokus blir på å overholde kriteriene fremfor å opprettholde og å finne kostnadseffektive (i et bredt perspektiv) løsninger og tiltak
2. Risikoanalysene, som vi bruker i dag, har generelt ikke tilstrekkelig presisjonsnivå til å tilfredstille en mekanisk bruk av risikoakseptkriteriene

1. Dersom det foreligger kriterier, som det gjør i offshore petroleumsvirksomhet, endres fokus fra det å finne gode og robuste løsninger til det å imøtekomme krav gitt av myndighetene. Store beslutninger med vanskelige avveininger simplifiseres og mekaniseres opp mot et predefinert krav. Det er flere forhold som må tas hensyn til, utover det beregnende risikonivået når man skal beslutte hvilke tiltak som er nødvendige, og omfanget de innebærer. Hva er praktisk mulig, og hva vil implementering av tiltakene koste. Hvordan oppleves risikoen, og hvem er de berørte? Dette er spørsmål som må være med i det brede kost-nytte perspektivet.

Fokuset går fra å oppnå et ALARP-risikonivå til å møte kriterier. Få operatører på norsk sokkel implementerer flere tiltak enn hva som er nødvendig for å møte kriterier med liten, eller ingen margin. Det skal sies at ALARP er et prinsipp som allerede er påkrevd gjennom Rammeforskriften, og det har vært benyttet i petroleumsvirksomheten gjennom flere år. Men også her har det vært en mekanisk tilnærming hvor man refererer til at kriteriene er møtt, og at mulige tiltak ikke implementeres på bakgrunn av en kost-nytte analyse. Denne kost-nytte analysen utføres som regel med liten innsats, eller er grov og forenklet.

Generelt kan det sies at bruken av akseptkriterier kan skape en etterlevelseskultur som ikke nødvendigvis bidrar til økt sikkerhet og riktig fokus. Det medfører også liten involvering av myndighetene. Det referes kun til risikoanalysen og at kriteriene er møtt. Risikoanalysen gir lite merverdi utover det å verifisere at risikonivået er under øvre akseptable grense. Dersom operatørene må dokumentere en bred ALARP-vurdering, vil dette bidra til økt oppfølging fra myndighetene og større fokus på gjennomføring av risikoreduserende tiltak.

2. Risikoanalysene som vi bruker i dag, er generelt sett ikke presise nok til å benyttes opp mot predefinerte kriterier. Det ligger flere titalls, om ikke hundretalls, forutsetninger, antagelser og forenklinger bak en risikoanalyse for en offshore installasjon, med til tider stor usikkerhet knyttet til bakgrunnskunnskapen. Å benytte resultatet fra en risikoanalyse direkte opp mot risikoakseptkriteriene kan med andre ord ikke rettferdiggjøres. T. Aven har videre poengtert presisjonen til risikoanalysene med dette eksempelet (Aven, 2007): *“Om en tenker seg at de kvantitative risikoanalysene for alle produksjonsinnretninger for offshoreinstallasjoner ble lagt sammen, ville en få en prediksjon på minst 5 drepte på slike anlegg hvert tiår på grunn av hydrokarbonlekkasjer. Dette står i skarp kontrast til erfarte data, som viser at det aldri har skjedd slike dødsfall på produksjonsinnretninger på norsk sokkel siden produksjonsstart på Ekofisk for 30 år siden. (s.136)”*

Med bruk av overordnede kriterier som $IR < 10^{-3}$ eller $FAR < 10$, er skillet mellom akseptabel og uakseptabel risiko en hårfin balansegang. Risikoanalysene er generelt sett ikke presise nok for å benyttes opp mot denne typen absolutte kriterier. Det blir mer en øvelse i tallknusing for å møte krav, fremfor å benytte analyseresultatene som grunnlag for en bredere ALARP-vurdering.

Det foreligger som nevnt ikke akseptkriterier med tanke på personell- og miljørisikonivå for mottak og lagring ved SART. Og spørsmålet er om det skal utvikles selskapsinterne krav til hva som defineres som uakseptabel risiko overfor personell/ansatte og miljø. På lik linje med, og kanskje i enda større grad enn, petroleumsvirksomheten kan man benytte andre løsninger

når risikonivå skal vurderes. Risikoene SART står overfor, er langt mindre komplekse enn hva man jobber med i petroleumsvirksomhet. Det ses på som viktigere at risikoen reduseres ALARP, og at tilsynsmyndighetene er aktivt med i evalueringen av risiko, enn at man tilpasser seg et overordnet krav. Predefinerte krav for SART vil gi feil fokus og antakeligvis ikke bidra til å finne kostnadseffektive og robuste løsninger. Det er heller ingen grunn til å anta at risikoanalysene vil gi et større presisjonsnivå her enn i andre virksomheter. Tilgjengelige ressurser er langt færre, og fokus på risikostyring er generelt mindre.

10.5.1 ALARP

T. Aven og J. E. Vinnem (Jan Erik Vinnem & Terje Aven, 2004) foreslår at gjennom aktiv bruk av ALARP-vurderinger, i en bred betydning, kan en gjennomføre risikoanalyser uten bruk av risikoakseptkriterier. Med bred betydning refereres det til bruk av; kvalitative grovanalyser som presenterer flere tiltak og alternativer, kost-nytte analyser (NPV, ICAF) av mulige tiltak, evaluering av faktorer som risikopersepsjon og omdømme kan i noen tilfeller være relevant, til slutt utføres en evaluering av helheten som trekker frem fordeler/ulempes av mulige tiltak hvor rammer, begrensninger og usikkerhet tas hensyn til. Denne prosessen innebærer en mer dynamisk risikostyring hvor ledelsen er aktivt med og tar beslutninger på et mye bredere grunnlag enn ved bruk av akseptkriterier. Prosessen skal samlet gi en større beslutningsstøtte overfor beslutningstakeren og flytter fokuset vekk fra overordnede kriterier og krav. Som nevnt vil innføring av en ALARP-vurdering bidra til tettere oppfølging fra myndighetene sin side, og det legges dermed press på at operatøren reduserer risikoen så langt som praktisk mulig.

Krav til ALARP-vurderingen øker med risikoen, det vil si at det er mye strengere krav til gjennomføring av ALARP-vurdering ved høy risiko enn ved lavere risiko. ALARP er også en dynamisk prosess som tas opp og ses opp mot nye erfaringer underveis i levetiden til en installasjon eller anlegg.

Under risikoevalueringen ble det gjort en ALARP-vurdering, og det ble diskutert flere ulike tiltak for å redusere både personell- og miljørisiko. Her kunne man også gjort mer arbeid med tanke på å avdekke kostnader til flere av tiltakene/barrierene, og gjennomført både NPV og ICAF analyser for å få mer informasjon om effektiviteten av tiltakene. For oppgavens del ble det benyttet kvalitative kost-nytte analyser for å vurdere effekten av de ulike tiltakene. Denne vurderingen var basert på analysert risiko.

10.5.1.1 ALARP-krav gitt av Klif

Momenter som myndighetskrav fra Klif ble tatt opp i risikoevalueringen, og ut i fra utslippstillatelsen ble to krav tolket som implisitte krav til ALARP-vurdering. Dette var; forebyggende vedlikehold og sikker lagring av farlig avfall. Forebyggende vedlikehold av tanker og ringmur gjennomføres årlig. Det foreligger ingen indikasjon på at tilstanden til tanker og ringmur er svekket i forhold til personell- eller miljørisiko. Vedlikehold av annet prosessutstyr og rørledninger er det knyttet noe usikkerhet til, men det foreligger ingen store indikasjoner på at personell- og miljørisiko ikke er ALARP som følge av manglende vedlikehold. Det anbefales likevel implementering av tiltak som nevnt i risikoevalueringen. Ved sikker lagring av farlig avfall (slop vann) er det foreslått flere tiltak som kan bidra til økt

prosessintegritet. Dette innebærer at personell- og miljørisiko ikke er ALARP. Dette er også tiltak som det anbefales at ledelsen i SART diskuterer og gjennomgår for videre implementering. Generelt kan man si at risikostyring og ALARP-vurderinger bør være en dynamisk prosess hos SART. Dette vil bidra til sikker drift og lavere risiko overfor personell og miljø.

10.6 Måloppnåelse i oppgaven

Hovedmål: *Formålet med oppgaven er å utføre en overordnet risikovurdering av mottak og lagring av slopvann hos SART, med fokus på barrierer.*

En HAZOP er ikke en detaljert analysemetode, noe som også påpekes tidligere i oppgaven (ref kapittel 3.1.3), men det kan argumenteres for at den fanger opp de forhold som er nødvendig for å gjennomføre en overordnet risikoanalyse av mottak og lagring av slopvann. Det tas hensyn til miljø- og personellrisiko i hele systemet. Tilnærming til risiko er ikke for bred fordi analysen fanger opp mulige årsaker på et lavere nivå også. Dette er mye på grunn av at systemet som skulle analyseres, ble delt opp i subsystemer der det var formålstjenelig. Det ble tatt hensyn til tekniske så vel som menneskelige og organisatoriske forhold for å gi et helhetlig risikobilde av miljø og personell. Skulle man brukt annen metodikk som å kombinere feiltrær og hendelsestrær, ville detaljnivået blitt langt større. Nå er dette hovedsakelig kvantitative verkøy, men de kan også benyttes kvalitativt. Gitt at de ble benyttet kvalitativt for å samstilles med HAZOP, kunne det medført et risikobilde som var stort og uoversiktlig. Det hadde da ikke lenger vært en overordnet analyse. Hendelsestrær og feiltrær egner seg best når kravet til detaljnivå er høyere, og når det er gjort en overordnet risikoanalyse i forkant.

Analysen klarte ikke å fange opp effekten av barrierene tilstrekkelig. Eksisterende barrierer ble definert, men det var en utfordring å analysere dem med tanke på ytelse og pålitelighet. Her kunne antakeligvis en annen metodikk vært en bedre fremgangsmåte. Kanskje skulle man sett mer i retning av BORA-metodologien (ref kapittel 4.2.5). En metodikk basert på BORA ville fanget opp effekten av barrierer i større grad, hvor også input som RIF systematisk ble vektet og tatt høyde for. Muligens ville en kombinasjon av BORA rettet mot barrierer og en HAZOP vært en bedre løsning. Det kunne bidratt til mer fokus overfor barrierene, samtidig som helheten i systemet ble fanget opp. Bakgrunn for analysen ville fortsatt vært den samme ved å benytte spørreundersøkelse, observasjoner og samtaler.

I evalueringen av risiko ble det også i mindre grad et fokus på barrierer. Det ble foreslått flere tiltak hvorav noen kan omtales som barrierer, noen som tillegg til eksisterende barrierer og andre ikke kan defineres som barrierer (ref kapittel 10.3). Det kunne vært rettet mer fokus på hvilke barriereelementer som er svekket og påpekt eventuelle spesifikke tiltak for å oppnå og opprettholde operative barriereelementer. Dette kunne vært presentert på en måte som gjorde at man fikk et før-etter risikobilde og dermed synliggjort bidraget av å ha operative barrierer. Sett bort i fra et manglende fokus på barrierer i risikoevalueringen, ble usikkerheten i risiko synliggjort og kommunisert til beslutningstakerne. Usikkerheten tilknyttet barriereytelse ble også synliggjort og kommunisert.

Risikomatriksen med bidrag fra de forskjellige subsystemene gir et oversiktlig risikobilde som utgangspunkt for ALARP-vurderingene. Flere tiltak blir foreslått, og det er satt opp en prioriteringsliste. Prioriteringslisten er generert med tanke på hva som er mest kritisk å få implementert i forhold til behovet for ALARP, og hva som har mest risikoreducerende effekt.

På bakgrunn av dette kan man si at målet med oppgaven om å gjennomføre en overordnet risikovurdering med fokus på barrierer er delvis oppnådd. Risikovurderingen baseres på en bred kunnskapstilnærming, men det kunne vært benyttet annen metodikk som BORA i tillegg til HAZOP'en for å fokusere på barrierer i større grad.

Delmål: *Er risikonivået for mottak og lagring akseptabelt?*

Resultatet av risikoanalysen er grunnlag for vurdering av risikonivå. Manglende akseptkriterier medførte en bred ALARP-vurdering av all identifisert risiko. Det kan stilles spørsmål til om det er behov for akseptkriterier på et overordnet nivå i utgangspunktet, og deler av arbeidet til T. Aven og J. E. Vinnem trekkes inn. Dette bidrar til å støtte en risikovurdering uten bruk av predefinerte krav for å si om noe er akseptabelt eller ikke. I risikoevalueringen foreslås det flere tiltak som anbefales implementert. Dette innebærer ikke nødvendigvis at risikonivået ikke er akseptabelt, men det innebærer at risikonivået ikke er ALARP. Det innebærer at det er tiltak og barrierer som kan implementeres, og som vil kunne redusere risikonivået så langt som praktisk mulig. Delmålet er dermed besvart på bakgrunn av ALARP-vurderingen og manglende akseptkriterier.

Delmål: *Kan prinsipper om barrierestyling utarbeidet av Ptil være formålstjenelig for SART?*

Både gjennom risikoevalueringen og diskusjonene tidligere i teksten diskuteres ulike prinsipper som barrierestrategier, ytelseskrav, RIF og indikatorer. Det foreslås å utvikle spesifikke barrierestrategier med tilhørende ytelseskrav. Diskusjonen rundt mindre indikatorer peker på at dette ikke vil være formålstjenelig. Dette ses først og fremst opp mot et lite datagrunnlag å basere indikatorene på, samt at SART er et lite selskap med oversiktlig plassering av tanker og prosessutstyr. Viktigste RIF's som påvirker barrierestylingene, menes å være sikkerhetskultur, opplæring og kompetanse, samt arbeidsforhold. En overordnet indikator menes å være formålstjenelig for å fange opp forandringer her, og dette er spørreundersøkelsen egnet til. På bakgrunn av dette kan det sies at delmålet er oppnådd.

Delmål: *Er tidligere ulykker i bransjen reelle scenarioer hos SART?*

De tre ulykkene ble diskutert i risikoevalueringen (ref kapittel 0), og det gis også en forklaring på hvorvidt de er reelle scenarioer for SART, i samme avsnitt. Denne diskusjonen er en grov sammenligning basert på eksisterende barrierer og i hvilken grad de er operative. Mulige årsaker som ble funnet i risikoanalysen, ses også opp mot hendelsesforløpet og medvirkende årsaker i de tre ulykkene. En mulighet for å gjøre en grundigere sammenligning ville vært og gjennomført en mer detaljert analyse med utgangspunkt i de to scenarioene som anses som mulige. Her kunne man benytte feiltrær og hendelsestrær, men med barrierestylingens data fra SART. Det ble ikke sett på som nødvendig å skulle utføre en så detaljert vurdering for å gi en indikasjon på om ulykkene er mulige scenarioer hos SART. På bakgrunn av dette kan det sies at delmålet er oppnådd.

10.7 Validitet

Et problem som ble erfart, er at det er vanskelig å si om man var forutinntatt i forkant av vurderingen av HOF's. Det foreligger god kjennskap til selskapet hvor mottak og lagring ble vurdert, på grunn av tidligere prosjektsamarbeid mellom NOG og SART. Det ble også gjennomført samtaler og observasjoner av ansatte underveis i prosessen. I hvilken grad dette har påvirket analysen, er vanskelig å si, men det ble tydelig kommunisert til SART i forkant av oppgaven, at resultatet ikke var gitt før risikovurderingen var gjort. Risikobildet er et resultat av en risikoanalyse som er gjennomført av en "nøytral og utenforstående risikoanalytiker", men som besitter den spesifikke systemkunnskapen. Fordelen med risikoanalysen er at mesteparten av grunnlaget for HOF er hentet fra den anonyme spørreundersøkelsen. Dette er med på å redusere påvirkningen av mulige antagelser. Dette ses av den grunn ikke på som noe problem for validiteten av risikovurderingen.

11 Konklusjon

I oppgaven er det gjennomført en overordnet kvalitativ risikovurdering av mottak og lagring av sloppvann på SART. Oppgaven har en bred tilnærming til analyse av risiko hvor det benyttes en HAZOP og en spørreundersøkelse. Det blir påvist delvis svekkede barrierer som følge av RIF. Risikonivået hos SART er vurdert til å ikke være ALARP per dags dato, verken overfor personell eller miljø.

Det anbefales at foreslåtte tiltak følges opp og implementeres. På bakgrunn av risikoevalueringen er det ikke tiltakene som har størst risikoreducerende effekt, som nødvendigvis er de mest kostbare. Forholdsvis enkle tiltak kan bidra til å redusere risikonivået signifikant hos SART.

Fravær av risikoakseptkriterier for mottak og lagring forhindrer ikke konkludering. Gjennom en bred ALARP-vurdering påpekes det at risikonivået for mottak og lagring av sloppvann hos SART ikke er ALARP.

Risikovurderingen kunne hatt mer fokus på barrierer. Ved å kombinere HAZOP med BORA kunne man i større grad vektet og tatt høyde for RIF systematisk. På den måten ville det vært enklere og fanget opp ytelse og pålitelighet til barriereelementer.

Det ses ikke på som formålstjenelig å benytte mindre indikatorer for å verifisere ytelseskrav til barriereelementene. Til det er SART for lite og oversiktlig. Men det anbefales at en overordnet indikator som spørreundersøkelsen implementeres på bakgrunn av den sentrale rollen prosessoperatørene har som barriereelementer. Spørreundersøkelsen burde gjennomføres av en tredjepart for å oppnå oppriktige svar i størst mulig grad.

Det anbefales at spesifikke barrierestrategier med tilhørende ytelseskrav opprettes for å synliggjøre behovet for operative barriereelementer. Ytelseskravene kan verifiseres opp mot den overordnede indikatoren.

Ulykken ved Vest Tank i Sløvåg anses ikke som en mulighet hos SART. Ulykken ved SAR Averøy og Oleon i Sandefjord anses som mulig, men lite sannsynlig. Flere av tiltakene som foreslås i risikoevalueringen, kan være med på å redusere denne sannsynligheten dersom de implementeres.

11.1 Forslag til videre arbeid

- Det kan vurderes sammen med ledelsen i SART hvorvidt det er behov for mer detaljerte risikoanalyser av områder med høy risiko dersom foreslåtte risikoreducerende tiltak ikke implementeres.
- Det er muligheter for å redusere usikkerheten i oppgaven gjennom en beredskapsanalyse.
- Usikkerheten kan reduseres ytterligere ved å utføre en konsekvensutredning av potensielle utslipp til sjø i Risavika.

12 Referanser

- Aftenposten. 2007.** Aftenposten.no. [Internett] Juni 2007.
<http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/article1882853.ece#.UWBD0JN7J5I>.
- Alexela Sløvåg AS. 2007.** Alexela Slovaag. [Internett] 2007. <http://www.alexelaslovaag.no/>.
- Aven, Terje. 2010.** *On how to define, understand and describe risk.* 2010.
- Aven, Terje. 2007.** *Risikostyring.* s.l. : Universitetsforlaget, 2007.
- Aven, Terje. 2008.** *Risk Analysis.* s.l. : Wiley, 2008.
- Bakke, Jan Roar. 2012.** Forelesningsnotater Teknisk Sikkerhet MOS230. s.l. : UiS, 2012.
- Aven, Sklet and Vinnem. 2006.** *Barrier and operational risk analysis of hydrocarbon releases (BORA-Release).* s.l. : Elsevier, 2006.
- Bodsberg, Lars. 2012.** *Indikatorer for risiko- og barrierestyring.* s.l. : Sintef, 2012.
- Daelman, Matthijs R.J. 2011.** Methane emission during municipal wastewater treatment. *Water Research.* 2011.
- DSB. 2011.** Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap. [Internett] September 2011.
<http://www.dsb.no/no/Ansvarsomrader/Farlige-stoffer/Aktuelt-farlige-stoffer/Eksplosjon-pa-skip-i-Sandefjord/>.
- GexCon. 2008.** *Accident investigation following the Vest Tank explosion at Sløvåg.* s.l. : GexCon AS, 2008.
- ISO. 1999.** *ISO 13702.* 1999.
- ISO. 2009.** *ISO 31000.* 2009.
- Jan Erik Vinnem & Terje Aven. 2004.** *On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry.* 2004.
- Jan Erik Vinnem & Terje Aven. 2007.** *Risk Management: With Applications from the Offshore Petroleum Industry.* s.l. : Springer Series, 2007.
- Klif. 2012.** Klima- og forurensningsdirektoratet. [Internett] 2012.
<http://www.klif.no/horing2011-487>.
- Klif. 2012.** *Nye avfallsstoffnumre for farlig avfall fra petroleumsvirksomheten.* 2012.
- Klif. 2013.** *Uttalelse til konsekvensutredning i åpningsprosessen for petroleumsvirksomhet i Barentshavet sørøst.* s.l. : Klif, 2013.
- Kucha, Joseph M. 1985.** *Investigation of Fire and Explosion Accidents in the Chemical, Mining, and Fuel-Related Industries.* 1985.
- Lindley, Dennis Victor. 2006.** *Understanding Uncertainty.* s.l. : Wiley, 2006.

- Miljøverndepartementet. 2004.** Lovdata. [Internett] 2004.
<http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0930.html>.
- Neyman, Jerzy. 1977.** FREQUENTIST PROBABILITY AND FREQUENTIST STATISTICS*. s.l. : D. Reidel, 1977.
- Norsas. 2012.** *Veilederen om innlevering og deklarerer av farlig avfall, Utgave 2012.* 2012.
- Norsk Brannvernforeningen. 2012.** Norsk Brannvernforening. [Internett] September 2012.
<http://www.brannvernforeningen.no/Nyheter/Strengere-krav-til-instruktorer>.
- NWEA. 2009.** *Retningslinjer for sikker styring av offshore forsyning og riggflytting.* 2009.
- Petroleumstilsynet. 2010.** *Styringsforskriften.* [Internett] 2010.
<http://www.ptil.no/styringsforskriften/category387.html>.
- Petroleumstilsynet. 2010.** *Rammeforskriften.* [Internett] 12 Februar 2010.
<http://www.ptil.no/rammeforskriften/category381.html>.
- Petroleumstilsynet. 2010.** *Aktivitetsforskriften.* [Internett] April 2010.
http://www.ptil.no/aktivitetsforskriften/category379.html#_Toc343931607.
- Petroleumstilsynet. 2010.** *Innretningsforskriften.* [Internett] 2010.
<http://www.ptil.no/innretningsforskriften/category380.html>.
- Petroleumstilsynet. 2013.** *Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten.* s.l. : Petroleumstilsynet, 2013.
- Petroleumstilsynet. 2011.** *www.ptil.no.* [Internett] 2011. <http://www.ptil.no/risikonivaar-rnnp/storulykker-arbeidsulykker-arbeidsmiljoe-article3706-20.html>.
- SART. 2013.** SAR Treatment AS. [Internett] 2013. www.sart.no.
- Sklet, Snorre. 2006.** *Safety barriers: Definition, classification, and performance.* s.l. : Elsevier Ltd, 2006.
- Skogdalen, Jon Espen. 2011.** *RISK MANAGEMENT IN THE OIL AND GAS INDUSTRY.* 2011.
- Standards Norway. 2008.** *Norsok S-001.* 2008.
- Standards Norway. 2010.** *Norsok Z-013.* 2010.
- Statens Strålevern. 2009.** *Lavradioaktive avleiringer.* [Internett] Desember 2009.
http://www.nrpa.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Center_6304&LeftMiddle_6254=6264:0:&CenterAndRight_6254=6304:0:27,4901:1:0:0:::0:0&Center_6304=6312:80503::1:6322:1:::0:0.
- Statoil . 2011.** *Håndtering av slop, Presentasjon/Underlag.* 2011.

M.K. Amosa, I.A. Mohammed, and S.A. Yaro. 2010. *Sulphide Scavengers in Oil and Gas Industry – A Review*. s.l. : Nafta, 2010.

TU . 2011. Teknisk Ukeblad. [Internett] August 2011.
<http://www.tu.no/industri/2011/08/31/skulle-losne-propp-i-ror>.

TK. 2009. www.tk.no. *Tidenes Krav*. [Internett] April 2009.
<http://www.tk.no/nyheter/article4299001.ece>.

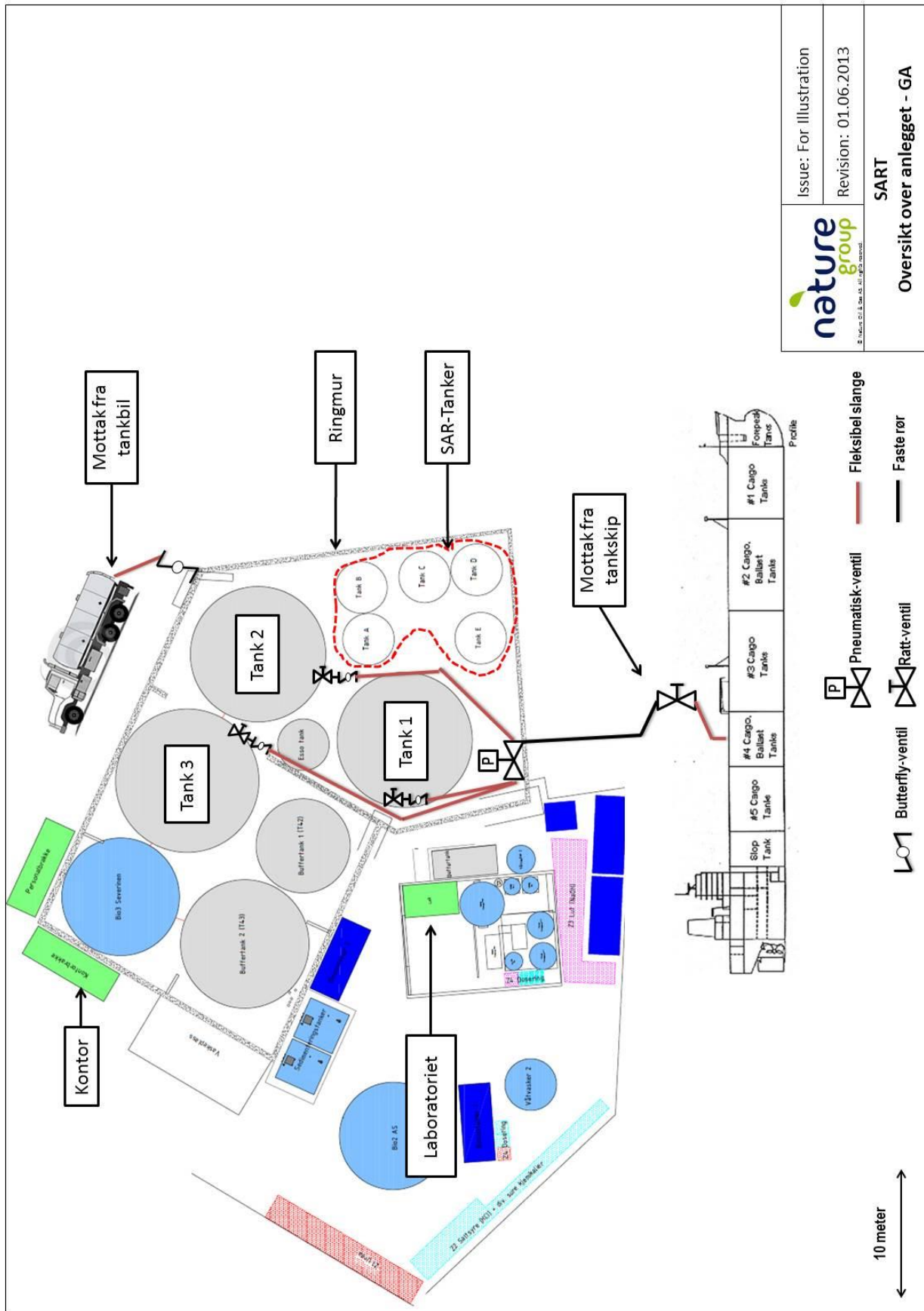
TU. 2012. Teknisk Ukeblad. [Internett] 26 Mars 2012.
<http://www.tu.no/miljo/2012/03/26/halliburton-kjoper-seg-avfallsproblem>.


TV2. 2011. TV2.no. [Internett] November 2011. <http://www.tv2.no/nyheter/innenriks/sliter-fortsatt-med-helsen-etter-sloevaageksplosjonen-3648662.html>.

Vinnem, Jan Erik. 2007. *Offshore Risk Assessment*. s.l. : Springer, 2007.

Vinnem, Jan Erik. 2010. *Risk indicators for major hazards on offshore installations*. s.l. : Elsevier, 2010.

Appendix A – Oversikt GA





 Issue: For Illustration
 Revision: 01.06.2013
SART
Oversikt over anlegget - GA

Appendix B – Deklarasjon

Felles deklarasjonsskjema for farlig avfall og radioaktivt avfall



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET



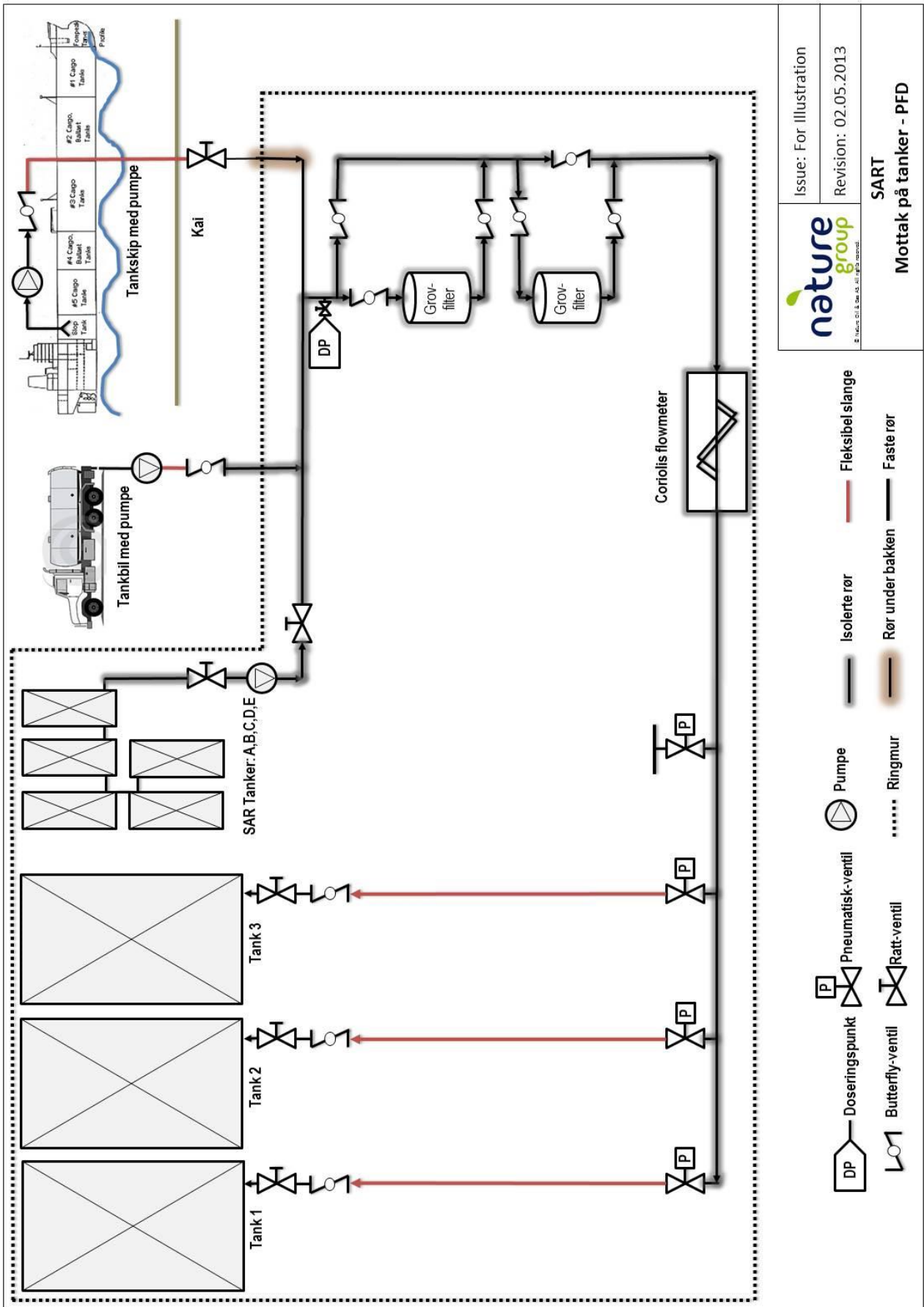
Statens strålevern
Norsk og internasjonalt samarbeid

Vær nøyaktig når du fyller ut
blanketten. Se retningslinjer på
bakenden av 1. og 5. eksemplar.

DEKLARASJONNR.
8631247 014 1

avfallsproducenten/avfallsveivandøren	A. Avfallsprodusent		ORGANISASJONSNUMMER 9 7 3 8 6 1 8 8 3		B. Faktureringsadresse <i>(Fyll ut hvis forskjellig fra A)</i>		ORGANISASJONSNUMMER 9 2 3 6 0 9 0 1 6	
	NAVN Statoil		ADRESSE Forsyningsbase Bergen		NAVN Statoil ASA		ADRESSE Sentralt fakturamottak	
POSTNUMMER 5 3 4 7		POSTSTED Kystbasen Ågotnes		POSTNUMMER 4 0 3 5		POSTSTED Stavanger		
KONTAKTPERSON Materialsman		TELEFONNUMMER 52 88 92 34		EAL-KODE 165073		AVFALLSSTOFFNR. 7031		
Fysiske egen- skaper ved 20°C		Menge <input checked="" type="checkbox"/> kilo <input type="checkbox"/> liter		ANTALL KILOLITER 25000		ANTALL ROLL 5		
Fra hus- holdninger		Inneholder halogener		Inneholder tungmetaller		Tåler frost		
Faste		Tykflytende/ Pasta		Slam		Frytende		
Gase		FLAMMERPUNKT 760 °C		AVFALLETS FARVE GREY		EMBALLASJETYPE TANK		
Nærmere beskrivelse (MOG - proper shipping name)		ADR		ADR-KLASSE		EMBALLASJER		
KLIOFF - BRINE (1.39sg) Lifted out of well before well - clean-up THCA 1204 FLOW TESTING " 1253 " 316 " 1259 Avfall fra Songa Dee " 238		RID		RID-KLASSE		EMBALLASJER		
		MOG		IMO-KLASSE		MFAO NUMMER		
		EMS NUMMER		IMO-KLASSE		MFAO NUMMER		
		<input type="checkbox"/> Ikke klassifiseringspliktig		<input type="checkbox"/> Ikke klassifiseringspliktig		<input type="checkbox"/> Ikke klassifiseringspliktig		
UN-NUMMER		DAG MND ÅR 03 05 13		UNDERSKRIFT FRA AVFALLSPRODUSENT <i>Egil Bruvik</i>		KOMMUNENR. 1 2 4 6		
ut av 1. ledd		REG NR. 1 0 0 1 9		AKTØRENS NAVN SAR Bergen		DAG MND ÅR 2 9 0 4 1 3		
Fyller akter		REG NR.		AKTØRENS NAVN CCB-Transport		DAG MND ÅR		
Kommentarer fra akter		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
2. ledd		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
3. ledd		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
4. ledd		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
Fyllt på		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
REFAKTNR.		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
UNDERSKRIFT		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
UNDERSKRIFT		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
UNDERSKRIFT		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		
UNDERSKRIFT		REG NR.		AKTØRENS NAVN		DAG MND ÅR		

Appendix C – Mottak PFD



Appendix D – Guideord

Naturskade

- Sterk vind
- Kulde
- Varme
- Jordskjelv
- Lynnedslag
- Tsunami
- Ekstrem høyvann

Ekstern påvirkning

- Fallende objekter
- Tankskip driver vekk under lossing
- Sabotasje/Terrorisme
- Materialtretthet
- Kranoperasjoner i nærheten

Menneskelige faktorer

- Arbeidsulykker
- For lite/ingen kompetanse
- Parallelle operasjoner
- Manglende oversikt/kontroll
- Kommunikasjon

Utstyr- eller instrumenteringsfeil

- Pumpefeil
- Feil på pakninger
- Sikkerhetssystemer
- Kommunikasjon
- Feil som setter hele systemer ut av spill (strømtap)

Prosessfeil/forstyrrelser

- Trykkavvik
- Temperaturavvik
- Flowavvik
- Nivåavvik
- Ufulstendig innmiksing
- Korrosjon og/eller erosjon
- Oppstart/nedstengning
- Parallelle operasjoner

Sammensetningsproblemer

- H₂S
- H₂
- CH₄
- For grovt, mye mud/slam
- Ikke i hendhold til deklarasjon eller analysert prøve

Tap av oppsamlet slop / Brann / Eksplosjon

- Lekkasje fra mottakstanker
- Lekkasje fra rørlinjer eller flenser
- Lekkasje fra grovfilter
- Drenering av ringmur
- Brann/eksplosjon på tankskip
- Brann/eksplosjon inne i ringmur
- Brann/eksplosjon i tanker

Inspeksjon / vedlikehold problemer

- Trange og vanskelig tilgjengelig arbeidssteder
- Redusert sikt
- Manglende verktøy

Appendix E – Spørreundersøkelse

Undersøkelse operasjonell tilstand sikkerhet SART

Under følger noen generelle utsagn om ledelse. Hvor uenig eller enig er du i disse utsagnene?

1)	Helt uenig 1	2	3	4	5	Helt enig 6
Jeg får god informasjon om sikkerhetsmålene for SART						
Jeg får god informasjon om sikkerhetsresultatene for SART						
SARTledelsen er synlig og pådrivere i sikkerhetsarbeidet						
SARTledelsen prioriterer alltid sikkerheten foran produksjon/effektivitet						
SART er enkelt og oversiktlig organisert						

2) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

Fokuset for resten av undersøkelsen er systemet og prosessen for fylling av tanker via tankskip, tankbil eller SAR tanker.

Det er derfor viktig at du svarer med henblikk på dine arbeidsoppgaver knyttet til dette. Arbeidsoppgaver kan være planlegging, normal drift, vedlikehold (f.eks. skifting av ventiler, flenser, m.m.), prøvetaking og modifikasjoner.

Under følger noen utsagn om kompetanse. Hvor uenig eller enig er du i disse utsagnene?

3)	Helt uenig 1	2	3	4	5	Helt enig 6
Jeg har utdannelsen og kursene som er nødvendig for å utføre mitt arbeid på en sikker måte						
Jeg har tilstrekkelig arbeidserfaring og trening for å utføre mitt arbeid på en sikker måte						
Jeg har fått nødvendig opplæring og trening i å håndtere kritiske og farlige situasjoner						

4) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

--

Under følger noen utsagn om prosedyrer. Hvor uenig eller enig er du i disse utsagnene? Relater utsagnene til ditt arbeid ved fylling av tanker (planlegging, forberedelser, gjennomføring, ledelse etc).

5)	Helt uenig 1	2	3	4	5	Helt enig 6
Det er brukt et klart og tydelig språk i prosedyrene som gjelder for mitt arbeid						
Prosedylene som gjelder for mitt arbeid finnes på et språk som jeg behersker godt						
Det er klart og utvetydig hvilke prosedyrer som gjelder for mitt arbeid						
Prosedylene som gjelder for mitt arbeid er lette å få tak i når jeg trenger dem						
Prosedylene for mitt arbeid er godt tilpasset våre lokale forhold						
Det er lett å få forandret prosedyrer for mitt arbeid dersom det er behov for det*						
Jeg tar selv initiativ til å endre prosedyrer dersom jeg ser at det er behov for det*-*						
Jeg synes det er lett å finne fram i styrende dokumenter						
Effektivitetskravene gjør at vi noen ganger må bryte prosedyrene						
Det er felles forståelse for prosedyrer mellom skiftene (dersom det forekommer skift) slik at arbeidet utføres likt (eks: noen begynner på arbeidet, mens andre avslutter)						
Jeg er godt kjent med hva som er gjeldende prosedyrer når det gjelder mitt arbeid						

6) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

--

Under følger noen utsagn om forhold ved arbeidsmiljøet. I hvilken grad opplever du at følgende forhold er et problem i forhold til sikker arbeidsutførelse og håndtering av fare- og ulykkessituasjoner? Relater utsagnene til ditt arbeid ved fylling av tanker.

7)	I svært	2	3	4	5	I svært

	liten grad 1					stor grad 6
Trange og vanskelig tilgjengelige arbeidssteder						
Mangelfull merking av ventiler						
Mangelfull merking av instrumenter						
Mangelfull merking av rør						
Støy						
Kulde						
Manglende, svak eller blendende belysning						
Manglende ryddighet og renhold						
Manglende tilgjengelighet på riktig verktøy og utstyr						

8) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

Under følger noen utsagn om forhold ved ledelse. Hvor uenig eller enig er du i disse utsagnene? Relater utsagnene til ditt arbeid ved fylling av tanker.

9)	Helt uenig 1	2	3	4	5	Helt enig 6
Henvendelser og påpekninger som angår sikkerheten blir fulgt opp av min nærmeste leder						
Min nærmeste leder prioriterer alltid sikkerheten foran produksjon/effektivitet når disse er i konflikt						
Min nærmeste leder følger aktivt opp at "Sikker jobbanalyse" (SJA) benyttes i arbeidet						
Min nærmeste leder deltar aktivt på sikkerhetsmøter						

10) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

Under følger noen utsagn om utførelse av arbeidet. Hvor uenig eller enig er du i disse utsagnene? Relater utsagnene til ditt arbeid ved fylling av tanker. (planlegging, forberedelser, gjennomføring, ledelse etc).

11)	Helt uenig 1	2	3	4	5	Helt enig 6
Jeg synes det er ubehagelig å ta opp uheldig arbeidspraksis med kolleger fra eget selskap						
Arbeidet planlegges slik at vi unngår unødig overtidsbruk						
Ulike språk og nasjonaliteter vanskeliggjør koordineringen av arbeidet						
Jeg synes det er ubehagelig å ta opp uheldig arbeidspraksis med kolleger fra andre selskap						
Mine arbeidskolleger bryr seg om at jeg arbeider på en sikker måte og korrigerer meg om nødvendig						
Felles risikovurderinger i form av "Sikker jobbanalyse" gir en god oversikt over mulige farer i arbeid som skal utføres						
Jeg diskuterer ofte sikkerhetsforhold med mine nærmeste kolleger						
Jeg arbeider så mye overtid at jeg blir sliten og ukonsentrert						
Jeg får tilgang på den informasjonen jeg trenger for å gjøre en god jobb						
Det hender at jeg bryter sikkerhetsregler for å få jobben fort unna						
Jeg er godt kjent med gjeldende sikkerhetskrav for mitt arbeid						
Systematiske avvik fra prosedyrer ("stille avvik") er akseptert						
Jeg har så mange arbeidsoppgaver at det er vanskelig å konsentrere seg om hver enkelt oppgave						

12) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

Vurder følgende spørsmål. Relater spørsmålene til ditt arbeid ved fylling av tanker.

13)	Aldri	Meget sjelden	Nokså sjelden	Nokså ofte	Meget ofte	Alltid
Er arbeidsmengden større enn du kan håndtere?						
Er arbeidstempoet knyttet til dine oppgaver for høyt?						
Pågår det parallelle arbeidsoperasjoner						

i anlegget som fører til farlige situasjoner?						
Blir uønskede hendelser registrert og rapportert?						
Blir risikofylte arbeidsoperasjoner nøye gjennomgått før de påbegynnes?						
Er du i ditt daglige arbeid presset på en måte som truer sikkerheten?						

14) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

Under er det listet opp ulike forhold som kan medvirke til at lekkasjer/overfylling oppstår. Hvor stor betydning mener du de ulike forholdene har for at prosesslekkasjer/overfylling av tanker kan oppstå hos SART?

15)	Svært liten betydning 1	2	3	4	5	Svært stor betydning 6
Feilmontering av flenser						
Feil ved isolering/blinding						
Kommunikasjonssvikt						
Prosedyrebrudd						
Feiloperering av ventiler						
Tidspress						
Arbeidsoverføring mellom to personer						
Arbeid på feil utstyr (Eks: Skrur av flens på full tank)						
Teknisk svikt						
Designsvakheter						
Bruk av feil type utstyr/verktøy (Eks: Bruk av rørleggertang istedet for fastnøkkel på flensbolter)						
Manglende opplæring i operering av utstyr						
Manglende tilrettelegging av det fysiske arbeidsmiljøet						

16) Kommentarer eller noe man ønsker utdype til overnevnte spørsmål?

Appendix F – HAZOP

1.1 SubSystem –Fleksibel slange fra tankskip til og med ventil på kai

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer/tiltak	Sannsynlighet	RIF/Trussler/Kommentarer	Initierende hendelse
Brudd på fleksibel slange som følge av materialtretthet	Miljø, 1-3	S7 K3	C	Vedlikehold følges sjelden opp. K3 svekket	Lekkasje
Usikret ventilkobling, slange faller av	Miljø, 1-5	S2 K3	D	Følger ikke alltid prosedyrer, operasjonelle feil. K3 svekket	Lekkasje
Skrur til slangekobling feil vei ved små lekkasjer som skal tettes	Miljø, 1-2	K3	D	K3 svekket	Lekkasje
Tankskip driver vekk under lossing	Miljø, 1-5	Fortøyning. K3	A	K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-5	S8 K3	B	K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk enn designtrykk som fører til brudd	Miljø, 1-3	S2, avtaler maks trykk med tankskip K3	C	20 bar arbeidstrykk på slange, Data for "ny" slange. K3 svekket	Lekkasje
Ekstern aktivitet på kai(eks truck) som fører til brudd på fleksibel slange	Miljø, 1-3	K3	C	Ingen beskyttelse av slange på kai. K3 svekket	Lekkasje
Ventil brister under åpning pga kulde	Miljø, 1-2	K3, S2, Prosessoperatør kan varme opp ventil ved behov	D	Bruk av for mye kraft før den varmes opp kan skje. K3 svekket	Lekkasje
Alle ventiler åpnes på full tank uten at slange er tilkoblet på tankskip	Miljø, 1-4	K2, K3	B	Manglende oversikt, operasjonelle feil. K3 svekket	Lekkasje

1.2 SubSystem – Fleksibel slange fra tankbil til ventil på ringmur og videre til grovfilter/bypass inne i ringmur

Årsak	Potenisielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/ Kommentarer	Initierende hendelse
Brudd på fleksibel slange som følge av materialtretthet	Miljø, 1-2	K3, S7	C	Vedlikehold følges sjelden opp. K3 svekket	Lekkasje
Usikret ventilkobling, slange faller av	Miljø, 1-2	K3, S2	D	Følger ikke alltid prosedyrer, operasjonelle feil. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-4	K3, S8	B	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk enn designtrykk som fører til brudd i slange	Miljø, 1-2	K3, S2 Pumpe klarer normalt ikke gi nok trykk (2barg vanligvis)	C	20 bar arbeidstrykk på slange. K3 svekket	Lekkasje
Slopvann renner ut på bakken etter endt mottak	Miljø 1	N/A	E	Ingenting som fanger opp	Lekkasje
Frosset vann i linje som fører til brudd i slange	Miljø, 1-2	K3, S2 Skal blåse linjene etter mottak	C	Følger ikke alltid prosedyrer, klarer ikke få alt vannet ut. K3 svekket	Lekkasje
Tankbil triller vekk under lossing.	Miljø, 1-2	K3, Bruk av håndbrekk	B	K3 svekket	Lekkasje
Ventil brister under åpning pga kulde	Miljø, 1-2	K3, S2 Prosessoperator kan varme opp ventil ved behov	D	Bruk av for mye kraft for den varmes opp kan skje. K3 svekket	Lekkasje
Alle ventiler åpnes på full tank uten at slange er tilkoblet på tankbil	Miljø, 1-4	K2, K3	B	Manglende oversikt, operasjonelle feil K3 svekket	Lekkasje
Slopvann blir liggende i rørlinjene over lenger tid og utvikler gass	Personell 3	S5, S6, S3 (skal blåse linjene etter mottak)	B	Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Klarer sjelden å få alt vannet ut av linja. Flere antennelseskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent.	Brann/ eksplosjon
Gass som antennes ved en lekkasje av slopvann.	Personell 3	S5, S6	A	Flere antennelseskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Benytter ikke gassmåler ved prøveuttak.	Brann/ eksplosjon

1.3 SubSystem –Fasterør fra SAR tanker via pumpe til grovfilter/bypass inne i ringmur

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/Kommentarer	Initierende hendelse
Errosjon/korrosjon som fører til brudd i rør	Miljø, 1-4	K1, K3, S7	A	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-4	K1, K3, S8	A	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk enn designtrykk som fører til brudd	Miljø, 1-4	K1, K3, Pumpe klarer maks 5 barg.	A	Vanligvis skal ikke dette være en potensiell fare. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Frosset vann i linje som fører til brudd	Miljø 1-3	K1, K3, S3	B	Følger ikke alltid prosedyrer, klarer ikke få alt vannet ut. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Defekte pakninger i pumpe som fører til lekkasje	Miljø, 1-2	K1, K3, S7	B	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Ventil brister under åpning pga kulde	Miljø, 1-2	K1, K3, S2 Prossoperatør kan varme opp ventil ved behov	B	Bruk av for mye kraft før den varmes opp kan skje. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Jordskjelv som fører til sprekker i /avrevne rør	Miljø, 1-4	(K1), K3	A	K1 vil antakeligvis også kollapse samtidig. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Slopvann blir liggende i rørlinjene over lenger tid og utvikler gass som antennes.	Personell 3-4	S6, S3 (skal blåse linjene etter mottak)	B	Klarer sjelden å få alt vannet ut av linja. Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid.	Brann/ eksplosjon
Gass som antennes ved en lekkasje av slopvann.	Personell 3-4	S5, S6	A	Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Benytter ikke gassmåler ved prøveuttak.	Brann/ eksplosjon

2.0 SubSystem –Fra ventil på kai til grovfilter inne i ringmur

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/Kommentarer	Initierende hendelse
Errosjon/korrosjon som fører til brudd i rør	Mfijø, 1-5	(K1), K3, S7	A	Vedlikehold følges sjelden opp. Vanskelig å oppdage under bakkenivå. Deler av linja utenfor ringmur. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Mfijø, 1-4	(K1), K3, S8	A	Deler av linja utenfor ringmur. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk en designtrykk som fører til brudd	Mfijø, 1-4	(K1), K3,	B	Vanligvis skal ikke dette være en reell fare, men for høyt trykk kan forekomme. Deler av linja utenfor ringmur. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Frosset vann i linje som fører til brudd i rør	Mfijø 1-3	(K1), K3, S3	C	Følger ikke alltid prosedyrer, klarer ikke få alt vannet ut. Vanskelig å oppdage brudd under bakken. Deler av linja utenfor ringmur. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Jordskjelv som fører til sprekker i / avrevet rør	Mfijø, 1-4	(K1), K3, S7	A	K1 vil antakeligvis også kollapse samtidig. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Ventil brister under åpning pga kulde	Mfijø, 1-2	K1, K3, S2 Prosessoperatør kan varme opp ventil ved behov	C	Bruk av for mye kraft før den varmes opp kan skje K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sloppvann blir liggende i rørlinjene over lenger tid og utvikler gass som antennes.	Personell 3-4	S6, S3 (skal blåse linjene etter mottak)	B	Klarer sjelden å få alt vannet ut av linja. Flere antennelseskilder inne i ringmuren. Mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid.	Brann/ eksplosjon
Gass som antennes ved en lekkasje av sloppvann.	Personell 3-4	S5, S6	A	Operatør på tankskip utfører gassmåling, men kun ved "mistanke". Ojelag kan forhindre utbrudd av H ₂ S fra væskefasen. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Flere antennelseskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Benytter ikke gassmåler ved prøveuttak.	Brann/ eksplosjon

3.0 SubSystem – Grovfilter med bypass, ventiler og coriolis-flowmeter

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/Kommentarer	Initierende hendelse
Brudd i grovfilter eller bypass rør som følge av korrosjon/erosjon	Miljø, 1-3	K1, K3, S7	A	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-4	K1, K3, S8	A	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk en designtrykk som fører til brudd	Miljø, 1-4	K1, K3,	B	Vanligvis skal ikke dette være en reell fare. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Frosset vann i grovfilter eller bypass som fører til brudd	Miljø, 1-4	K1, K3, S7	B	Følger ikke alltid prosedyrer, klarer ikke få alt vannet ut. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Jordskjelv som fører til brudd i rør/rørkomponenter	Miljø, 1-4	(K1), K3,	A	K1 vil antakeligvis også kollapse samtidig. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Defekte pakninger på grovfilter og flenser	Miljø 1-2	K1, K3, S7	C	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Ventil brister under åpning pga kulde	Miljø 1-2	K1, K3, S2 Prosessoperatør kan varme opp ventil ved behov	C	Bruk av for mye kraft før den varmes opp kan skje, K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Slopvann blir liggende i rørlinjene over lenger tid og utvikler gass som antennes.	Personell 3-4	S6, S3 (skal blåse linjene etter mottak)	B	Klarer sjelden å få alt vannet ut av linja. Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid.	Bramm/eksplosjon
Gass som antennes ved en lekkasje av slopvann.	Personell 3-4	S5, S6	A	Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Benytter ikke gassmåler ved prøveuttak.	Bramm/eksplosjon

4.0 SubSystem – Manifold med pneumatiske ventiler til forskjellige tanker

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/Kommentarer	Initierende hendelse
Brudd/sprekker i manifold som følge av korrosjon/erosjon	Miljø, 1-4	K1, K3, S7	A	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-4	K1, K3, S8	A	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk en designtrykk som fører til brudd	Miljø, 1-4	K1, K3,	B	Vanligvis skal ikke dette være en reell fare. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Frosset vann i ventiler som gjør at de ikke stenger ved behov (overfyllingsalarm aktiveres)	Miljø, 1-3	K1, K3, S2, S3,	C	Følger ikke alltid prosedyrer, klarer ikke få alt vannet ut. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket. Kun 2/4 isolert.	Lekkasje
Manglende trykkluft til ventiler som fører til at de ikke kan stenges ved behov (overfyllingsalarm aktiveres)	Miljø 1-3	K1, K3,	C	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Slopvann blir liggende i rørlinjene over lenger tid og utvikler gass som antennes	Personell 3-4	S6, S3 (skal blåse linjene etter mottak)	B	Klarer sjelden å få alt vannet ut av linja. Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid.	Brann/ eksplosjon
Gass som antennes ved en lekkasje av slopvann.	Personell 3-4	S5, S6	A	Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Benytter ikke gassmåler ved prøveuttak.	Brann/ eksplosjon

5.0 SubSystem – Fleksible slanger fra manifold til ventiler på mottakstanker

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/Kommentarer	Initierende hendelse
Brudd på fleksibel slange som følge av materialtretthet	Miljø, 1-4	K1, K3, S7	C	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Usikret slangekobling, slange faller av	Miljø, 1-4	K1, K2, K3,	C	Følger ikke alltid prosedyrer. Operasjonelle feil K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-4	K1, K3, S8	B	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Høyere trykk en designtrykk som fører til brudd	Miljø 1-3	K1, K3, S2, S3	A	Normalt ikke reelt. 20 bar arbeidstrykk på slange. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Frosset vann i linje som fører til brudd i slange	Miljø 1-3	K1, K3, S2, S3	C	Følger ikke alltid prosedyrer, klarer ikke få alt vannet ut. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Slopvann blir liggende i rørlinjene over lenger tid og utvikler gass som antennes.	Personell 3-4	S6, S3 (skal blåse linjene etter mottak)	B	Klarer sjelden å få alt vannet ut av linja. Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid.	Brann/eksplosjon
Gass som antennes ved en lekkasje av slopvann.	Personell 3-4	S5, S6	A	Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Benytter ikke gassmåler ved prøveuttak.	Brann/eksplosjon

6.0 SubSystem – Mottak/lagringstanker med ventiler, flenser, indikatortransmittere, radarwire og overflyllingsvern

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/ Kommentarer	Initierende hendelse
Brudd i tank som følge av korrosjon/erosjon	Miljø, 1-4	K1, K2, K3, S7	A	K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Defekte flenspakninger	Miljø, 1-2	K1, K2, K3, S7	C	Vedlikehold følges sjelden opp. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Sabotasje av utstyr	Miljø, 1-4	K1, K2, K3, S8	B	K3 svekket	Lekkasje
Jordskjelv som fører til brudd i eller kollaps av tanke(r)	Miljø, 5	(K1), K2, K3, S2, S3,	A	K1 vil antakeligvis også kollapse samtidig. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket.	Lekkasje
Feil på nivåsensorer som fører til overflylling	Miljø 1-3	K1, K2, K3, S1,	A	Noen må respondere på overflyllingsvern. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Tett tank som fører til trykk høyere enn designtrykk til tank som fører til brudd.	Miljø 1-4	K1, K2, K3	B	Kan bare stenge vent på 1/3 tankene. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Flystyrt i mottakstanker, kollaps av tanker og ringmur	Miljø 5	(K1), K2, K3	A	Innflyvning til Stv-lufthavn K1 kollapser K3 svekket	Lekkasje
Kranaktivitet i området rundt tankfarm	Miljø 4-5	(K1), K2, K3,	B	K1 kollapser	Lekkasje

med fallende gjenstander eller krankollaps som fører til kollaps av tanke(t)/ringmur						K3 svekket	
Åpning av feil ventil/flens på full tank	Miljø 1-4	K1, K2, K3, prosessoperatør	D			Manglende oversikt. Operasjonelle feil K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Tank toppfylles med væske med egenvekt > 1,02 kg/l → trykk > design → brudd	Miljø 1-4	K1, K2, K3, S5	B			Følger ikke alltid prosedyrer. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Lynnedslag i tank som fører til kollaps	Miljø-1-4	K1, K2, K3, Lynavleder på tanktopp	A			K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Gass på lager-/ mottakstanker som antennes.	Personell 4-5	S4, S5, S6,	C			Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Lyskastere er ikke EX godkjent. Dårlige/ingen rutiner på gassmåling.	Brann/ eksplosjon
H ₂ S gassutvikling på tankene som fyller ringmur og antennes.	Personell 3-(5)	S4, S5, S6	B-(A) A refererer til konsekvens 5.			Misforståelser ved innleid personell som utfører varmtarbeid. Flere antenneskilder inne i ringmuren, mye utstyr er ikke EX godkjent. Dårlige/ingen rutiner på gassmåling.	Brann/ eksplosjon

7.1 SubSystem – Kommunikasjon mellom prosessoperatør og operatør på tankskip

Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/ Kommentarer	Initierende hendelse
Misforståelser som fører til at annet innhold enn det som er tiltenkt pumpes fra tankskip	Miljø, 1-2	K1, K3, S5	C	Følger ikke alltid prosedyrer. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Radiosvikt som fører til at operatør på skip ikke stopper pumping ved behov	Miljø, 1-2	(K1), K2, K3, Prosessoperatør kan stenge pneumatisk ventil.	C	Kan være utenfor (K1), og dermed før pneumatiske ventiler. Manglende oversikt. Operasjonelle feil K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Operatør på tankskip er ikke tilgjengelig når det er behov for å stoppe pumping	Miljø, 1-(4-5)	(K1), K3, S8 Prosessoperatør kan stenge pneumatisk ventil.	C-(A) A refererer til det største utslippet (4-5)	Kan være utenfor (K1), og dermed før pneumatiske ventiler. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje

7.2 SubSystem – Kommunikasjon mellom prossessorator og operator på tankbil

Årsak	Potensielle kusekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/ Kommentarer	Initierende hendelse
Misforståelser som fører til at annet innhold enn det som er tiltenkt pumpes fra tanksbil	Miljø, 1-(2) Miljø 2 er her 5 - 15 m ³ siden maks volum på tankbil er 15 m ³	K1, K3, S5	C-(B) B refererer til det største utslippet	Følger ikke alltid prosedyrer. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
Tankbiloperator ikke tilgjengelig når det er behov for å stoppe pumping	Miljø, 1-(2) Miljø 2 er her 5 - 15 m ³ siden maks volum på tankbil er 15 m ³	(K1), K3, S8 Prossessorator kan stenge pneumatisk ventil.	C-(B) B refererer til det største utslippet	Kan være utenfor (K1), og dermed for pneumatiske ventiler. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje

7.3 SubSystem – Kommunikasjon mellom Prosessoperator og Prosessoperator hos SAR AS



Årsak	Potensielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/ Kommentarer	Initierende hendelse
Misforståelser som fører til at annet innhold enn det som er tiltenkt pumpes fra SAR tanker.	Miljø, 1-(2-3)	K1, K3, S5	B-(A) A referer til det største utslippet	Følger ikke alltid prosedyrer. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje
SAR operator stopper ikke pumpe ved behov	Miljø, 1-(2-3)	K1, K3, S8 Prosessoperator kan stenge pneumatisk ventil.	B-(A) A referer til det største utslippet	Faren kan være for pneumatiske ventiler. Manglende oversikt. Operasjonelle feil K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje

8.0 SubSystem – Prosessoperator overvåker mottak ved HMI i lab/kontor og direkte

Årsak	Potenisielle konsekvenser	Eksisterende barrierer	Sannsynlighet	RIF/Trussler/ Kommentarer	Initierende hendelse
Sabotasje/ Datavirus som fører til overfylling	Miljø, 1-3	K1, K3 Antivirus-programvare på datamaskin.	A	Følger ikke alltid prosedyrer. Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K3 svekket	Lekkasje
Systemsvikt i PLS ¹ (datamaskin) / HMI som fører til overfylling.	Miljø, 1-3	K1, K3	B	K3 svekket	Lekkasje
Operasjonelle feil	Miljø, 1-3	(K1), K3, Oppplæring og kompetanse		Faren kan være på et punkt før pneumatiske ventiler, tanker og ringmur. K3 svekket	Lekkasje
Prosessoperatorer ikke tilstede ved behov. Prosessoperatorer følger ikke med, sovner, andre arbeidsoppgaver etc	Miljø, 1-(3-4)	(K1), K3, S1	D-(B-A) B-A refererer til det største utslippet (3-4)	Faren kan være på et punkt før pneumatiske ventiler, tanker og ringmur. Fanger ikke opp alarm fra S1. K3 svekket	Lekkasje
Strømbrudd som fører til overfylling	Miljø, 1-2	K1, K3	C	S1 ikke operativ K3 svekket	Lekkasje
Åpning av feil pneumatisk ventil slik at slopvann ikke går dit det er tiltenkt	Miljø, 1-3	K1, K3	B	Manglende oversikt. Operasjonelle feil. K1 har mulighet for drenering. K3 svekket	Lekkasje

¹ Programmerbar Logisk Styring

Appendix G – Forurensning

Påvirkning av olje	
Påvirkning av tungmetaller og andre stoffer	

Katastrofal forurensning (Utslipp av mer enn 1000 m³)



Stor forurensning (Utslipp av 200 m³ – 1000 m³)



Middels forurensning (Utslipp av 50 m³ – 199 m³)



Liten forurensning (Utslipp av 5 m³ – 49 m³)



Svært liten forurensning (Utslipp av mindre enn 5 m³)



Appendix H – Tilkoblingspunkter og ventiler GA

