

**Erfaringer fra gjennomføringen av
analyseprosessen ved installering av
buffertank på Kårstø**

RF – 1996/016

**Erfaringer fra gjennomføringen av
analyseprosessen ved installering
av buffertank på Kårstø.**

Rapport RF-96/016

Vår referanse: 711 / 59 38 50	Forfatter(e), Firma: Kjell Sandve	Revisjonsnr. / dato: Rev. 0 / 10. 01. 96
Ant. sider: 14	Oppdragsgiver(e): NFR, Statoil Gass Transport	Forskningsprogram: ROS
ISBN: 82-7220-736-2	Gradering: Åpen	Åpen fra (dato):

Emne:

Rapporten tar for seg erfaringer fra bruk av metodikk utarbeidet i forskningsprosjektet «Akseptkriterier for risiko og krav til effektivitet av beredskapstiltak» i gjennomføringen av analyseprosessen ved installering av en buffertank (kondensat) på Statoil Gass Transport på Kårstø. Analyseprosessen omfatter bl.a. etablering av akseptkriterier og effektivitetskrav, og gjennomføring av risiko- og effektivitetsanalyser.

Erfaringene viser at metodikken er godt egnet til å oppnå: Bedre kopling mellom akseptkriterier, krav og forskjellige analyser; bedre og mer aktiv bruk av risikoanalyser; større kunnskap om risikoforhold slik at nødvendige beslutninger som angår risiko blir tatt på riktig grunnlag; større trygghet på at riktig sikkerhetsnivå er valgt; en mer systematisk gjennomgang av analyseobjektet slik at viktige risikoforhold blir tatt opp i riktig sammenheng og til riktig tid.

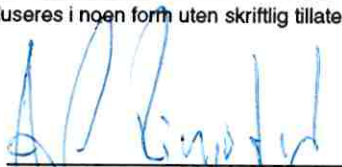
Emne-ord:

Akseptkriterier, Effektivitetskrav, Risikoanalyse, Effektivitetsanalyse

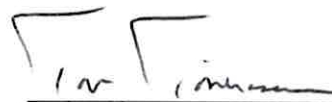
Ingen del av dette dokumentet kan reproduseres i noen form uten skriftlig tillatelse fra RF - Rogalandforskning ©.



Prosjektleder
Kjell Sandve



Kvalitetssjeker
Arne Jarl Ringstad



for RF - Industri og Miljø
Tor Tønnesen

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	1
2. ANALYSEPROSESSEN VED INSTALLERING AV BUFFERTANK.....	2
2.1 <i>Transportoperasjonen.....</i>	<i>2</i>
2.2 <i>Installasjonsfasen</i>	<i>3</i>
3. ERFARINGER.....	10
3.1 <i>Implementering.....</i>	<i>10</i>
3.2 <i>Akseptkriterier.....</i>	<i>11</i>
3.3 <i>Effektivitetskrav.....</i>	<i>12</i>
3.4 <i>Prosessen.....</i>	<i>13</i>
4. REFERANSER.....	14

1. Innledning

I forskningsprosjektet "Akseptkriterier for risiko og krav til effektivitet av beredskapstiltak" er det utarbeidet metodikk for å finne frem til egnede akseptkriterier for risiko og krav til effektivitet av beredskapstiltak /2/. Metodikken omfatter retningslinjer, anbefalinger, prosedyrer, sjekklister, m.m. og gir den enkelte virksomhet hjelp til å utforme akseptkriterier og effektivitetskrav i konkrete situasjoner.

Statoil Gass Transport på Kårstø startet i 1995 arbeidet med å installere en buffertank for kondensat i nærheten av eksisterende prosessmoduler. Anleggsarbeidet foregår samtidig som eksisterende prosessanlegg er trykksatt og forventes å være ferdig i begynnelsen av 1996. I forkant av den planlagte utbyggingsaktiviteten skal det gjennomføres en analyse for vurdering av totalrisikoen og spesielt risikoen for personell som blir involvert i arbeidet med montering og ferdigstilling av buffertanken på Kårstø.

På bakgrunn av dette ble det i begynnelsen av 1995 satt i gang et prosjekt der hensikten var:

- å anvende metodikken fra forskningsprosjektet "Akseptkriterier for risiko og krav til effektivitet av beredskapstiltak" i forbindelse med installering av ny buffertank på anlegget til Statoil Gass Transport. Dette medførte bl.a. etablering av akseptkriterier/krav, gjennomføring av risiko- og effektivitetsanalyser (med utgangspunkt i eksisterende analyser) og å finne frem til kostnadseffektive løsninger og risiko-reducerende tiltak ihht. Statoil Gass Transport sine mål for dette.
- å få erfaring i bruk av metodikken fra et reelt tilfelle. Dette anses som verdifullt for å synliggjøre anvendbarhet av metodikken og dermed styrke resultatene fra forskningen med tanke på implementering og anvendelse i sikkerhetsstyringen for øvrig landbasert industri.

Prosjektet inngår i Norges Forskningsråds forskningsprogram ROS, og er gjennomført av en arbeidsgruppe bestående av personell fra Statoil Gass Transport og RF.

En detaljert beskrivelse av analysen er gitt i rapporten *Gjennomføring av analyseprosessen ved installering av buffertank på Kårstø*, RF-95/202 (ref. /1/). Her er Analysen av transporten av tanken fra kaien og opp til buffertank-området beskrevet. Den består av en kvalitativ og enkel gjennomgang av operasjonen. Videre er analysen av installasjonsfasen for buffertanken beskrevet. Denne analysen er omfattende og gjenspeiler de enkelte trinnene i analyseprosessen, og består bl.a. av kvantitative analyser. I tillegg til resultatene fra analyseprosessen er noe av prosessen med å komme frem til resultatene forsøkt vist. Et sammendrag av /1/ er gitt i kapittel 2.

Kapittel 3 gir en oppsummering og evaluering av de viktigste erfaringene fra analysearbeidet beskrevet i /1/. Det er lagt vekt på å trekke generell lærdom fra prosjektet. Det er gjort en evaluering av hvordan selve metodikken fungerer, og hvordan dette best mulig kan gjøres i andre virksomheter.

2. Analyseprosessen ved installering av buffertank

Tidlig i prosjektet ble det funnet naturlig å analysere transporten av kuletanken fra kaien og opp til buffertank-området, og arbeidet med selve installeringen (inkl. forbedrende arbeid) hver for seg. Viktige årsaker til dette var bl.a. de store forskjellene i bakgrunnsmateriale (statistikk, eksisterende risikoanalyser o.l.) og omfang og varighet for de to deloperasjonene. De påfølgende delkapitlene gir en kort beskrivelse av prosessen og resultatene fra dette arbeidet.

2.1 Transportoperasjonen

Analysegruppens oppgave var å gjøre en kvalitativ gjennomgang av transportoperasjonen, og å foreslå/vurdere mulige sannsynlighets- og konsekvensreducerende tiltak. En viktig målsetting var å belyse mulige fare- og ulykkessituasjoner med årsaker og konsekvenser. To personer med erfaringer fra forrige transportoperasjon ble tatt med i analysegruppen, slik at denne erfaringen ble implementert i analyseprosessen.

Det ble diskutert hvordan en skulle uttrykke akseptabel risiko for denne operasjonen. Siden det bare er gjennomført en tilsvarende operasjon på Statoil tidligere, og det ikke eksisterer relevant statistisk materiale, vil det være stor usikkerhet knyttet til en kvantifisering. Dermed vil en ha et dårlig grunnlag for å måle risikoen opp mot et eventuelt kvantitativt akseptkriterium.

Ihht. Statoils retningslinjer for etablering av akseptkriterier for enkeltoperasjoner /8/, "kan etablering av akseptkriterier og analyser av enkeltoperasjoner ha en kvalitativ karakter, og det aksepteres at vurderingene i stor grad baseres på skjønn. En forutsetning er at dette skjønn utøves av en gruppe med tilstrekkelig faglig og praktisk kompetanse og involverer personell ansvarlig for operasjonen".

En valgte derfor å uttrykke akseptabel risiko og beredskapseffektivitet kvalitativt på formen "Risikoen (beredskapseff.) anses som akseptabel dersom dette er den overveiende oppfatning til de personer som representerer de nødvendige fagområder og som har den nødvendige kunnskap og erfaring til å foreta en velbegrunnet vurdering" (ref. /8/). En kvalitativ analyse (grovanalyse) for vurdering av risikoen (beredskapseff.) ved denne operasjonen var da mest hensiktsmessig.

Analysen ble gjennomført ved at analysegruppen i løpet av én dag gikk gjennom transportoperasjonen trinn for trinn for å identifisere mulige uønskede hendelser. Videre gjorde analysegruppen en kvalitativ vurdering av sannsynligheter, årsaker og konsekvenser i forbindelse med de uønskede hendelsene.

Analysegruppens vurdering var at risikoen for hendelser som kan medføre at buffertanken (og eventuelt kjøretøy) velter er svært liten, men at det kan ha betydelige konsekvenser. Andre fare- og ulykkessituasjoner i tilknytning til transportoperasjonen antas å ha neglisjerbare konsekvenser.

Det ble fremsatt forslag til 6 risikoreducerende tiltak. To av tiltakene ble ansett som nødvendige for at akseptkriteriet skal være oppfylt. For de fire andre ble det gjort en

vurdering av positive og negative forhold, slik at ledelsen kunne ta de nødvendige beslutninger mht. iverksettelse og krav til effektivitet på et senere tidspunkt.

I tillegg ble det utarbeidet en liste med mulige feilårsaker i forbindelse med transportoperasjonen. Det ble anbefalt for ledelsen å gjennomgå denne listen også senere, når flere detaljer omkring operasjonen foreligger, for om mulig å eliminere eller redusere potensielle feil.

2.2 Installasjonsfasen

Siden det eksisterte flere relativt nye risikoanalyser for Kårstø-anlegget (/3/, /4/) ble det besluttet å ta utgangspunkt i disse i analysen av buffertank-området i installeringsfasen. Arbeidet gjenspeiler de enkelte trinnene i analyseprosessen, og omfatter bl.a. beskrivelse av forutsetninger og antagelser og tilrettelegging av hendelsestre og risikomodel på grunnlag av eksisterende risikoanalyser. Videre er det gjort et omfattende arbeid for å beregne endringer i forgreiningssannsynligheter forårsaket av selve installasjonsarbeidet, og siden eksisterende konsekvensanalyser av HC-lekkasjer viste seg å være utilstrekkelige for vårt formål ble egne simuleringer gjennomført. Det ble også brukt mye tid på å fastsette akseptkriterier og å finne relevante aktiviteter å sammenligne risikonivået med. Totalt har analysegruppen brukt 4-500 arbeidstimer i tillegg til 6-7 halvdags møter.

Basert på eksisterende risikoanalyser ble det konkludert med at brann/eksplosjon i buffertank-området har store konsekvenser for Kårstø-anleggene, og at dette i hovedsak vil ha innvirkning på: 1) personell i buffertank-området, og 2) hovedkontrollrommet (CCR). Aktiviteten i buffertank-området vil kunne gi økt risiko fordi:

- Sannsynligheten for brann/eksplosjon i buffertank-området øker (økt aktivitet gir større mulighet for lekkasje og antennelse).
- Konsekvensene ved brann/eksplosjon i buffertank-området øker (flere personer i ulykkesområdet).
- Aktiviteten i buffertank-området i seg selv medfører risiko for personellet i buffertank-området (arbeidsulykker). Denne risikoen isolert sett antas å være akseptabel, i og med at det er kjente og «normale» aktiviteter som skal gjennomføres.
- Risiko for personell i buffertank-området som følge av ulykker utenfor buffertank-området. Denne risikoen antas å være neglisjerbar.

På bakgrunn av Statoil's akseptkriterier for landanlegg /9/ og akseptkriteriene brukt i /4/, ble risikoen uttrykt på følgende måte:

- 1) Frekvens og økning i frekvens (akkumulert) for ulykker som medfører eskalering eller ødeleggelse av kontrollrom (CCR) (dvs. ulykker som medfører potensielt tap av liv for personell inne i bygningen eller under evakuering/rømning). Økningen i frekvens sees i forhold til resultatene i /4/.
- 2) FAR-verdi for personell i buffertank-området. FAR-verdien uttrykker statistisk forventet antall omkomne pr. 10^8 eksponerte timer.

3) PLL-verdi (Potential Loss of Life) for buffertank-området. PLL-verdien uttrykker statistisk forventet antall omkomne per år som følge av ulykker.

Vha. hendelsestrærne i risikoanalysen /4/, ble det vurdert i hvor stor grad installering av buffertanken vil påvirke sannsynlighetene og konsekvensene for hvert av scenariene. Spesielt ble antennessannsynligheten gjenstand for grundig evaluering i og med at aktiviteten i buffertank-området medfører endel nye tennkilder i tillegg til økt eller endret bruk av eksisterende tennkilder.

Som følge av økt aktivitet i området økte sannsynligheten for forsinket antennelse betydelig (ca. 2 ½ gang). Det ble beregnet at under installasjonsfasen bidrar biltrafikken med 53% av sannsynligheten for forsinket antennelse. Varmt arbeid bidrar med 27%, gravemaskin/kompressor med 14%, og bruk av ikke Ex-sikkert elektrisk utstyr med 4%. De andre tennkildene utgjør tilsammen ca. 2% og ble neglisjert.

For å vurdere konsekvensene for personell i buffertank-området ved en eventuell gasslekkasje ble simuleringsverktøyet *Kameleon - II - Fire* benyttet. Siden simuleringene er svært tid- og ressurskrevende ble et begrenset antall scenarier valgt ut. Utvalget ble basert på problemstillingene som skulle belyses, og på en avveining mellom få simuleringer (kort tid) og tilstrekkelig presisjonsnivå. Resultatene fra simuleringene er figurer som viser konturlinjer for gasspredning, temperatur og varmestråling. Et eksempel på simuleringsresultatene er vist i figur 2.1.

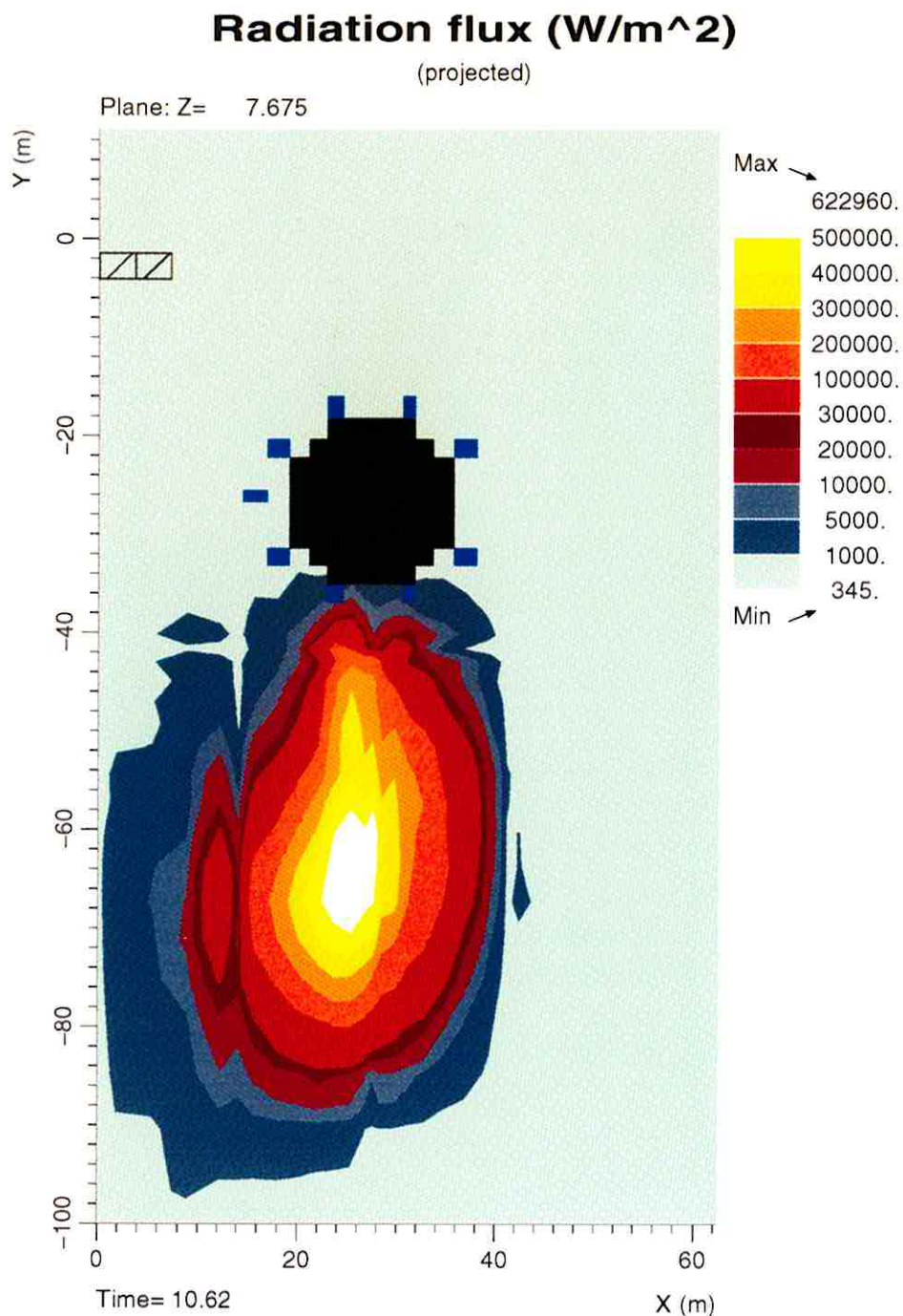
Konsekvensene for personellet i buffertank-området er vurdert vha. figurene fra simuleringene. Ved å studere konturlinjene for varmestråling for hvert scenarium ble utbredelsen av områder med gitte varmeflukser funnet, og andelen av arealet av buffertank-området som dekkes av mer enn 10 og mer enn 35 kW/m² anslått. Med en varmestråling mindre enn 10 kW/m² antas det at folk ikke skades. Personer som utsettes for mellom 10 og 35 kW/m² antas å bli skadet, men å overleve dersom de hurtig kommer seg bort fra området og får kvalifisert førstehjelp. Personer som utsettes for en varmestråling på 35 kW/m² eller mer antas å omkomme (/6/, /8/). Antall personer i buffertank-området er anslått til 15 personer i gjennomsnitt, og er basert på estimert antall manntimer og antatt varighet av de enkelte delaktivitetene.

Av dette er det funnet en skjønnsmessig andel av personellet i buffertank-området som blir skadet eller omkommer i hvert av scenariene. Dette er så brukt for å fastsette sannsynligheten for skade på og/eller tap av liv gitt umiddelbar antennelse.

Konsekvensene ved forsinket antennelse er beregnet på tilsvarende måte, men det er større usikkerhet ved dette resultatet enn ved umiddelbar antennelse. Tidspunktet for antennelsen og for når folkene er evakuert er av stor betydning (her er eksisterende krav til evakuering lagt til grunn). Jo mer gass som har lekket ut før den antennes, desto større blir området med dødelig/skadelig varmestråling. På den andre siden vil lang tid fra en lekkasje oppdages til den antennes kunne føre til at personellet har klart å komme seg bort fra de utsatte områdene.

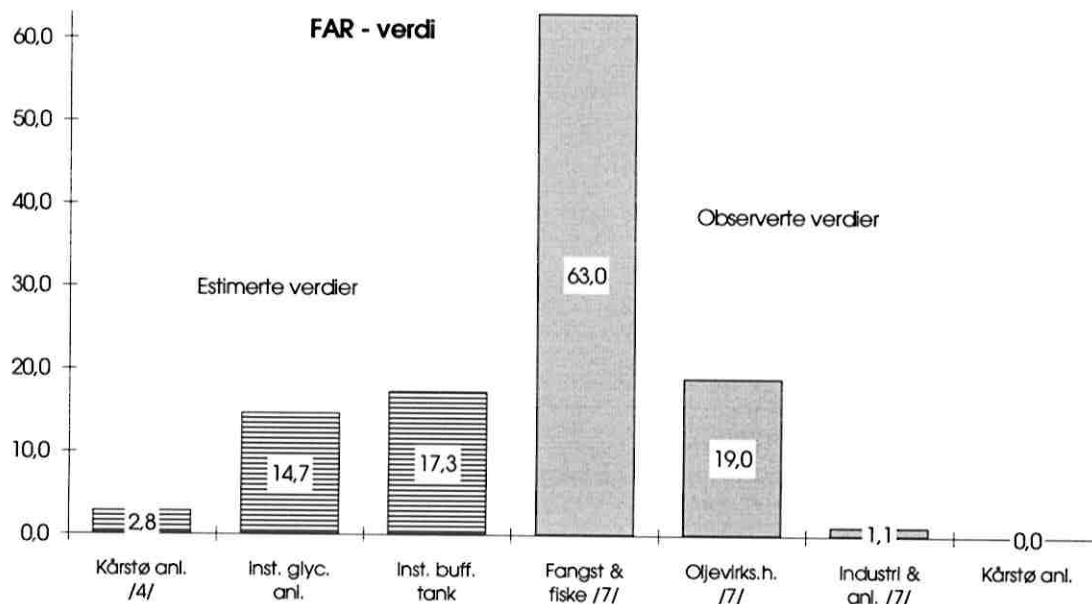
Vha. en enkel risikomodell basert på hendelsestrærne i risikoanalysen /4/ og i fremkomne endringer i forgreiningssannsynligheter og i sannsynligheten for tap av liv, er det beregnet hvilken risiko og endring i risiko installeringsaktiviteten medfører.

Resultatene viser at risikoen i forbindelse med installasjonen er vurdert som betydelig høyere enn ved vanlig drift. Likevel var det som ventet vanskelig for ansvarlige i Statoil å si om risikoen er for høy for denne typen operasjoner, og eventuelt hvor store ressurser som kan settes inn for å redusere risikoen. For å få svar på dette ble det gjort flere sammenligninger med andre risiki, f.eks. som vist i figur 2.2, men det ble (bl.a.) konkludert med at sammenligninger av hva som er akseptabelt risikonivå innenfor forskjellige aktiviteter/områder ikke alltid er like relevante.



Figur 2.1 Resultatene fra simuleringene med Kameleon - II - Fire. Figuren viser konturlinjer for varmestråling.

Det ble valgt ut en typisk mindre ombyggingsaktivitet (installasjon av glycon-anlegg) som den aktiviteten det var best å sammenligne installeringen av buffertanken med. Selv med relativt grove vurderinger har denne sammenligningen mange fordeler, bl.a. ved at lignende operasjoner foregår ofte og at risikonivået ved slike operasjoner er akseptert av alle aktuelle parter (selv om detaljerte analyser ikke nødvendigvis er gjennomført).



Figur 2.2 Beregnede og observerte FAR-verdier for forskjellige arbeidsaktiviteter.

Basert på risikomodellen og resultatene over, ble det identifisert områder i forbindelse med installeringen av buffertanken, der det er aktuelt å sette inn tiltak for å redusere risikoen for anlegget generelt og for personell i buffertank-området spesielt. Der det var mulig ble områdets absøutte risikoreduksjonspotensiale kvantifisert.

- 1) Redusert antall personer i buffertank-området. Antall personer i buffertank-området er proporsjonal med antall personer som utsettes for fare, slik at en reduksjon i personellet vil gi en tilsvarende reduksjon i PLL-verdien (statistisk forventet antall omkomne per år). En personellreduksjon vil alene ikke gi utslag på frekvensen for skade på CCR (hovedkontrollrom), individuell sannsynlighet for tap av liv, eller på FAR-verdien. Dersom det er mulig å redusere antall manntimer (reducere "uproduktiv" tid eller flytte arbeidsoperasjoner til tryggere områder) vil dette selvsagt ha stor betydning for totalrisikoen. Antallet manntimer er proporsjonal med totalrisikoen. En reduksjon i antall manntimer vil likevel ikke gi særlig utslag på de *beregnete* risikomålene.
- 2) Tiltak for å eliminere/reducere sannsynligheten for gasslekkasje. Reduseres sannsynligheten for alle gasslekkasjer med 10% så reduseres risikoen med 10%.

Dessverre finnes for lite kunnskap om hvilke faktorer som påvirker lekkasjesannsynlighetene.

- 3) Spesielle tiltak som kan redusere sannsynligheten for umiddelbar antennelse er ikke identifisert, siden potensialet er lite og det ikke er tilstrekkelig klarlagt hva som påvirker denne sannsynligheten (bortsett fra statisk elektrisitet som antas å være ubetydelig her). Dersom sannsynligheten for umiddelbar antennelse ble redusert til null ville frekvensen for skade på CCR bare bli redusert med ca. 1% og personellrisikoen med ca. 4%.
- 4) Tiltak for å redusere tiden med *varmt arbeid* eller sannsynligheten for antennelse herfra, for å få lavere total antennelsessannsynlighet, kan redusere frekvensen for skade på CCR med opptil 25%, og personellrisikoen (buffertank-området) med opptil 37%.
- 5) Tiltak for å redusere biltrafikken eller sannsynligheten for antennelse fra denne, for å få lavere total antennelsessannsynlighet, kan redusere frekvensen for skade på CCR med opptil 50%, og personellrisikoen med opptil 27%.
- 6) Tiltak for å redusere bruken av ikke Ex-sikkert utstyr eller sannsynligheten for antennelse fra dette, for å få lavere total antennelsessannsynlighet, kan være aktuelle, men potensialet er lite. En reduksjon av bidraget fra ikke Ex-sikkert utstyr kan kun redusere frekvensen for skade på CCR med opptil 4%, og personellrisikoen med opptil 6%.
- 7) Tiltak for å redusere bruken av gravemaskiner eller sannsynligheten for antennelse fra disse, for å få lavere total antennelsessannsynlighet, kan redusere frekvensen for skade på CCR med opptil 13%, og personellrisikoen med opptil 20%.
- 8) Tiltak som kan redusere sannsynligheten for antennelse av en gassblanding **etter** at gasslekkasjen er oppstått. Dersom sannsynligheten for forsinket antennelse var null ville frekvensen for skade på CCR bli redusert med nesten 99% og personellrisikoen med omlag 96% (Jmf. punktene 4-7 over). Det antas at potensialet her er mindre, fordi det i hovedsak er tiden fra en gasslekkasje oppdages til personellet er i sikkerhet at tiltak kan settes inn, og fordi det antas at effekten av tiltak vil avta raskt etter som tiden går. Det er svært vanskelig og vi har ikke forsøkt å kvantifisere dette potensialet nærmere. Aktuelle tiltak kan være bedre og hurtigere deteksjon av gasslekkasje, innføring av gode prosedyrer for sikring av egen arbeidsplass ved gassalarm (stenge av strøm, verktøy og maskiner, osv.), bedre rutiner for stopp av biltrafikk og gravemaskiner ved gassalarm (Jmf. /9/).
- 9) Tiltak som gjør at personellet i buffertank-området hurtig kommer seg bort fra utsatte områder, f.eks. bedre systemer og prosedyrer for deteksjon av gass, bedre alarmprosedyrer og kortere evakueringstid. Tiltak her må sees i sammenheng med tiltak for å redusere sannsynligheten for antennelse (punkt 8) etter at gasslekkasjen er oppstått. Dersom gassen fra en lekkasje ikke antennes eller før den antennes vil det viktigste være å sikre lav antennelsessannsynlighet og deretter foreta en hurtig rømning fra området. Risikoreduksjonen ved hurtig rømning har ikke vært mulig å beregne, men den antas å være stor. Ett av de viktigste spørsmålene som er ubesvart, er hvordan sannsynligheten for antennelse varierer over

tid, og hva som påvirker variasjonene. Dersom alt personell klarer å rømme området før en eventuell (forsinket) antennelse, vil den totale sannsynligheten for skade/tap av liv praktisk talt bli eliminert.

- 10) Tiltak som gjør at personell i buffertank-området hurtig kommer seg bort fra utsatte områder ved antent gasslekkasje. Aktuelle tiltak kan også her være bedre alarm- og evakueringsprosedyrer. I tillegg kan mer effektive innsatslag (responstid, hurtighet, utstyr, kapasitet osv.) som kan hjelpe til med å redde personer inne i buffertank-området være aktuelt. Risikoreduksjonspotensialet er svært vanskelig å beregne, men ved å studere simuleringsresultatene får vi et estimat på hvor stor andel av personellet som kan bli skadet. Ved å benytte disse resultatene i risikomodellen får vi at det kan forventes opptil ca. 14 skadde personer per 10^8 timer (Jmf. FAR-verdi som uttrykker forventet antall drepte per 10^8 timer og er beregnet til 17,3). En del av disse vil mest sannsynlig omkomme dersom det ikke får assistanse fra et innsatslag. Effektive innsatslag antas derfor å kunne gi betydelig reduksjon i personellrisikoen.
- 11) Bedre førstehjelp for skadet personell. En ulykke vil kunne føre til et stort antall brannskadde som har behov for førstehjelp. Potensialet for å redusere risikoen har det ikke vært mulig å beregne, men det antas at det er for lite til at eventuelle tiltak som kan føre til bedre og hurtigere førstehjelp kan forsvares med lavere beregnet personellrisiko alene.

Det forelå endel konkrete forslag til tiltak som analysegruppen vurderte. Det understrekes at å prioritere tiltakene der risikoreduksjonen er kvantifisert i forhold til de tiltak der risikoreduksjonen er kvalitativt uttrykt, var svært vanskelig.

Et av tiltakene som ble vurdert og gjennomført var å redusere biltrafikken forbi buffertank-området med 50%, dvs. fra 338 kjøretøy pr. døgn til ca. 170. Resultatet er en reduksjon i frekvensen for skade på CCR på 23%, og en reduksjon i personellrisikoen på 12%. Dette tiltaket hadde også betydning for andre deler av virksomheten på anlegget.

På bakgrunn av gjennomførte beregninger og analyser ble det etterhvert konkludert med at risikoen ved installering av buffertanken er akseptabel etter at enkelte tiltak ble gjennomført. Videre ble det konkludert med at prosessen skal fortsette etterhvert som prosjektet skrider framover, bl.a. ved å:

- ta med resultatene av analysen som en del av underlaget når forskjellige alternativer skal vurderes, og
- kontinuerlig vurdere nye tiltak som kan redusere risikoen så langt som praktisk mulig.

Det ble konkludert med at eksisterende sikkerhets- og beredskapssystem er tilfredsstillende også ved installering av buffertanken, men at det på enkelte områder er behov for grundigere analyser.

I forskjellige interne Statoildokument foreligger det både overordnede krav til beredskap, og forslag til enkelte mer spesifikke effektivitetskrav. Til tross for dette er konkrete effektivitetskrav lite brukt i den daglige virksomheten her som ellers i industrien.

Den videre nedbrytingsprosessen og arbeidet med å bestemme konkrete effektivitetskrav ble da også fortsatt etter at dette prosjektet var avsluttet. Bl.a. ble det gjennomført en 8 timers gjennomgang av analysen og -resultatene for alt skiftpersonell som bemanner kontrollrom og styrer anlegget. Videre ble det gjennom gruppearbeid fokusert på et konkret tilfelle, dvs. en mindre gasslekkasje. Gjennom gruppearbeidet skulle en ta stilling til hvordan hendelsen virker inn på egne arbeidsoppgaver, og på hva den enkelte kan gjøre for å redusere/begrense skadevirkningene (f.eks. hvordan gjennomføre den raskeste og sikreste nedstengning av prosessen under den gitte situasjonen, eller hvordan starte manuell overrisling dersom det er nødvendig). Det ble identifisert endel nye problemstillinger, men mest fokus ble satt på å komme frem til nye strategier for å redusere/begrense skadevirkninger og på å bestemme nye effektivitetskrav.

3. Erfaringer

Tradisjonelt har bruken av risikoanalyser vært begrenset til å omfatte anlegg i designfasen. I denne risikoanalysen har en vurdert risikoen forbundet med utbygging av et anlegg som er i full drift. Vi har fått anledning til å anvende metodikken beskrevet i /2/ på et konkret scenario, noe som har gitt verdifulle erfaringer for videre bruk av metodikken. Risikoanalysen har også bidratt til viktige metodiske erfaringer, bl.a. fordi ledelsen ble sterkt involvert i beslutningsprosessen ved etablering av akseptkriterier og krav, ved gjennomføringen av analyser og ved valg av løsninger.

En utførlig beskrivelse av metodikken som er benyttet er gitt i /2/. Som en sammenfatning kan vi nevne at metodikken er utarbeidet for å finne frem til hensiktsmessige akseptkriterier for risiko og effektivitetskrav for beredskapstiltak. Metodikken skal gi bruker hjelp til å utforme akseptkriterier og effektivitetskrav i en konkret situasjon. Det er lagt vekt på å utvikle enkle metoder tilpasset den enkelte situasjon, basert på relativt grove inndelinger av risiko og effektivitet. Det har vært en målsetting å utvikle en bedre systematikk i fastsettingen av kriteriene og kravene basert på bl.a. historiske tall, analyser, m.m. Utfordringen er å få til en dynamisk bruk av kriteriene og kravene.

Erfaringene fra den måten vi har gjennomført analyseprosessen ved Kårstø viser at metodikken er godt egnet til å oppnå:

- Bedre kopling mellom sikkerhetsmål, akseptkriterier, krav og forskjellige analyser.
- Bedre og mer aktiv bruk av risikoanalyser og resultater fra disse.
- Større kunnskap om risikoforhold, slik at nødvendige beslutninger som angår risiko blir tatt på riktig grunnlag.
- Større trygghet på at riktig sikkerhetsnivå er valgt, dvs. at en har funnet en riktig balanse mellom tilstrekkelig sikkerhet og god økonomi.
- Bedre systematikk i arbeidet, dvs. en mer systematisk gjennomgang av analyseobjektet slik at viktige risikoforhold blir tatt opp i riktig sammenheng og til riktig tid.

3.1 Implementering

I gjennomføringen av analyseprosessen på Kårstø ble det fokusert mye på følgende to problemstillinger:

- Hva er sikkert nok ?
- Hva bidrar til risikoen ?

For å identifisere hva som bidrar til risiko er det benyttet tradisjonelle metoder (bl.a. feiltreanalyser), og det er tatt utgangspunkt i eksisterende risikoanalyser. Når det gjelder selve beregningene av risiko, ble metodene av ledelsen oppfattet som kompliserte og lite egnet i normal drifts- og vedlikeholdsfasen dersom ikke også kompetanse innen risikoanalyse involveres. Dette var ikke uventet, og etter analysegruppens mening må slik kompetanse finnes internt i organisasjonen som er ansvarlig for aktiviteten (i tillegg til generell kompetanse innen de andre trinnene i analyseprosessen).

Kompetansen bør være på et nivå som gjør at en er istand til å utføre enkle risikoanalyser og å vite når og i hvilken grad det er behov for spesialkompetanse. Det er viktig å være klar over at dersom en stor andel av kompetansen må hentes utenfra, så kan hele grunnlaget for metodikken falle bort.

Det ble også utført konsekvensanalyser, bl.a. ved å simulere gassspredning og varmestråling gitt gassutslipp (utslippssted og -rate) og antennelsestid. Gjennom disse simuleringene fikk en vist noe av kompleksiteten og usikkerheten som ofte preger kvantitative risikoanalyser. Det kom klart frem at en liten heving av kunnskapsnivået omkring risikoanalyser og risikobetraktninger, spesielt på ledersiden, kan føre til store forbedringer om hvordan en skal nyttiggjøre seg bruken av analyser som dette.

For andre som skal benytte metodikken vil vi her trekke frem endel forhold som vi erfarte som svært viktige i startfasen:

- Styringen med og ansvaret for omfanget av analyseprosessen må ligge internt i organisasjonen. Hoveddelen av arbeidet bør også utføres internt i organisasjonen. Bare spesielle, separate oppgaver kan utføres av spesialister/konsulenter.
- Gruppen som utfører arbeidet og er ansvarlig for gjennomføringen (analysegruppen) må være engasjerte og ha god kjennskap til risikobegreper og til grunnleggende prinsipper innenfor risikoanalyse.
- Analysegruppen må ha et ryddig forhold til usikkerhetsproblematikken. Behovet for grundighet og nøyaktighet, og for en nærmere presisjon i forhold til forståelse av usikkerhet bør i stor grad styres av behovet for beslutningsstøtte.
- Analysegruppen må ha et nøkternt ambisjonsnivå. Målet bør i første omgang være å få til en bedre systematikk i et arbeid som må gjennomføres i alle fall.

3.2 Akseptkriterier

Å bestemme hva som er sikkert nok er et grunnleggende problem innenfor risikostyring. Det henvises til rapportene fra prosjektet *Akseptkriterier for risiko og effektivitetskrav for beredskapstiltak*, og referansene i disse, for en nærmere diskusjon av problemet.

Vi vil her kort peke på to viktige forhold når akseptabelt sikkerhetsnivå skal bestemmes for en enkeloperasjon eller mindre aktivitet som installering av buffertanken på Kårstø. Det spesielle med aktiviteten i denne sammenheng er at det innen bransjen ikke er etablert tilstrekkelige rutiner for hvordan analyser skal gjennomføres for denne typen aktiviteter, eller for hvilke løsninger og hvilke sikkerhetsnivå som er tilfredsstillende. Følgende formulering ble derfor også brukt for å fastsette akseptkriteriene: Hvor stor risikoøkning kan aksepteres for en (mindre) enkeltoperasjon?

For det første er det viktig å være klar over at omgivelsene, dvs. samfunnet, de som utsettes for risiko, bedriftsledelse o.l. ikke nødvendigvis oppfatter risikoen slik analytikerne forutsetter. Det kan også tenkes at omgivelsene også vektlegger andre forhold enn den risikoen som blir målt i en risikoanalyse, f.eks. opplevd risiko, kjent eller ukjent risiko, kontrollerbar eller ikke kontrollerbar risiko, store eller små ulykker osv.

For det andre må en være klar over hvilke problemer en står overfor dersom en skal sammenligne risikoen med andre aktiviteter, bransjer eller deler av samfunnet. Ofte sammenlignes et observert eller forventet tap (el. frekvens / sannsynlighet) per tidsenhet eller per individ. For at tapet skal være sammenlignbart må tidsrommet og/eller antall individer tapet er fordelt på være på samme størrelsesnivå. I de aller fleste aktiviteter vil det være store forskjeller i risiko for forskjellige individer og i forskjellige tidsintervall, og siden det er lite kunnskap om hvor store disse forskjellene er når antall individer blir lite og/eller når tidsintervallene blir små, vil en sammenligning mellom aktiviteter der det er forskjeller i antall individer og/eller tidsintervall fort bli meningsløs. Aktiviteten som ble analysert på Kårstø var relativt kort og involverte relativt få personer, slik at det var vanskelig å finne relevant sammenligningsgrunnlag i form av statistikk / historiske data eller resultater fra andre risikoanalyser.

Siden kunnskapen om risikoforholdene knyttet til operasjonen med å installere ny buffertank, og til lignende aktiviteter var begrenset, var det vanskelig å fastsette akseptkriterier på forhånd. En valgte derfor å utarbeide akseptkriterier i hht. metode 2 i /2/, dvs. starte med en kartlegging av risikoen for aktiviteten (etablerer et risikoreferansenivå), og deretter identifisere og vurdere løsningsforslag og risikoreducerende tiltak. Basert på valg av løsninger / tiltak ble akseptkriteriene fastsatt.

Ledelsens aktive deltagelse i arbeidet har gitt dem bedre kjennskap til hvordan risiko kan måles og uttrykkes. Sammenligningen mellom aksepterte FAR-verdier i industri og næringsliv har medført en større forståelse for hva som generelt er akseptabelt. Økt kunnskap og erfaring på dette området, spesielt hos ledelsen, vil kunne føre til at det blir lettere å sette akseptkriterier på forhånd, før analysearbeidet starter.

3.3 Effektivitetskrav

Det understrekes at hovedmålsetting med prosjektet var å få reell erfaring med gjennomføring av analyseprosessen ved at metodikken skulle prøves ut på reelle problemstillinger der det var behov, og at det ikke var metodikken som skulle styre prioriteringene av analysearbeidet. Dette har ført til at det ikke er fokusert like mye på alle trinnene i analyseprosessen. Bl.a. tilsa behovet at en stor del av tiden måtte brukes på å finne fram til brukbare akseptkriterier og til å kartlegge risikobidragstyper. Fastsettelsen av effektivitetskrav fikk dermed relativt liten oppmerksomhet ut fra ønsket om en fullgod utprøving av alle trinnene i analyseprosessen. Dette arbeidet pågår fremdeles i Statoils egen regi.

Bruken av effektivitetskrav var ikke særlig utbredt i organisasjonen. Analysegruppens utgangspunkt var å:

1. identifisere områder med potensiale for risikoreduksjon (inkl. beredskap) og sette effektivitetskrav der vi fant det nødvendig, og
2. vurdere forbedringer (i form av nye eller skjerpede effektivitetskrav) i eksisterende beredskapssystem for anlegget basert på andre behov enn bare risikoreduksjon.

Når det gjelder punkt 1 var problemet i enkelte tilfeller at den beregnede risikoreduksjonen ved å innføre (el. skjerpe) et krav var neglisjerbar, eller at en ikke klarte å kvantifisere hva kravet innebærer i form av redusert risiko. Eksempler her er hhv.

skjerpelse av krav til førstehjelpsbehandling der risikoreduksjon er vurdert å være neglisjerbar, og hurtigere evakuering av personell fra buffertank-området der bl.a. endring av konsekvenser som funksjon av tid til forsinket antennelse har vært svært vanskelig å vurdere.

Når det gjelder punkt 2 fikk vi lignende problemstillinger som for akseptkriterier, dvs. det var vanskelig for ledelsen å avgjøre hvilket nivå på effektivitetskravene som er riktig, og det er vanskelig å finne relevant sammenligningsgrunnlag. På dette stadiet ble det derfor bestemt å også benytte ekspertvurderinger for å bestemme det mest hensiktsmessige nivået på kravene. Dvs. en supplerer analysegruppens estimerte verdier og forslag til krav (og mangel på slike), med vurderinger fra personell med erfaringer og kunnskap innenfor beredskapsplanlegging og drift av anlegget.

Det viste seg også vanskelig, og til en viss grad trivielt, å vurdere skjerpelser av krav i forhold til f.eks. trygghetsfølelse og mediaoppmerksomhet etter å ha brukt risiko for tap av menneskeliv tidligere. Et resultat av dette ser ut til å være at en har lett for å ende opp med «dagens nivå», og at det skal vektige grunner til for å endre etablerte krav og prosedyrer i beredskapssammenheng.

3.4 Prosessen

Erfaringene viser at en bør bruke relativt lang tid for å gå fra overordnede krav og akseptkriterier til detaljerte effektivitetskrav, og at en bør unngå å behandle problemstillinger på forskjellige nivå samtidig. Gjennomføring av analyseprosessen krever store omstillinger underveis på flere måter. En går fra teoretiske betraktninger av store ulykker og store risikobidragstere til mer praktiske detaljer omkring konkrete beredskapsoppgaver. En går fra relativt grove vurderinger i forhold til risiko til mer nøyaktige beregninger i forhold til beredskapsløsninger og detaljerte effektivitetskrav. Det er viktig å tilpasse fremdriften av analyseprosessen til den øvrige planleggingen av analyseobjektet slik at alle vurderinger i analyseprosessen blir gjort på grunnlag av mest mulig oppdaterte inngangsdata, og slik at resultater fra analyseprosessen fortløpende blir gjort kjent og tatt med som underlag for relevante avgjørelser.

En viktig årsak til at gjennomføringen av analyseprosessen på Kårstø gikk så bra var at ledelsen var engasjert under hele prosessen, og at de så behovet for et aktivt og integrert beslutningsverktøy som ivaretar hensynet til sikkerhet. Dette var også viktig for å få til den nødvendige koplingen til hva det er reelt behov for og hva som blir gjort ellers i prosjektet og i andre deler av organisasjonen.

Gjennom analyseprosessen fikk de involverte god systemforståelse og innsikt i risikoforholdene knyttet til analyseobjektet. Erfaringene viser at metodikken er godt egnet til å oppnå en systematisk gjennomgang av de nødvendige trinnene i prosessen med å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i et prosjekt, og ikke minst at trinnene lettere ses i sammenheng.

4. Referanser

- /1/ Sandve, K. og R. Schei. *Gjennomføring av analyseprosessen ved installering av buffertank på Kårstø*, RF-95/202.
- /2/ Aven, T., R. Schei og K. Sandve. *Metodikk. Sluttrapport for prosjektet Akseptkriterier for risiko og effektivitetskrav for beredskapstiltak*, RF-317/94.
- /3/ *Sleipner Condensate Terminal Risk Analysis*. DnV Technica. 520 14 242/91-1
- /4/ *Design Accidental Loads For Kårstø Central Control Room*. DnV Technica. 94-3405.
- /5/ *Kårstø total risikoanalyse - fase 2*. DnV Technica. 95-3225.
- /6/ F. P. Lees. *Loss Prevention in The Process Industries*. Butterworths 1980.
- /7/ Aven, T. *Pålitelighets- og risikoanalyse*. Universitetsforlaget 1994.
- /8/ Brevig et.al. *Håndbok for planlegging og dimensjonering av beredskap mot ulykker* (1. utkast). Rapport fra forskningsprosjektet *Ulykkesbekjempelse og Farekommunikasjon*. Norsk Hydros Forskningsssenter i Porsgrunn.
- /9/ *Akseptkriterier for risiko i Statoilkonsernet*. Intern Statoil-rapport, K/KR-44.
- /10/ *Sluttrapport fra prosjektgruppe: Endringer av rutiner etter DnV's risikoanalyse*. Intern Statoil-rapport.
- /11/ *Beredskap i Statoilkonsernet*. Intern Statoil-rapport, K/KR-42.
- /12/ *Beredskapsanalyse Sleipner Kondensat*, RF-44/93.