



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Risikostyring, offshore sikkerhet	Vårsemesteret, 2009 Åpen
Forfatter: Steinar Stueland (signatur forfatter)
Faglig ansvarlig: Eirik Bjorheim Abrahamsen (UiS) Veileder: Eirik Bjorheim Abrahamsen (UiS) Frode Berg Johansen (Aibel)	
Tittel på masteroppgaven: Hvordan implementere ALARP i V&M prosjekter?	
Studiepoeng: 30	
Emneord: ALARP Kost – nytteanalyse Kost – effektivitetsanalyse	Sidetall: 51 + vedlegg/annet: 53 Stavanger, 15. Juni 2009

Forord

Denne masteroppgaven markerer siste del av min masterutdanning ved Universitetet i Stavanger, der har jeg studert master innen risikostyring, offshore sikkerhet. Masteroppgaven er en tidsbegrenset oppgave som utgjør 30 studiepoeng. Målet med en slik oppgave er å vise hva en har lært gjennom studiet, ved å utarbeide et selvstendig arbeid. Rapporten er skrevet med tanke på at personer innen sikkerhet og risikostyring skal kunne lese og forstå innholdet, uten om å måtte bruke ekstra oppslagsverk.

Det å skrive en slik oppgave har vært veldig lærerik, men også veldig utfordrende. Dette i forbindelse med at ALARP prinsippet er relativt nytt, og på grunn av at det ikke er noe veiledning for hvordan man skal gjennomføre en ALARP prosess.

Jeg vil rette en stor takk til faglig ansvarlig og veileder Eirik Bjorheim Abrahamsen ved UiS for god veiledning, rask tilbakemelding, tips og innspill underveis.

Jeg vil også takke Frode Berg Johansen ved Aibel avd. Stavanger for både innspill og støtte.

Universitetet i Stavanger, 15. Juni 2009

Steinar Stueland

Innholdsfortegnelse

FORORD	1
INNHALDSFORTEGNELSE	2
FIGURLISTE	3
TABELLOVERSIKT	3
SAMMENDRAG	4
1 INNLEDNING	6
1.1 BAKGRUNN OG FORMÅL	6
1.2 INNHOLD	7
2 TEORI/RISIKO	8
2.1 RISIKOAKSEPTKRITERIER	9
2.2 ALARP	13
2.2.1 <i>Krav til ALARP</i>	15
2.2.1.1 ALARP prinsippet i Norge	15
2.2.1.2 ALARP prinsippet i UK	16
2.2.1.3 Likheter og forskjeller i regelverkene.....	17
2.3 ANALYSE METODER.....	18
2.3.1 <i>Kost – nytteanalyse og kost – effektivitetsanalyse</i>	18
2.4 ALARP PÅ NORSK SOKKEL.....	19
2.5 AIBEL’S SYN PÅ ALARP	20
3 IMPLEMENTERING AV ALARP VED BRUK AV KOST – EFFEKTIVITET/KOST – NYTTE ANALYSE	22
3.1 KOST – EFFEKTIVITET/KOST – NYTTE	22
3.2 DISKUSJON.....	24
4 HVORDAN IMPLEMENTERE ALARP I V&M PROSJEKTER?	27
4.1 FORSLAG TIL MAL FOR GJENNOMFØRING AV EN ALARP PROSESS	27
4.1.1 <i>Flytskjema</i>	27
4.1.2 <i>Identifikasjon av risikoreduserende tiltak (RRT)</i>	27
4.1.3 <i>ALARP prosess</i>	29
4.1.4 <i>Dokumentasjon og ALARP register</i>	30
4.2 EKSEMPLER PÅ BRUK AV MAL FOR GJENNOMFØRING AV EN ALARP PROSESS.....	33
4.2.1 <i>Eksempel 1</i>	34
4.2.2 <i>Eksempel 2</i>	38
4.2.3 <i>Eksempel 3</i>	41
4.2.4 <i>ALARP register</i>	44
5 DISKUSJON OG KONKLUSJON	46
5. 1 IMPLEMENTERING AV ALARP I V&M PROSJEKTER	46
5. 2 VIDERE ARBEID.....	48
6 REFERANSER	49
7 VEDLEGG	52

VEDLEGG 1: RISIKOMATRISJE.....	52
VEDLEGG 2: TABELL OVER OPPHOLDSTID I STØYENDE OMRÅDER	53

Figurliste

Figur 1: ALARP prinsippet med basis i britisk regelverk	13
Figur 2: ALARP prinsippet med norsk regelverk som basis	15
Figur 3: HSE framework for the tolerability of risk	16
Figur 4: Flytskjema for gjennomføring av analysen.....	27
Figur 5: Forslag til struktur av en ALARP prosess.....	29
Figur 6: Forslag til plassering av støymatteoppheng	35
Figur 7: Struktur av ALARP prosessen i eksempel 1	36
Figur 8: Struktur av ALARP prosessen i eksempel 2	39
Figur 9: Struktur av ALARP prosessen i eksempel 3	41

Tabelloversikt

Tabell 1: Evaluering av risikoreduserende tiltak	28
Tabell 2: ALARP register	31
Tabell 3: ALARP register inkludert sårbarhet og usikkerhet	32
Tabell 4: Risikoreduserende tiltak som ikke er implementert	33
Tabell 5: Evaluering av risikoreduserende tiltak i eksempel 1	34
Tabell 6: Prisestimat	36
Tabell 7: Evaluering av risikoreduserende tiltak i eksempel 2	38
Tabell 8: Tallverdier for forventet tap med og uten SSIV	40
Tabell 9: Tallverdier ved installert SSIV	40
Tabell 10: Risikoreduserende tiltak som ikke er blitt implementert i eksempel 3.....	43
Tabell 11: ALARP register for eksempel 1	44
Tabell 12: ALARP register for eksempel 2	44
Tabell 13: ALARP register for eksempel 3	45

Sammendrag

Formålet med denne oppgaven var å finne ut hvordan man kan implementere ALARP i vedlikehold og modifikasjonsprosjekter (V&M) prosjekter i Aibel.

ALARP Står for As Low As Reasonably Practicable, og kommer fra den britiske arbeidsmiljøloven. I Norge blir ALARP oversatt til så lavt som praktisk mulig, og går ut på å redusere risikoen så langt som det er praktisk mulig.

Krav til risikoreduksjon er forholdsvis nytt, og trådte i kraft 1.1.2002. Kravet er underlagt rammeforskriften § 9, og de siste årene har det vært et økt fokus på dette området. For uten at risikoen skal reduseres så langt som praktisk mulig, så er det et annet viktig element som sier at *"kostnadene ikke må stå i vesentlig misforhold til den risikoreduksjonen som oppnås"*. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 7). Det vi si at kostnadene ikke må være høyere enn den risikoreduksjonen man oppnår. Krav til risikoreduksjon er ofte mer kjent som ALARP prosess.

Uten om kravet i rammeforskriften § 9, så er det ikke utviklet noen mal eller veiledning for hvordan en skal utføre en ALARP prosess. Det er derfor opp til hvert enkelt selskap å tolke forskriften og innføre en metode for gjennomføring av denne prosessen.

I denne rapporten blir det sett på nærmere på hvordan ALARP prinsippet praktiseres i Storbritannia, og det blir gjennomgått og diskutert om det er nok å bruke kost – effektivitet/kost – nytteanalyse ved implementering av ALARP. Begge analysene har fokus på kostnader, men resultatmessig er de veldig forskjellige.

Ut i fra diskusjonen rundt implementering av ALARP ved bruk av kost – effektivitet/kost – nytteanalyse, blir det i kapittel 4 presentert en mal for gjennomføring av ALARP prosess i vedlikehold og modifikasjonsprosjekter.

I malen blir det presentert elementer som; identifikasjon av risikoreduserende tiltak, hvordan en skal gjennomføre selve ALARP prosessen, og dokumentasjon og ALARP register.

Ved identifikasjon av risikoreduserende tiltak er det viktig at man har en god beskrivelse av aktiviteten som skal gjennomføres, hvilke uønskede hendelser som kan inntreffe og hva konsekvensene utfallet kan få. Ved identifisering av tiltak må man søke så bredt grunnlag som mulig, og ta alle forslag seriøst. Beskrivelse av tiltaket, hvordan tiltaket gjennomføres og effekten av tiltaket, er viktige elementer i denne delen.

Selve ALARP prosessen blir delt opp i tre deler. Her gjennomføres det analyser av tiltaket, evaluering av andre faktorer, før man til slutt tar en beslutning om tiltaket skal implementeres eller ikke. I hver del blir det gjennomgått viktige faktorer som må være med og hvorfor man må ta hensyn til disse.

Tilslutt blir det presentert et ALARP register. Her blir alle tiltak registrert, uavhengig om de er blitt implementert eller ikke. ALARP prinsippet inneholder også ”omvendt bevisbyrde”. Det vil si at alle ”*tiltak skal implementeres, så sant det ikke kan dokumenteres urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten*”. (Aven, 2007, s. 118). På dette grunnlag er det laget et forslag til registrering av disse tiltakene, med link til ALARP registeret.

I forbindelse med oppgaven ble det også gjennomført tre eksempler, der malen for gjennomføring av en ALARP prosess i V&M prosjekter ble brukt.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Siden innføringen av rammeforskriftens § 9 ”prinsipper for risikoreduksjon” januar 2002, har det vært et øktende fokus på bruken og praktisering av prinsippet. Prinsippet sier at ”skade eller fare for skade på mennesker, miljø eller materielle verdier skal forhindres eller begrenses i tråd med helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen, herunder interne krav og akseptkriterier. Ut over dette nivået skal risikoen reduseres ytterligere så langt det er mulig”. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 7) Rammeforskriftens § 9 stiller derfor krav til at risikoen skal reduseres så langt som praktisk mulig. Det vil si at risikoen skal reduseres ut over de etablerte minimumskravene som er satt. Prosesser som dette blir også omtalt som ALARP- prosesser.

ALARP- prosesser blir ofte benyttet tidlig i prosjekter, som f.eks. anbud, kontrakter, design og planleggingsfasen. På den måten får man oversikten over nytten og fordelene, opp mot kostnadene. Dersom det er urimelig missforhold mellom kostnadene og nytten, blir forslaget/tiltaket ikke implementert. Tiltak som ikke blir implementert skal dokumenteres.

Det er nok ikke like enkelt å få implementert dette prinsippet inn i V&M prosjekter. Det kan henge sammen med at det er større fokus på å få utført endringer, enn å se på forskjellige tiltak for både utførelse av endringer og reduksjon av risiko. Operatøren vil nok også ha minst mulig kostnader ved en modifikasjon, selv om det er et krav å gjennomføre risikoreduksjon gjennom hele prosjektet. En annen grunn kan være at siden kravet er så nytt, så har det ikke blitt fokusert like mye på dette i eldre prosjektene og anlegg i drift, som de nye anlegg.

I denne sammenheng vil oppgaven gå nærmere inn på hvordan man kan implementere ALARP prinsippet inn i V&M prosjekter. Dette er viktig for å få fokus på ALARP- prosesser i hele prosjektets fase.

Det er ikke blitt utført noen oppgave på ALARP i V&M prosjekter tidligere, men i 2005 gjennomførte Preventor en utredning for petroleumstilsynet (Ptil). Der så de på hvordan næringen forstod og praktiserte kravet i rammeforskriften § 9. Denne rapporten blir nærmere i kapittel 2.4.

1.2 Innhold

I kapittel 2 blir det sett nærmere på risikoakseptkriterier, ALARP- prinsippet og hvilke krav som stilles til risikoreduksjon. En sammenligning av prinsippet i Norge i forhold til Storbritannia, ALARP- prosess i Norge i dag og Aibel sitt syn på ALARP vil også bli omtalt.

I kapittel 3 blir det sett nærmere på hvordan ALARP prinsippet blir praktisert i Storbritannia. Det blir også sett på implementering av ALARP ved bruk av kost – nytten(kost – effektivitet) analyse.

I kapittel 4 blir det sett nærmere på hvordan man kan implementere ALARP i V&M prosjekter. Her presenteres forslag til gjennomføring av en ALARP prosess, med tilhørende eksempler.

I kapittel 5 blir det utført en diskusjon og konklusjon rundt tema som blir omtalt i kapittel 4. Til slutt kommer det forslag til videre arbeid.

2 Teori/Risiko

Risiko er noe man opplever hver dag, og er noe man aldri klarer å unngå. Det er alltid noen som søker ekstra spenning i livet, ved å drive med for eksempel ekstremsport. På den måten er de risiko søkende. Andre på sin side bruker refleks når de går ute en sen vinterkveld. Dette for å være sikker på å bli sett av bilister, og på den måten redusere risikoen for å oppleve en uønsket hendelse.

Ser man nærmere på begrepet risiko, så kommer det fra det italienske ordet *risicare* og betyr å våge. Når man snakker om risiko innenfor forskjellige fagmiljø, så kan de ha forskjellig tolking av hva risiko er. Blant økonomer blir risiko sett på som *"usikkerhet rundt forventningsverdien"*, mens ingeniører definerer risiko som *"en kombinasjon av mulige konsekvenser (utfall) og tilhørende usikkerhet"*. (Aven, 2007, ss. 40-41). For å få en bedre forståelse, kan en se på et eksempel ved bruk av ingeniørenes tankegang. La oss se på en kollisjon mellom to biler i løpet av ett år. Konsekvenser ved en kollisjon kan være en eller flere omkomne, personer blir hardt skadet eller lettere/mindre personskader. Ved en slik hendelse er det alltid tilknyttet en del usikkerhetsmoment, siden man ikke vet når hendelsen kan oppstå og hva konsekvensene vil bli. Ved hjelp av bakgrunnskunnskap om for eksempel veistrekning og ulykkesmønster, kan man utrykke en sannsynlighet for at en hendelse oppstår, gitt konsekvensene.

Risiko kan man også uttrykke med komponentene (A, C, U, P, K), der A er hendelsen, C er konsekvensene, U er usikkerheten til A og C, P er sannsynligheten og K er vår kunnskap om A. Dette kan man vise ved følgende eksempel. Eksemplet er inspirert av (Aven, Røed, & Wiencke, 2008, ss. 27-29).

A: Et selskap blir rammet av virus på sitt datasystem

C: Selskapet kan få et tap på mindre enn 1 million, mellom 1 – 10 millioner eller mer enn 10 millioner. En kan også definere C som antall millioner selskapet har tap fra systemet sviktet til systemet er i orden igjen.

U: En kan ikke vite når et slikt virus vil ramme selskapet, og hvilke konsekvenser det vil påføre selskapet.

P: Ut i fra erfaringen og kunnskapen i selskapets IT avdeling (K), kan en for eksempel sette sannsynligheten for tap på mindre enn 1 million til 15 %. Dette kan man skrive som $P(A|K)=0,15$.

Når man snakker om risiko, så kan det ses på forskjellige måter. To av de synene er; det klassiske perspektivet og det prediktive perspektivet.

I det klassiske perspektivet blir risikoen sett på som en objektiv egenskap, og blir som regel målt ved hjelp av historiske tall. Det kan for eksempel være antall båter som har grunnstøtt i et område i løpet av et gitt tidsrom. Dersom man sier at 5 båter har grunnstøtt i samme området de siste 15 årene, så vil man få en historisk grunnstøtsrate på 5/15 per år. I det klassiske

perspektivet vil denne rate bli sett på som et estimat eller anslag for den reelle risikoen neste år. De historiske tallene brukes som anslag for den reelle risikoen, dersom de historiske tallene er representative for fremtiden. I vårt tilfelle kan man da bruke 5/15 som et anslag på sannsynligheten for at en båt skal gå på grunn neste år. Den sanne sannsynligheten for en ulykke neste år, er derfor en gjennomsnittsverdi fra de 5 ulykkene de siste 15 årene. Når man bruker estimat, vil det alltid være en del usikkerhet. Dette blir beskrevet ved hjelp av konfidensintervaller, selv om den bare beskriver en liten del av usikkerheten. (Aven, Boyesen, Heinzerling, & Njå, 2003, ss. 9-10).

I det andre perspektivet er det ikke noe som heter objektiv, reell risiko. Her baseres det på at risikoen er en vurdering. Som for eksempel hva som vil skje i fremtiden (morgen, neste uke eller neste år) eller hvordan ny teknologi og systemer vil fungere. Dette må man også se opp mot hvor informasjonen kommer fra. Historisk målinger blir sett på som misvisende å bruke i vurdering av fremtiden, da det skjer noen endringer hele tiden. En må likevel skille mellom historiske målinger og risiko som er vurderinger av fremtiden, da det er usikkerhet rundt det som skjer i fremtiden. (Aven, Boyesen, Heinzerling, & Njå, 2003, s. 11). Risikoutsagn må vurderes med hensyn på hvem som kommer med dem, og hva utsagnene er basert på. En stoler mer på relevant data, kjent metodikk, og antagelser og forutsetninger som det er enighet rundt, enn på en helt tilfeldig person som ikke har noen grunnlag for sitt utsagn. Ser man nærmere på grunnstøtsraten som er nevnt i det klassiske perspektivet, så blir det her sett på som et utgangspunkt for å fastsette risikoen, og ikke som et estimat over grunnstøtt risikoen neste år. (Aven, Boyesen, Heinzerling, & Njå, 2003, ss. 10-11). En måte å tenke på i dette perspektivet, blir ofte omtalt som det Bayesianske, da man bruker bayes' formel i analysene. I bayes' formel bruker man ny informasjon og kunnskap, til å oppdatere sannsynligheten.

2.1 Risikoakseptkriterier

Risikoakseptkriterier er mye brukt i dagens industri, spesielt innen for oljeindustrien. Det er også et myndighetskrav, og blir brukt i forbindelse med risikoanalyser (Aven, 2007, s. 17). I Norge er det hver enkelt virksomhet og verdier i samfunnet som fastsetter risikoakseptkriteriene, mens i Storbritannia blir de fastsatt av myndighetene. (Vatn, 2008, s. 13). Det at virksomhetene setter risikoakseptkriterier selv, kan kanskje være den "rette" måte å gjøre. Som et eksempel kan man se på to virksomheter som skal utføre samme type arbeidsoppdrag, uavhengig av hverandre. Ut i fra hver enkelt virksomhets synspunkt, så kan risikoakseptkriteriene bli forskjellige. Det at de får forskjellige risikoakseptkriterier, trenger ikke være negativt. Begge virksomhetene kan ha forskjellig erfaring med denne typen arbeidsoppdrag. Risikoakseptkriteriet kan derfor være høyere i en virksomhet som har god erfaring med tanke på deres prosedyrer og hva som er god praksis, i forhold til en virksomhet med dårlig erfaring. Det økonomiske perspektivet er også en faktor man må ta hensyn til, ved for eksempel investering av nytt utstyr.

Ved å gjøre som i Storbritannia der myndighetene setter risikoakseptkriteriene, vil føre til at alle virksomhetene har de samme krav å forholde seg til. Det er i og for seg en måte å gjøre det på, slik at sikkerheten til arbeidere er lik. Dette kan likevel skape litt problemer med tanke på de som jobber offshore. De blir eksponert for mye større risiko og har en større sannsynlighet for å bli utsatt for en alvorlig hendelse, enn de som jobber på land. En kan derfor vurdere om det er bedre å ta hensyn til næringer som for eksempel offshore industrien, og la de setter egne risikoakseptkriterier, så kan myndighetene sette risikoakseptkriterier for de næringene som ikke er så risikoutsatt.

Når en risikoanalyse er utført, blir resultatene sett opp mot risikoakseptkriteriene. Er resultatene lavere enn akseptkriteriene, har man et akseptabelt risikonivå. Dersom resultatene er høyere enn hva akseptkriteriene tilsier, må man innføre et risikoreducerende tiltak for å oppnå et akseptabelt risikonivå. En kan likevel lure om det er mulig å implementere et tiltak, selv om det ligger i uakseptabelt område. Dersom man for eksempel har en aktivitet som er vurdert til å ha uakseptabelt risikonivå, og det viser seg at det risikoreducerende tiltaket ligger rett over risikoaksept grensen, så har man likevel utført en risikoreduksjon. Poenget er jo å redusere risikoen så langt som det er praktisk mulig. Tiltaket bør da implementeres, så sant det ikke er urimelig misforhold mellom nytten og kostnadene. Dette kommer man nærmere inn på i delkapittel 2.2. Det har også tidligere vært diskusjon rundt bruk av risikoakseptkriterier. Dette vil bli omtalt senere i dette kapitlet.

Myndighetene stiller også krav til risikoakseptkriterier. Kravene står i § 6 i forskrift om styring i petroleumsvirksomhetene, bedre kjent som styringsforskriften. I forskriftens § 6 står det at ”operatøren skal sette akseptkriterier for storulykkesrisiko og miljørisiko”. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 3). Storulykker er hendelser med alvorlige konsekvenser. En hendelse som kan føre til at flere på en innretning kan bli alvorlig skadet, eller i verste fall dø. Selskapets økonomiske verdier vil også bli rammet av en slik hendelse. Miljørisiko omhandler utslipp og forurensing. Det kan for eksempel være utslipp av større mengde olje. Dette kan få konsekvenser for de dyrene som lever i dette miljøet, og ikke minst dersom oljen når land.

Videre i styringsforskriften § 6, står det at aktøren skal fastsette akseptkriterier for: (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 3).

- *personellet på innretningen som helhet, og for personellgrupper som er spesielt risikoutsatt,*
- *bortfall av hovedsikkerhetsfunksjoner som nevnt i innretningsforskriften § 6 om hovedsikkerhetsfunksjoner,*
- *forurensing fra innretningen,*
- *skade på tredjepart.*

Ser man nærmere på de punktene som er satt i styringsforskriftens § 6, ser man at det første punktet omhandler personer som jobber på innretningen. Eksempel på risikoakseptkriterier for

personell, kan settes til 10^{-4} i løpet av 1 år. Det vil si en sannsynlighet på $0,001 = 0,01 \%$ for at en tilfeldig person skal omkomme på grunn av en ulykke i løpet av 1 år.

Som nevnt tidligere blir disse akseptkriteriene brukt i lag med resultatene fra de kvantitative risikoanalysene, for å evaluere om resultatene i analysen er gode nok. For å kunne oppnå de kravene som er satt for storulykker i styringsforskriften § 6, står det i veiledning til styringsforskriften at det anbefales å bruke NORSOK standarden Z-013 risiko og beredskapsanalyse. Standarden i seg selv omhandler krav for planlegging, gjennomføring og bruk av risiko- og beredskapsanalyse. (NORSOK Standard, 2001, s. 4). Går man inn i standardens kapittel fire, så omhandler den etablering og bruk av risikoakseptkriterier, der den blant annet tar for seg kvaliteten ved risikoakseptkriterier. Dette med kvaliteten til risikoakseptkriterier er veldig viktig, da det er den som avgjør om resultatet fra analysen er gode nok eller om man må iversette risikoreducerende tiltak. For at man skal kunne bruke risikoakseptkriterier som en støtte til de beslutningene man tar, bør kriteriene være kommuniserbare, godt formulert og ingen favorisering av løsningskonsept. (NORSOK Standard, 2001, s. 10).

Ved fastsettelse av risikoakseptkriterier for miljørisiko, så står det i veiledning til styringsforskriften at de knyttes opp til innretningens aktivitet og den påvirkning den har på miljøressursene og økosystemet. Det nevnes også at ved flere innretninger i samme område, bør de aktuelle operatørene utforme risikoakseptkriteriene sammen. Ved utforming bør de ta hensyn til stortingsmeldinger og konsekvensutredninger for det aktuelle området. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2002, s. 3 § 6). Når det kommer til utslipp og forurensing, så bør det her være strenge krav. Slik som det er i dag, virker det som at innretningens lokalitet er avgjørende på hvor stort utslippet kan være. Et utslipp er et utslipp samme hvor det er, og kan føre til alvorlige konsekvenser på miljøet. Kanskje Norge skal følge Storbritannia på dette området, slik at det er myndigheten avgjør hva som beregnes som akseptabelt nivå.

Når det kommer til dette med at virksomhetene selv setter risikoakseptkriterier, er det tidligere blitt diskutert om dette kan gir feil fokus. Ved at virksomhetene setter sine egne risikoakseptkriterier kan det føre til at de enklere klare å oppnå akseptabelt risiko, og at det tar bort fokuset fra sikkerheten til arbeiderne.

Professorene Jan Erik Vinnem og Terje Aven er to som stiller seg kritisk til dagens håndtering av risikoakseptkriterier. De mener at bruken av disse gir feil fokus ved at bedriftene kun fokuserer på å nå de kriteriene som de har satt, isteden for å konsentrere seg om hva som er viktig i forhold til risikoen, og hva som skal til for å bedre sikkerheten. (Aven, 2007). De ønsker også en vurderingsprosess der det kan avgjøres hva som er akseptabel risiko, og hva som er sikkerhetsmessig forsvarlig. (Aven, 2007, s. 117). En slik vurderingsprosess kan brukes dersom man er i en beslutningssituasjon der beslutningstaker skal velge mellom flere beslutningsalternativ relatert til om man skal gjennomføre en aktivitet eller ikke. Det kan for eksempel være i form av konsept, design konfigurasjon eller risikoreducerende tiltak. Dette er situasjoner der det er store konsekvenser, og stor usikkerhet til hva konsekvensene vil føre til. I slike situasjoner blir risikoanalyse sett på som verdifull støtte i beslutningen. Dersom det blir

valgt er alternativ med høyt risikonivå til personell eller miljø, må beslutningstaker dokumentere solide argumenter. Dette er på grunn av en eventuell gransking av en hendelse som har inntruffet, og ikke for å forbedre eller eliminere alternativ. (Aven & Vinnem, 2005).

Når en risikoanalyse er utført, så er det viktig at risikoanalysegruppen er flink til å kommunisere informasjonen fra analysen til beslutningstakerne. Dette fordi beslutningstakerne skal forstå analysen og hva den uttrykker. Det er også viktig at analysen blir kommunisert på det høyeste nivået i ledelsen. (Aven & Vinnem, 2005).

Aven og Vinnem mener også at det er bedre å bruke kost – effektivitet som en rådende tankegang, uten bruk av forhåndsdefinerte risikoakseptkriterier. I (Aven & Vinnem, 2005) er linken mellom de politiske beslutningene om godkjenning og operatørens behov for å avgrense risikoakseptkriteriene, et viktig element i diskusjonene. Et eksempel kan være når risikonivået ved en aktivitet er vurdert til å være høyt, så blir den satt på den politiske agendaen. Aktiviteten blir besluttet godkjent, dersom det er korrekt balanse mellom de forskjellige fordelene og ulempene. Dette blir utført uten bruk av risikoakseptkriterier.

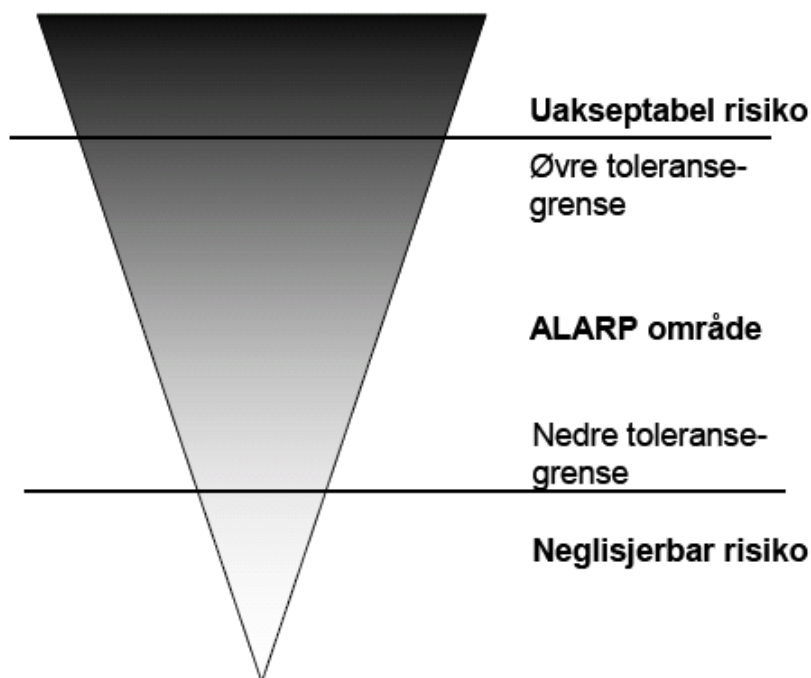
For å forstå bedre hva de mener med at de er kritiske til bruk av risikoakseptkriterier, så har de sett på et eksempel ved transport av personell til og fra offshore installasjon med helikopter. En evaluering av en slik aktivitet, vil konkludere med at dette er en høyrisiko aktivitet. Nyttens er allikevel stor og aktiviteten er derfor godkjent. Denne konklusjonen er tatt på grunnlag av resultatene fra politiske og ledelses prosesser, og er ikke tatt på grunnlag av forhåndsdefinerte risikoakseptkriterier. Dette utføres ved å finne balansen mellom de forskjellige fordelene og ulempene, noe som betyr balanse mellom nytten og risikoen. Har man et høyt risikonivå, så er også nytten ofte høy. Aktiviteten blir da satt på den politiske agendaen. Risikoakseptkriterier er med andre ord ikke passende i situasjoner som dette. Hva er for eksempel gevinsten ved å sette en sannsynlighet på 0,01 for at man får en dødsulykke i løpet av 1 år? Det vil bare føre til at man har mindre fleksibilitet for å fremstille en balanse mellom fordelene/nyttens og ulempene. Det kan også føre til at aktiviteten ikke kan gjennomføres. Det er derfor ikke egnet å bruke slike tall, da risikoaksept er en funksjon av alle ulempene og fordelene/nyttens ved en aktivitet. Dessverre så er dagens bruk slik, at man ser på resultatene fra risikoanalysen opp mot de risikoakseptkriterier som er satt. Risikoanalyser skulle heller bli brukt til identifisering av kritiske områder, forbedringspotensial og til å fastsette effekten av mulige tiltak for å forbedre sikkerheten. (Aven & Vinnem, 2005).

2.2 ALARP

I petroleumsindustrien og annen industri blir det satt forskjellige krav til risiko og risikoeksponering. En av disse kravene er risikoreduksjon, bedre kjent som en ALARP – prosess.

I Norge ble krav til risikoreduksjon (ALARP – prosess) innført 1.1.2001. (Vinnem, Haugen, Vollen, & Grefstad, 2006, s. 3). Den heter forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten, også kalt rammeforskriften. Kravet om risikoreduksjon står rammeforskriften § 9.

ALARP Står for As Low As Reasonably Practicable, og kommer fra britisk arbeidsmiljølov som ble etablert på 1970 tallet. (Vinnem, Haugen, Vollen, & Grefstad, 2006, s. 3). På norsk blir ALARP oversatt til så lavt som praktisk mulig, og går ut på å redusere risikoen så langt som det er praktisk mulig. ALARP blir ofte illustrert som i figur 1. (Vinnem, Haugen, Vollen, & Grefstad, 2006, s. 8).



Figur 1: ALARP prinsippet med basis i britisk regelverk

Ut i fra figuren ser man at den er delt inn i områdene uakseptabel risiko, ALARP område og akseptabel risiko. Havner resultatene fra en risikoanalyse i det uakseptable området, så må man komme med risikoreduserende tiltak. Implementering av tiltakene blir gjennomført, så lenge det ikke er urimelig misforhold mellom fordelene og ulempene ved tiltakene. Risikonivåer som ligger i ALARP området anses som akseptabel risiko, men de skal likevel reduseres så langt som det er praktisk mulig. Det nederste området på figuren er akseptabelt område, og her behøver man ikke risikoreduserende tiltak. Senere i rapporten vil man se at figuren med basis i

det norske regelverket, ikke benytter dette område. Dette vil bli omtalt i kapitel 2.2.1.1 ALARP prinsippet i Norge.

For å kunne redusere risikoen så lavt som praktisk mulig, må nytteeffekten stå i forhold til kostnaden til de tiltakene man ønsker å implementere. Som et hjelpemiddel i denne prosessen kan man benytte en kost – nytteanalyse. Denne analyse vil bli omtalt i delkapittel 2.3.1.

Regelverket for risikoreduksjon i Norge står i rammeforskriften § 9. I et utdrag fra forskriftens to første avsnitt står det. ”*Skade eller fare for skade på mennesker, miljø eller materielle verdier skal forhindres eller begrenses i tråd med helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen, herunder interne krav og akseptkriterier. Utover dette nivået skal risikoen reduseres ytterligere så langt det er mulig. Vurderinger ut fra denne bestemmelsen skal gjøres i alle faser av petroleumsvirksomheten. Ved reduksjon av risiko skal den ansvarlige velge de tekniske, operasjonelle eller organisatoriske løsningene som etter en enkeltvis og samlet vurdering av skadepotensialet og nåværende og fremtidig bruk gir de beste resultater, så sant kostnadene ikke står i et vesentlig missforhold til den risikoreduksjonen som oppnås*”. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 7).

I forskriften og veiledningen står det ingenting om hvordan man skal tolke prinsippet. Det er allikevel lagt vekt på uttrykkene ”*så langt det er mulig*” og ”*vesentlig missforhold*”, noe som også er essensen i prinsippet.

ALARP står som nevnt tidligere for As Low As Reasonably Practicable, og det er de to siste ordene man kan sammenligne ”*så langt det er mulig*” med. Det vil si at risikoen skal reduseres så langt det er praktisk gjennomførbart, så lenge kostnader, tid og tilgjengelig teknologi ikke er en begrensing.

Når det gjelder uttrykket ”*vesentlig missforhold*”, så kan det ses i sammenheng med det engelske orde ”*gross disproportion*” i det britiske regelverket. Det vil si at nytten og ulempene (kostnader, tid m.m.) ved et tiltak står i forhold til hverandre. Ulempene må være mye større enn nytten, dersom tiltaket ikke skal implementeres. I følge Terje Aven blir dette sett på som *omvent bevisbyrde* i ALARP- prinsippet. (Aven, 2007, s. 118).

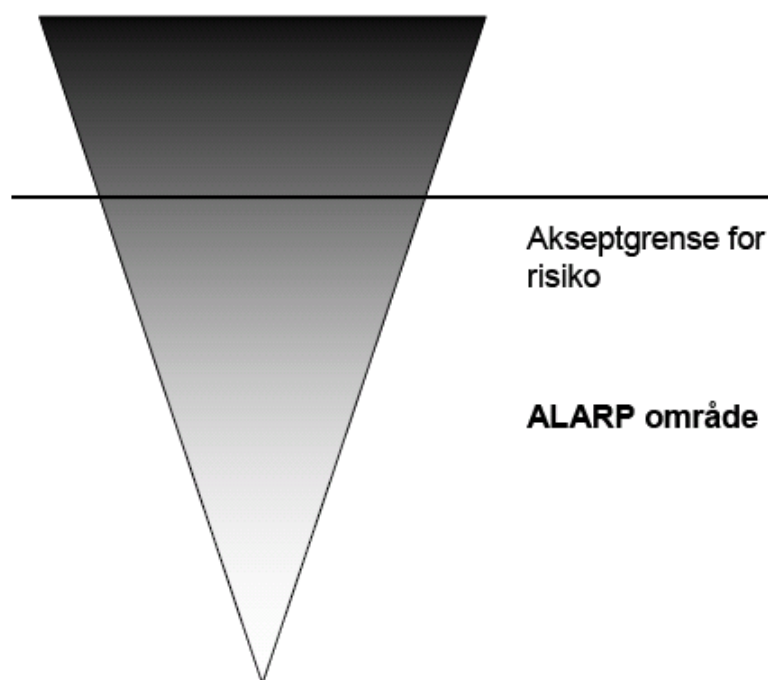
2.2.1 Krav til ALARP

I denne delen vil en se nærmere på hvordan ALARP prinsippet blir benyttet i Norge. En presentasjon av tolking av prinsippet i Storbritannia og en sammenligning av disse, vil også bli gjennomgått i denne delen.

2.2.1.1 ALARP prinsippet i Norge

Regelverket ble innført i januar 2002, og er relativt nytt. Etter innføringen har det vært et økt fokus på dette område. I 2005 gjennomførte Preventor et prosjekt i samarbeid med Petroleurstilsynet (Ptil.). Formålet var å få en oversikt over hvordan petroleumsnæringen tolket og praktiserte regelverket. Oversikten fikk de ved å ta en gjennomgang av selskapenes dokumentasjon og praksis. Resultatene fra dette prosjektet vil bli sett nærmere på i delkapittel 2.4 ALARP på norsk sokkel.

For enkelt kunne beskrive ALARP- prinsippet på bakgrunn av det norske regelverket, så brukes ofte illustrasjonen i figur 2. (Vinnem, Haugen, Vollen, & Grefstad, 2006, s. 11).



Figur 2: ALARP prinsippet med norsk regelverk som basis

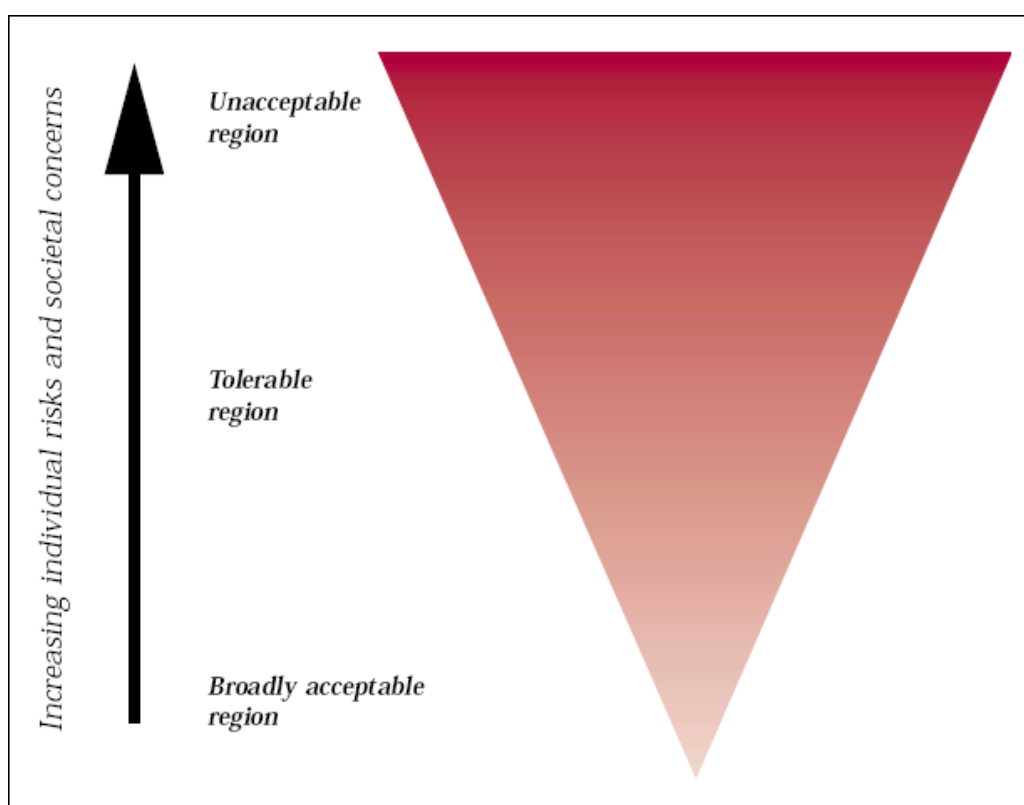
Ut i fra figur 2 kan man se at den norske varianten har to områder. Et over og et under risikoakseptgrensen. Området over risikoakseptgrensen er område for uakseptabel risiko. Dersom resultatene fra en risikoanalyse havner i dette område, skal det identifiseres og iverksettes risikoreducerende tiltak. Området under risikoakseptgrensen er ALARP område. I dette området er risikonivået akseptabelt, men tiltaket skal i følge ALARP- prinsippet reduseres

så lavt som praktisk mulig. Tiltaket skal også implementeres, så sant det ikke er urimelig misforhold mellom fordelene og ulempene ved tiltaket.

Tidligere i oppgaven er det blitt nevnt at det er en viss skepsis rundt dette med risikoakseptkriterier. En kan derfor spørre seg om man egentlig kan klare oss uten risikoakseptkriterier. Selv om et risikonivå blir vurdert til å ligge uakseptabelt område, så er ikke det nok til å ta en beslutning om implementering eller ikke. En må også ta hensyn til hva som faktisk er mulig å gjennomføre, hvordan man opplever risikoen og ikke minst kostnadene ved tiltaket. (Aven, 2007, s. 116).

2.2.1.2 ALARP prinsippet i UK

I Storbritannia har myndighetene i mange år stilt krav til at operatørene skal dokumentere ALARP prosessene sine. Figur 3 viser ALARP prinsippet i det britiske regelverket. (UK HSE, 2001, s. 42). Det er viktig å vite at risikoakseptkriterier i Storbritannia blir satt av myndighetene, og ikke av selskapene.



Figur 3: HSE framework for the tolerability of risk

I området øverst i figur 3 har man det uakseptable området (unacceptable region). Risikonivå i dette området blir ikke tolerert, samme hva nytten er. Aktiviteter med risikonivå som haver i uakseptabelt område blir forkastet, så sant risikonivået ikke blir redusert slik at det havner i området under. (UK HSE, 2001, s. 42).

Det området som ligger under det uakseptable området, er tolerabelt område (tolerable region), bedre kjent som ALARP område. I dette området havner ofte risikonivåer som mennesker er kjent med. Selv om risikonivået ligger i et tolerabelt område, så skal risikoen likevel reduseres så langt det er praktisk mulig. Implementering av aktiviteten skal utføres, så sant det ikke er urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten.

Området helt i bunn av figur 3 er område for er neglisjerbar risiko (broadly acceptable region). Risikonivå i dette området blir sett på som usannsynlige med ubetydelige konsekvenser. Hendelser med et slikt risikonivå, blir sett på som akseptabelt. Aktiviteter med et slikt risikonivå er noe man alltid vil leve med, og som man aldri vil klare å unngå. (UK HSE, 2001, s. 43).

2.2.1.3 Likheter og forskjeller i regelverkene

I begge land er det myndighetene som stiller krav til at operatørene skal implementere ALARP prosesser, for å kunne redusere risikoen så lavt som praktisk mulig. Risikoreducerende tiltak blir implementert så sant det ikke er urimelig misforhold mellom kostnad og nytte, noe som blir diskuterte senere i denne delen.

I forbindelse med bruk av ALARP prinsippet, så blir det satt risikoakseptkriterier. Disse kriteriene blir brukt som et "mål", for å oppnå et akseptabelt risikonivå. I Norge er det operatøren selv som setter disse grensene, mens i Storbritannia blir de satt av myndighetene. I Norge har bruk av risikoakseptkriteriene ført til diskusjoner, der blant annet professorene Terje Aven og Jan Erik Vinnem mener at bruken av risikoakseptkriteriene tar bort fokuset fra selve risikoreduksjonen.

Ser man på figur 1 og figur 2, så kan man en liten forskjell i tolking av prinsippet. På figur 2 kan man se at det norske regelverket opererer med bare en grense, nemlig akseptgrense for risiko. Under grensen har man ALARP område. I dette området så skal risikoen reduseres så langt som praktisk mulig, selv om risikonivået i dette området blir sett på som akseptabelt. På figur 1 ser man at de i Storbritannia opererer med to grenser. Øvre toleransegrense kan sammenlignes med akseptgrense for risiko i figur 2. Ved risikonivåer som ligger under denne grensen, skal en vurdere om risikoen er ALARP. Den andre grensen er nedre toleransegrense. Risikonivå som ligger under denne grensen, blir sett på som neglisjerbar risiko. Det vil si at man ser bort fra risikoen i dette området. Ut i fra figur 2 ser man at i Norge ikke opererer med en nedre grense. Dette kan man se i sammenheng med kontinuerlig forbedring. Dette med at man hele tiden kan forbedre oss, og er fokuserte på det arbeidet man utfører. At en for eksempel under en arbeidsoperasjon ser andre metoder å utføre arbeidet på, og på den måten kan redusere risikoen ved arbeidet.

I Storbritannia bruker de "gross disproportion", så betyr at det ikke skal være urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten av risikoreduksjonen. I rammeforskriften § 9 står det

også at, ”Ved reduksjon av risiko skal den ansvarlige velge de tekniske, operasjonelle eller organisatoriske løsningene som etter en enkeltvis og samlet vurdering av skadepotensialet og nåværende og fremtidig bruk gir de beste resultatene, så sant kostnadene ikke står i et vesentlig misforhold til den risikoreduksjonen som oppnås”. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 7). Dette viser at det både i Norge og Storbritannia er fokus på at kostnadene og nytten av tiltaket skal stå i forhold til hverandre.

Ut i fra sammenligningen av hvordan de to landene tolker regelverket, så kan man se at det er store likheter. En grunn til det kan være at det britiske regelverket har hatt innflytelse på det norske regelverket

2.3 Analyse metoder

I dette delkapittelet skal man se nærmere på kost – nytteanalyse og kost – effektivitetsanalyse. En gjennomgang av analysene og hvordan de virker inn i en ALARP prosess. Disse analysene er sentrale hjelpemiddel i forbindelse ALARP prinsippet, og er en av flere faktorer som er med når en skal beslutte om et tiltak skal implementeres eller ikke.

2.3.1 Kost – nytteanalyse og kost – effektivitetsanalyse

Kost – nytteanalyse er en metode for å kunne tallfeste de risikoreduserende tiltakene i kroner og ører. På denne måte får man kartlagt og synliggjort alle konsekvenser ved tiltaket. En kan derfor se på analysen som en måte å systematisere informasjon på. (Norges offentlige utredninger (NOU), 1997, s. 11). Selve analysen blir gjennomført før en beslutter om et tiltak skal implementeres eller ikke, og blir på denne måte brukt som en del av beslutningsgrunnlaget. Analysen kan også brukes som en funksjon under prosjektets gang og til evaluering av fullførte prosjekt. (Norges offentlige utredninger (NOU), 1998, s. 8). Dette vil ikke bli omtalt i denne rapporten.

En kost – nytteanalyse kan også benyttes i forbindelse med investeringer. Skal for eksempel et selskap investerer i nytt arbeidsutstyr, så er det logisk at de gjennomfører en kost – nytteanalyse. Da får de en sammenligning mellom forventede utgifter ved investeringen og forventede inntekter, og selskapet kan danne seg et bilde om dette kan være en lønnsom investering. (Norges offentlige utredninger (NOU), 1997, s. 23).

I prosjekter over lengre tid er det sjeldent at kostnadselementene og nytteelementene oppstår samtidig. For å få en oversikt over nytteeffekter og kostnader i løpet av et år, blir kostnad – og nytteelementene i løpet av et år gjort om til nåverdi. ”Nåverdien (NV) er verdien i dag av samlede nytteeffekter og kostnader som påløper i ulike perioder”. (Norges offentlige utredninger (NOU), 1998, s. 13). Denne verdien finner man ved å beregne følgende formel.

$$NV = \sum_{t=0}^n \frac{U_t}{(1+k)^t},$$

der U_t er kontantstrømmen over en tidsperiode t , k er diskonteringsrenten (forutsettes å være konstant) og n er antall år. Diskonteringsrenten i en slik analyse er ikke konstant, og det vil derfor ligge en del usikkerheter rundt utfallet ved en beslutning og eventuelle konsekvensene ved beslutningen. Med diskonteringsrenten kan en finne ut hva kostnadene er ved å binde kapital i et prosjekt. Dersom man for eksempel setter diskonteringsrenten til 10 % og investerer 5 millioner kroner i et prosjekt i dag, så må man til neste år investere 5.5 millioner kroner for samme prosjekt. Det vil med andre ord si at man verdsetter en kroner i dag, mer enn en krone til neste år. I beslutningstidspunktet er også nåverdien ukjent, og det anbefales derfor å bruke forventningsverdien, $E[NV]$, og la diskonteringsrenten variere i takt med bankrenten.

Når en planlegger et investeringsprosjekt, så er den ”ekte” netto nåverdi (NNV) ukjent. Det er med andre ord vanskelig å si hvor store kostnadene vil bli. I slike tilfeller benytter man derfor forventet netto nåverdi $E[NNV]$. Diskusjon rundt dette, og om bruk av forventningsverdi i sikkerhetsstyring, blir diskutert i (Abrahamsen, Aven, Vinnem, & Wiencke, 2004). Metoden er ikke godt egnet når det er snakk om ikke økonomiske konsekvenser, siden den ikke reflekterer til villigheten til å betale. Med ikke økonomiske konsekvenser mener man for eksempel forventet tap av liv og skader på miljøet. Dette kan man løst ved å utføre en kost – effektivitetsanalyse. (Abrahamsen, Aven, Vinnem, & Wiencke, 2004). I analysen ser man på de samme tiltakene som i en kost – nytteanalyse, bare vi i en kost – effektivitetsanalysen beregner effektivitetsindeks ved tiltaket. Det kan for eksempel være i form av forventet kostnad pr forventet antall sparte liv.

Når en gjennomfører en kost – nytteanalyse, så er det også vanlig å gjennomføre en sensitivitetsanalyse. I analysen tar man å variere på inngangsparametre, for så å se på hvilken effekt endringen gir på resultatene. I den forbindelse kan man vurdere om det er praktisk mulig å implementere tiltaket, da en ser på enkelt komponenter og dens påvirkning.

2.4 ALARP på norsk sokkel

I Norge har det i mange år vært fokusert på helse, miljø og sikkerhet (HMS), spesielt etter Alexander L. Kielland ulykken mars 1980. (Store norske leksikon, 2009).

Før kravet i rammeforskriften § 9 om risikoreduksjon ble innført, så har det vært et stor fokus på risikoakseptkriterier. Som nevnt tidligere gikk det ut på at risikonivået var akseptabelt, dersom det havnet under de kriteriene som var satt for akseptabel risiko. Kravet sa ingenting om at risikoen skulle reduseres så lavt som praktisk mulig.

I forbindelse med kravet om risikoreduksjon i rammeforskriften § 9, ønsket Ptil å få en oversikt over hvordan selskapene tolket og håndterte det nye kravet. Dette prosjektet ble gjennomført i 2005 i samarbeid med Preventor.

Resultatene fra prosjektet viste at det var stor forskjell på hvordan selskapene tolket kravet. Enkelte av de som var med på prosjektet, viste at det var lite fokus på risiko reduksjon etter at risikonivået var innenfor risikoakseptkriteriene. Det var også stor forskjell på hvordan ALARP var omtalt i selskapenes syrende dokument. Noen hadde bare satt det opp som et lite punkt, mens andre hadde store dokumenter.

Beslutningsprosessen variert også hos de forskjellige selskapene. Noen av dem dannet beslutningene sine på kvantitative risikoanalyse og kost – nytteanalyser. Felles for de som utførte det slik, var at de bare gjennomførte en begrenset beslutningsprosess. (Vinnem, Haugen, Vollen, & Grefstad, 2006, s. 16). Når det kommer til bruken av disse analysene, bør de bare brukes som støtte til beslutningene, da det er flere faktorer som virker inn i denne prosessen. De andre selskapene hadde brede risikovurderingsprosesser, der blant annet kvantitative og kvalitative risikoanalyser og HMS vurderinger var faktorer som var med på å danne beslutninger. Noen av dem hadde også med de ansatte i denne prosessen.

En viktig del av ALARP prisnippet er dokumentasjon, noe de fleste selskapene hadde problemer med å utføre. Problemet var å dokumentere hvorfor de ikke implementerte tiltak som de hadde kommet frem til. Det er dette som blir omtalt som omvent bevisbyrde i ALARP prinsippet. Et tiltak skal implementeres så sant det ikke er urimelig missforhold mellom nytten og kostnadene. Det var likevel et av selskapene som kunne vise at de hadde tilfredsstillende dokumentasjon av sine ALARP prosesser. De hadde utviklet sitt eget ALARP register, der de dokumenterte både tiltak som var blitt implementert og som ikke var blitt implementert. Det er i dag ingen standard eller veiledning for hvordan man skal utføre en ALARP prosess. Dette er noe som også kommer frem fra prosjektet. Ptil har heller ikke kommet ut med noe mer angående ALARP prosesser, utover ”*ALARP- prosesser, utredning for Petroleumstilsynet*” første fase i 2005.

I en samtale med Ole Rekdal i ENI Norge, kunne han fortelle at det har vært en revisjon av NORSOK Z-013, risiko- og beredskapsanalyser, noe man også kan lese på petroleumstilsynet sine hjemmesider. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2007). Et av temaene i denne revisjonen var risikoakseptkriterier og ALARP. (ESRA-Norge, 2007). Den reviderte utgaven kommer meste sannsynlig ut i år (2009).

2.5 Aibel's syn på ALARP

I denne delen skal man se nærmere på hvordan Aibel tolker kravet om risikoreduksjon og hvordan de praktiserer det.

Risikoreduksjon er et krav som er satt av myndighetene, men det er ikke lagt opp til noen spesiell metoder for utførelse. Det er derfor opp til hvert enkelt selskap å utvikle sin metode for risikoreduksjon. I den sammenheng har Aibel utviklet et dokument, som beskriver hvordan de tolker kravet i rammeforskriften § 9. Dokumentet tilhører disiplin handbok for teknisk

sikkerhet. ALARP prinsippet går også igjen i prosedyrer, som for eksempel i prosedyre for teknisk HMS i prosjekter.

I følge Aibel sin prosedyre M&M-04-01-07 teknisk HMS i prosjekter, står følgende filosofi angående implementering av ALARP. (Aibel, 2008, s. 8):

- *”ALARP skal benyttes som en integrert part gjennom alle fasene i prosjektet”*
- *”Alt teknisk personell er ansvarlig for å identifisere ALARP tiltak”*
- *”ALARP prosessen skal være sporbar og den skal dokumenteres i ALARP register”*
- *”Hver modifikasjon skal evalueres med tanke på identifisering av risikoreduserende tiltak og ALARP tiltak”*
- *”Separate risiko/kost - nytte vurderinger skal utføres ved behov og etter avtale med kunde”*
- *”HAZOP, HAZID, risiko gjennomgang og konstruksjonsgjennomgang er forum hvor ALARP tiltak bør identifiseres og dokumenteres”*

Ved Aibel er det prosjektleder sitt ansvar å implementere en kontinuerlig ALARP prosess gjennom alle prosjektets faser, mens det er arbeidernes ansvar å komme med risikoreduserende tiltak fra de områdene de har ansvar for. Når det gjelder å evaluere og definere om de risikoreduserende tiltakene kan defineres som ALARP, så ligger ansvaret hos disiplin for teknisk sikkerhet.

Alle risikoreduserende tiltak som blir implementert blir også dokumentert, men det er også viktig å dokumentere de risikoreduserende tiltakene som ikke blir implementert. Alle de risikoreduserende tiltakene som blir foreslått, skal beskrives og evalueres hver for seg. Dette gjør det lettere for selskapet å bestemme om tiltaket skal implementeres eller ikke. Det å identifisere risikoreduserende tiltak skal være den del av all verifikasjonsaktivitet, og skal dokumenteres i en verifikasjonsrapport.

Det er opp til bedriften å avgjøre hvorvidt en kost – nytteanalyse skal gjennomføres. Ved store hendelser eller der forholdet mellom kostnad av nytten og kostnad av offer er lav, kan strenge kost – nytteanalyser og sensitivitet analyser bli påkrevd. Kost – nytteanalysen skal utføres for å estimere kostnader for å forebygge/hindre hendelser (CPF – cost to prevent a fatality). Faktorer som arbeidsmiljø, ytre miljø, økte operasjons kostnader, skal også beskrives i kost – nytteanalysen. Dette for å gi en total oversikt over positive og negative konsekvenser ved det foreslåtte risikoreduserende tiltaket. Dersom kunden forlanger ytterligere presentasjon av ALARP tiltakene, i form av blant annet risikoanalyser og kost – nytteanalyser, så ligger dette ansvaret hos avdeling for teknisk sikkerhet.

Ved utførelse av for eksempel HAZOP; HAZID eller en design gjennomgang er det verifikasjonsleder sitt ansvar for at ALARP er tema på disse møte. (Lund, 2008, s. 3).

3 Implementering av ALARP ved bruk av kost – effektivitet/kost – nytte analyse

Ved implementering av ALARP er det per i dag ingen fast metode på hvordan dette skal utføres. Det er derfor opp til hvert enkelt selskap å utvikle en metode som passer for deres virksomhet. For å få en oversikt over implementering av ALARP, skal man se nærmere på hvordan det praktiseres i Storbritannia. Myndighetsorganet der heter HSE (Health and Safety Executive), og kan sammenlignes med Petroleumstilsynet i Norge. Det blir også sett nærmere på om det er nok å implementere ALARP ved bruk av kost – effektivitet/kost – nytte analyse.

3.1 Kost – effektivitet/kost – nytte

HSE bruker kost – effektivitetsanalyse som et hjelpemiddel til å danne seg en beslutning om et tiltak er ALARP. Ved analysen ser de på forventa kostnader ved implementering av et tiltak, opp mot forventer reduksjon av dødelighet. (UK HSE, 2006). For å se på disse forholdene, kan man bruke følgende formel:

$$\frac{E(C)}{E(X)}$$

Der $E(C)$ er forventet kostnader av tiltak og $E(X)$ er forventet nytte av tiltaket. Ved verdisseting av et liv, anbefaler HSE en verd på £ 1 000 000 (9,8 millioner kroner). For at kostnadene skal stå i forhold til nytten av tiltaket, så bruker de et multiplum av denne verdien som de bruker ved utførelse av kost – nytteanalysen. I offshore industrien bruker de en faktor på 6. Det vi si at kostnaden per statistisk liv må overstige £ 6 000 000 (59 millioner kroner) for at et tiltak ikke skal være gjennomførbart. Faktoren på 6 ligger i den konservative enden av spekteret, og tar derfor hensyn til flere hendelser og usikkerhet. (UK HSE, 2006).

Videre skal man ser på implementering av ALARP på bakgrunn av kost – effektivitet/kost – nytte analyse. Metodene er ganske like da begge fokus på kostnadene, men resultatene fra analysene er forskjellige. Kost – nytteanalysen benytter forventet netto nåverdi $E[NNV]$ for å finne forventet samlet gevinst, mens man med en kost – effektivitetsanalyse beregner effektivitetsstørrelser $E(C)$ som for eksempel forventet kostnad per forventet antall spart liv. Denne delen er inspirert av (Aven & Abrahamsen, 2007).

Kost nytte

Som grunnlegende prinsipper i sikkerhetsstyring blir det benyttet forsiktighetsprinsippet og kost nytte – analyse/kost – effektivitet. Kost – nytteanalyser er et hjelpeverktøy som er en av flere metoder som blir tatt hensyn til når det skal tas en beslutning. Det kan være i forbindelse med for eksempel investering i sikkerhetsutstyr eller implementering av risikoreducerende tiltak. En kan også benytte analysen i forbindelse med en prosjektevaluering. Ved en kost – nytteanalysen tar man utgangspunkt i alle relevante egenskaper i for eksempel et prosjekt, og gjør dem om til økonomiske verdier som for eksempel kroner. Grunnen til dette er for å finne ut

hva det maksimale beløpet selskapet er villige til å betale, for å oppnå en forbedring. Villigheten til å betale henger sammen med markedsprisene, og derfor er det enkelt å gjøre om egenskapene til økonomiske verdier. Resultatene fra analysen blir presentert i form av forventet netto nåverdi $E[NNV]$. Denne verdien kan en finne ved å bruke formel som er beskrevet i delkapittel 2.3.1. For å beregne denne må kontantstrømmen være spesifisert. Pengenes verdi i fremtiden finner man, ved å diskontere fremtidens kontantstrøm ved å anslå fortjenesten.

I enkelte prosjekter kan en bruke diskonteringsrenten når en skal utføre netto nåverdi (NNV) kalkuleringer. Dette skjer i de prosjektene der kontantstrømmen er i kjent framdrift, og avkastningen blir sett i forhold til andre risikofrie investeringer. En risikofri investering kan for eksempel være bankinnskudd. I slike tilfeller er det vanlig at det er usikkerheter rundt kontantstrømmen. Det fører til at en erstatter kontantstrømmen med forventningsverdier $E[X_t]$.

Noen andre ting som er viktige å bemerke seg, er at kost – nytteanalysen baseres seg på en risikonøytral oppførsel. På grunnlag av dette er det utviklet flere metode for å vise risikoaversjon i analysen. Det at noe er risikoavers vil si å minimere risikoen. En må også skille analysen fra kost – effektivitetsanalyse, da man i denne analysen kalkulerer effektivitetsstørrelser i form av forventet kostnader per forventet spart liv. Når det kommer til usikkerheten i kost – nytteanalysen, blir også den sett på som risikonøytral. Dette fordi analysen ikke legger nok vekt på usikkerheten og baseres på holdningen til risiko. Dette er med på å skape konflikter når en skal bruke forsiktighetsprinsippet og ALARP prinsippet.

Forsiktighetsprinsippet

Forsiktighetsprinsippet er et grunnleggende prinsipp i forbindelse med sikkerhetsstyring. Situasjoner der det er usikkerhet rundt hva konsekvensene vil føre til, blir forsiktighetsprinsippet benyttet som et rådende prinsipp. Det blir også lagt stor fokus på dette i ALARP prinsippet. I følge industrien blir det kanskje lagt for mye vekt på prinsippet, men det er på grunn av at selskapene kan kunne kontrollere risikoen for menneskene og miljøet. I industrien blir dette prinsippet innført i form av krav og sikkerhetsforskrifter. Et eksempel på dette kan være krav i form av forskrifter fra Petroleumstilsynet, som sier at boligkvarter på en offshore installasjon skal være brannbeskyttet. Det vil si at veggene som ligger inntil prosess og drilling området, skal isoleres med brannhemmende vegger. Denne forskriften er blitt innført etter mange år med etablert praksis med prosessanlegg i drift, og er standard for å oppnå et minimum sikkerhetsnivå. Dette er med på at arbeiderne vil føle seg trygge og beskyttet, dersom en brann skulle oppstå. Sannsynligheten for brann er liten, men den vil alltid være der.

ALARP prinsippet går ut på å redusere risikoen så langt som praktisk mulig, så sant det ikke er urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten. Ved bruk av prosedyrer kan en bevise at en aktivitet eller et tiltak er ALARP. Prosedyrene blir basert på ingeniør avgjørelser og koder. For å finne ut når det er urimelig misforhold, brukes det forventningsverdier i kost – nytte(kost – effektivitet) analyser.

Beslutning

Det å kunne ta gode beslutninger er ikke alltid like enkelt, spesielt er det et problem der beslutningene inneholder mulige konsekvenser med tilhørende usikkerhet. I slike tilfeller kan man bruke en optimalisering av forventet nytteteori, som gir grunnlag for en optimal beslutning. Slike beslutninger og bruk av forventet nytteteori er veldig kjent blant økonomer og beslutningsanalytikere. Matematisk kan en beskrive teorien som $Eu(X)$, der u er nyttefunksjonen og X er utfallet av forskjellige egenskaper som for eksempel kostnader eller antall hendelser. Siden X er utfallet av mange egenskaper, så uttrykker man det ved hjelp av en vektor. I følge (Aven & Abrahamsen, 2007) er det i mange situasjoner vanskelig å benytte seg av denne teorien. Spesielt er det vanskelig i de tilfellene der man har store konsekvenser, og stor usikkerhet rundt hva konsekvensene vil føre til.

Ved bruk av prosedyrer for å spesifisere hjelpesystem for de mulige utfallene, kan en finne løsningen på problemet. Dette er noe beslutningstakerne er skeptiske til, da det vil redusere fleksibiliteten til å tilpasse nye situasjoner og omstendigheter. Dette fører til at man må forkaste bruken av forventet nytteteori. En må derfor finne eller utvikle andre metode for å kunne balansere de forskjellige bekymringene, og for hvordan man skal definere hva som er urimelig misforhold.

3.2 Diskusjon

Denne delen er inspirert av (Aven & Abrahamsen, 2007). Her blir det diskutert kost – nytteanalyse/kost – effektivitetsanalyse opp mot ALARP.

Når en bruker kost – nytteanalysen får man kalkulert $E[NNV]$, men et problem med analysen er at den i stor grad overser usikkerheten. På grunn av dette kan man stille seg spørrende til bruken av forventningsverdi er en god måte for å beslutte om noe er ALARP. Svaret på det spørsmålet er nei. En kan ikke beslutte om noe er ALARP bare på bakgrunn av forventningsverdier. En må også benytte andre metoder. Som en vil se senere i denne diskusjonen, så vil et eksempel vise at ved å utføre en endring i antagelsene i analysen, gi et helt annet resultat.

Når man for eksempel skal sette kriterier for hva som er urimelig misforhold, så er det ikke nok å bare bruke kost – nytteanalyse, en må også bruke andre metoder for å fastsette disse kriteriene. En må også være forsiktig med å bruke en metode som i stor grad er basert på et motstridende perspektiv. (Aven & Abrahamsen, 2007) er to som erkjenner at det ikke finnes verken noen enkel og mekaniske, eller prosedyre for å balansere de forskjellige bekymringene.

Når en skal ta en beslutning, blir resultatene fra kost – nytteanalysen sett på som en del av beslutningsstøtten. Disse resultatene bør også gjennomgå en omfattende sensitivitetsanalyse, selv om denne type tilnærming erkjenner behov for forenkling av analyse og teori. Noen som kan by på problemer er tolking av resultatene. Dette henger sammen med at omfanget og

troverdigheten til metoden og teorien er mindre klart. Likevel er (Aven & Abrahamsen, 2007) tilhenger av denne typen tilnærming av analyse og teori. I en beslutningsprosess bør en derfor ikke vurdere verken kost – nytteanalyse eller forventet nytteteori som en hovedreferanse. Risiko er også i utgangspunktet komplisert. Dette på grunn av de mulige konsekvensene og den assosierte usikkerheten til de forskjellige alternativene. Noen metoder eller teori som beskriver en objektiv måte for best mulig håndtering av risikoen, finnes det heller ikke.

Sikkerhetsstyringsprosessen kan være både enkelt og vanskelig. Det er i de situasjonene der en må velge mellom flere beslutningsalternativ det er vanskelig å ta en beslutning. I situasjoner med flere beslutningsalternativ, bør en gjennomføre en mer omfattende risikoanalyse. I analysen må man se på spesifikke kjennetegn av mulige konsekvenser og den assosierte usikkerheten. En må også se på hvordan disse faktorene påvirker under prosjektgjennomføringen. En annen faktor som er med på å skaffe beslutningsstøtte, er vurdering av risikoen. Dette gjør man ved å strukturere og kommunisere analysene kjennskap, til beslutningstakerne.

For å sammenligne kost – nytteanalyse og forsiktighetsprinsippet, kan man se på et eksempel. (Abrahamsen, Aven, Vinnem, & Wiencke, 2004). En stigerørsplattform har to rørledninger som kommer inn og et som går ut. Plattformen henger sammen med en gassproduserende plattform, og man kan komme seg fra den ene plattformen til den andre ved en bru. I denne forbindelse skal det besluttes om de skal installere eller ikke installere en undervannsisoleringsventil (SSIV) på eksportrørledningen. En installasjon av en SSIV er med på å redusere varigheten ved en eventuell brann ved at den kutter gasstilførselen. Dette er også med på å redusere skader på utstyr og personell.

En antar at den økonomiske evalueringen av de to beslutningsalternativene er utført på samme vilkår, og presenteres i form av $E[NNV]$. Installering av en SSIV vil bli forsvar ut i fra kalkulert $E[NNV]$, dersom verdien på et statistisk liv er på 300 millioner kroner. Ved en antennelses frekvens på 10^{-4} pr år som man har i dette tilfellet, kan man konkludere med at det er urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten. La oss se litt nærmere på resultatene. Hva vil skje om man endrer frekvensen for antennelsesfeil fra 10^{-4} pr år til 10^{-3} pr år? Da vil man faktisk få motsatt konklusjon. En vil få en lavere ulykkesfrekvens, som vil si en reduksjon i forventet kostnader relatert til skader ved produksjon og installasjon. Disse verdiene er da høyere enn forventet investering og driftskostnader, og man kan installere SSIV.

Som man ser over, så er forventet netto nåverdi avhengig av analysen antagelser av årlig antennelses frekvens. En liten endring i antagelsene og forutsetningene, kan føre store forskjeller i resultatene. Dette viser at man må se sammenheng mellom de verdiene som fremstilles i risikoanalysen og de antagelsene som er utført i risikoanalysen. En må likevel være forsiktig med å ta konklusjoner på grunnlag av kalkulasjoner.

Som man ser av antennesesfrekvensen, så er det veldig liten sannsynlighet for at en brann skal påstå. En liten endring av frekvensen fra 10^{-4} pr år til 10^{-3} pr år i analysen er nok for å svekke konklusjonen. Kost – nytteanalyse gir derfor ikke et klart svar.

Når en skal evaluere et prosjekt, er det fornuftig å bruke statistiske forventningsverdier, men man kan ikke forsvare de ved utførelse av et prosjekt. Når en skal ta en beslutning, må man derfor ta hensyn til de faktorer som er nevnt over.

Ut i fra dette kan en derfor ikke konkludere med hva som er ”rette” beslutningen i eksempelt om installering eller ikke installering av SSIV. Selv om kost – nytteanalysen skaffer oversikt over de aktuelle egenskapene ved en slik ventil, så tar den ikke hensyn til usikkerheten når en kalkulerer netto nåverdi.

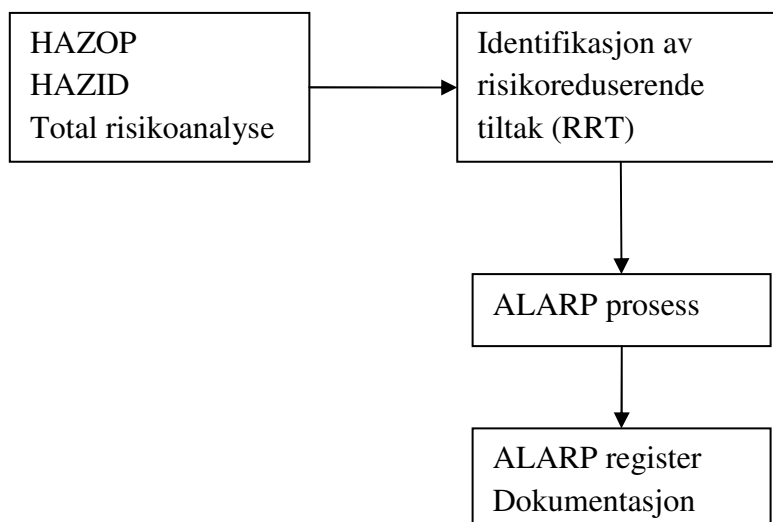
4 Hvordan implementere ALARP i V&M prosjekter?

I dette kapittelet vil det bli presentert en mal for gjennomføring av en ALARP prosess i vedlikehold og modifikasjonsprosjekter. Det blir også gjennomført eksempler der malen blir benyttet. Dette blir utført på grunnlag av det som er omtalt i kapittel 3.

4.1 Forslag til mal for gjennomføring av en ALARP prosess

4.1.1 Flytskjema

Ved gjennomføring av et tiltak må man ta hensyn flere faktorer, som blant annet økonomi, ulykkesrisiko og samfunnsansvar. Dette kan utføres ved en grovanalyse, eller andre analyser som for eksempel en risikoanalyse. (Aven, Røed, & Wiencke, 2008, s. 47). Forslag til gjennomføring av analysen vises i figur 4.



Figur 4: Flytskjema for gjennomføring av analysen

Ut ifra flytskjema ser man at en først starter med en risikoanalyse over de aktuelle aktivitetene man skal utføre. En grovanalyse kan være et eksempel på en risikoanalyse, der en kartlegger risikokilder (uønskede hendelser) i forbindelse med den aktiviteten man utfører. En vil også se på hva årsakene og konsekvensene ved de kartlagte risikokildene kan bli. Resultatene setter man inn i en risikomatrix, se vedlegg 1. Grovanalyse blir avsluttet med forslag til risikoreduserende tiltak, som fører til neste steg i flytskjema

4.1.2 Identifikasjon av risikoreduserende tiltak (RRT)

Ved identifikasjon av risikoreduserende tiltak (RRT) kan man bruke skjema som er vist under i tabell 1. Her beskriver man aktiviteten og hvilke risikoreduserende tiltak man anbefaler. I skjemaet skal man bare tar hensyn til ett tiltak av gangen.

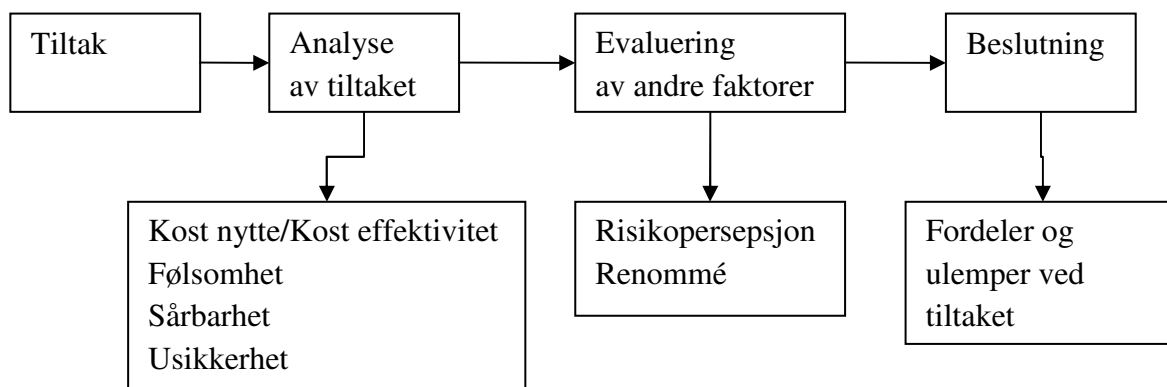
Tabell 1: Evaluering av risikoreducerende tiltak

Aktivitet:		ID:
<u>Beskrivelse av aktivitet:</u> <ul style="list-style-type: none">• Hva er utgangspunktet?• Hvilke uønskede hendelser kan oppstå?• Hva kan konsekvenser bli?		
Risikoreducerende tiltak:		
<ul style="list-style-type: none">• Beskrivelse av tiltaket• Beskrive muligheten for gjennomføring• Effekt av tiltak		
Dato:		
Signatur:		

Det første man gjør er å beskrive hvordan aktiviteten utføres, og hvilke uønskede hendelser som kan oppstå. Det neste er å se på hvilke konsekvenser som kan inntreffe, som for eksempel skade på utstyr og personell. Sannsynligheten for at en hendelse inntreffer, konsekvensene av hendelsen og den assosierte usikkerheten må tas med. Det neste er å ta for seg risikoreducerende tiltak. Dette skal beskrives, og det skal forklares hvordan tiltaket vil påvirke aktiviteten. Ved beskrivelse av tiltaket, må man også få med hvilken effekt tiltaket vil ha på aktiviteten. Dersom man for eksempel har lekkasje i et rørsystem, så kan et tiltak være å bytte rørene med en annen type. Effekten av det kan være reduksjon i antall lekkasjer. Evalueringen avsluttes med at man påfører signatur og dato, slik at man vet hvem som har utført evalueringen og når den er blitt utført. Skjema har også en ID, slik at man kan finne evalueringen igjen i ALARP registeret. ALARP registeret blir omtalt senere i kapitlet.

4.1.3 ALARP prosess

For å kunne ta en beslutning om et tiltak skal bli implementert eller ikke, så må man gjennomføre en ALARP prosess. Figur 5 viser forslag til struktur av en slik prosess. Denne strukturen er inspirert av (Aven, Røed, & Wiencke, 2008, ss. 47-48) . Når man skal gjennomføre denne prosessen, så ser man på ett risikoreduerende tiltak om gangen. De neste trinnene i prosessen er analyse av tiltaket, evaluering av tiltaket og beslutning.



Figur 5: Forslag til struktur av en ALARP prosess

I analysen av tiltaket går man mer i dybden av tiltakene. Her blir det sett nærmere på faktorer som kost – nytte og kost – effektivitet, følsomhet, sårbarhet og usikkerhet. Disse analysene er viktige hjelpemiddel, som er med på å danne grunnlaget for en beslutning.

Ved bruk av kost – nytteanalyse får man undersøke forholdet mellom kostnadene/ulempene og nytte, noe som er en del av essensen i ALARP prinsippet. I prinsippet nevnes det at tiltaket skal implementeres, så sant det ikke er urimelig missforhold mellom de to faktorene. (Aven, 2007, s. 118). I kost – nytteanalysen tar man for seg fordeler og ulemper med tiltaket og beregner forventet nåverdi av tiltaket. Dette fører til at tiltaket blir presentert i form av økonomiske verdier. Med en kost – effektivitetsanalyse beregner man effektivitetsstørrelsen av tiltaket, som for eksempel beregning av forventet kostnad per forventet antall spart liv.

Når man skal utføre en kost – nytteanalyse og en kost – effektivitetsanalyse av et tiltak, bør man ta hensynt til om man skal utføre et lite eller et stort modifikasjons prosjekt. Ved gjennomføring av en mindre modifikasjon er det kanskje åpenlyst at et tiltak vil redusere risikoen, samtidig som kostnadene er lave eller høye. Ved slike tilfeller er det ikke nødvendig å utføre noe detaljert kost – nytteanalyse og kost – effektivitetsanalyse, da det er opplagt om tiltaket kan implementeres eller ikke. Ved større modifikasjons prosjekter bør en sette av tid til gjennomføring av analysen. Dette kan være på grunn av for eksempel store kostnader, stor innvirking på personell eller at modifikasjonen kan føre til forlenget levetid på en plattform.

Når man skal vurdere om et tiltak er ALARP, så er det imidlertid ikke tilstrekkelig å bare benytte kost – nytteanalyse/kost – effektivitetsanalyse som er diskutert i kapittel 3. En må også utføre følsomhetsanalyse. Analysen tar for seg forskjellig inngangsparametre og ser hvilken effekt resultatene gir. På denne måten kan man se hvilken innflytelse inngangsparametre har på systemet, og om tiltaket lar seg implementere. Ved utførelse av slike analyser, må man også ta hensyn til usikkerheten. Den kan en vurdere ut i fra de forutsetningene man har gjort i følsomhetsanalysen. For eksempel kan feil tolking av informasjon, føre til at man oppnår et helt annet utfall i forhold til sannsynlighet og forventningsverdier, enn hva man først antok. Andre faktorer man må ta hensynt til, kan for eksempel være sårbarheten til systemet, mangel på kompetanse og uenighet. Det er derfor veldig viktig å få vurdert og beskrevet usikkerheten. For å vurdere usikkerheten, kan en bruke klassifiseringssystemet som er omtalt i (Aven, Vinnem, & Wiencke, 2007, s. 440).

Når en bruker begrepet sårbarhet, så er man opptatt av hvilke konsekvenser som kan oppstå, gitt at en uønsket hendelse har skjedd. Det vil si hvilke problemer som kan oppstå ved et system som er i drift (bremsesystemet på en bil), når en hendelse oppstår (svikt i bremsesystemet). ”*Med sårbarheten av et system mener vi kombinasjonen av mulige konsekvenser og usikkerhet, gitt at systemet utsettes for en initierende hendelse*” (Aven, Røed, & Wiencke, 2008, s. 33), da det er et aspekt av risiko.

Før en tar en beslutning på om tiltaket skal implementeres eller ikke, bør man også gjennomføre en evaluering av andre faktorer. Da ser en blant annet på hvordan man opplever risikoen. Når man da skal at en beslutning, ser man på fordeler og ulemper ved tiltakene og bruker resultatene fra de analysene som er blitt utført tidligere i prosessen, som beslutningsgrunnlag. Alle tiltakene skal tilslutt registreres i et ALARP register. Det gjelder både for tiltak som er blitt implementert og tiltak som ikke er blitt implementert.

4.1.4 Dokumentasjon og ALARP register

I ALARP registeret blir hele prosessen dokumentert, noe som er et krav i ALARP prinsippet. Kravet inneholder ”*omvent bevisbyrde*”, som vil si at et tiltak skal implementeres, så sant det ikke kan dokumenteres urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten.

ALARP registeret er hentet fra Statfjord senfase, der Aibel har noen prosjekter. Se tabell 2

Tabell 2: ALARP register

	Beskrivelse
Plattform	Hvilke plattform er ALARP prosessen utført på
Område	Hvor på plattformen er det utført
Uønskede hendelser	Velg blant de uønskede hendelsene under: <ul style="list-style-type: none">• Utblåsning (inkludert unormal brønn situasjon)• Hydrokarbonlekkasje• Lekkasje fra rørledning nærme plattform• Brann i hjelpesystem/hjelpeområde• Brann i boligkvarter• Fallende gjenstand• Tap av stabilitet• Tap av posisjon• Helikopterulykke på installasjonen• Helikopterulykke på sjøen nærme plattform• Kritisk medisin situasjon• Mann over bord• Trussel og kriminelle handlinger• Akutt utslipp av skadelige stoffer til sjø og luft• Epidemi• Ulykke med radioaktiv kilde• Annet
Relevant barriere	
RRT	Hva er det risikoreduserende tiltaket
RRT ID nr.	Nummer til skjema for identifikasjon av risikoreduserende tiltak
Kilde	Hvordan ble tiltaket identifisert
Potensiell risikoreduksjon	Hvor mye forventer man at risikoreduksjonen vil bli
Kostnader	Implementeringskostnader
Konklusjon	Ble tiltaket implementert/ikke implementert
Detaljert dokumentasjon ID nr.	Nummer til detaljert dokumentasjon av tiltak som ikke ble implementert.

På bakgrunn av det som er omtalt i kapittel 3 og delkapittel 4.1, så er det blitt utført noen små modifikasjoner på registeret. I ALARP registeret som man ser i tabell 3, så har man også tatt hensyn til sårbarheten og usikkerheten i registreringen.

Tabell 3: ALARP register inkludert sårbarhet og usikkerhet

	Beskrivelse
Plattform	Hvilke plattform er ALARP prosessen utført på
Område	Hvor på plattformen er det utført
Uønskede hendelser	Velg blant de uønskede hendelsene under: <ul style="list-style-type: none">• Utblåsning (inkludert unormal brønn situasjon)• Hydrokarbonlekkasje• Lekkasje fra rørledning nærme plattform• Brann i hjelpesystem/hjelpeområde• Brann i boligkvarter• Fallende gjenstand• Tap av stabilitet• Tap av posisjon• Helikopterulykke på installasjonen• Helikopterulykke på sjøen nærme plattform• Kritisk medisin situasjon• Mann over bord• Trussel og kriminelle handlinger• Akutt utslipp av skadelige stoffer til sjø og luft• Epidemi• Ulykke med radioaktiv kilde• Annet
Relevant barriere	
RRT	Hva er det risikoreduserende tiltaket
RRT ID nr.	Nummer til skjema for identifikasjon av risikoreduserende tiltak
Kilde	Hvordan ble tiltaket identifisert
Forventet risikoreduksjon	Hvor mye forventer en å redusere risikonivået
Sårbarhet	Hvordan virker tiltaket inn på sårbarheten
Usikkerhet	Hvordan blir usikkerheten vurdert etter implementering av tiltaket
Forventet kostnad	Implementeringskostnader av tiltaket
Konklusjon	Ble tiltaket implementert/ikke implementert
Detaljert dokumentasjon ID nr.	Nummer til detaljert dokumentasjon av tiltak som ikke ble implementert.

Sårbarhet og usikkerhet blir registrert for å se hvor sårbart systemet er etter at et tiltak er blitt implementert eller ikke implementert. Det vil med andre ord si, at man se på hvilke konsekvenser som kan oppstå, gitt at det skjer en uønsket hendelse. Usikkerheten henger sammen med konsekvensene. For eksempel, hva konsekvensene blir ved en uønsket hendelse.

Når det gjelder de tiltakene som ikke blir implementert, så er det ikke nok dokumentasjon å registrere de i ALARP registeret. En må også ha en mer utfyllende dokumentasjon. I de tilfellene kan man benytte skjemaet som er vist i tabell 4.

Tabell 4: Risikoreducerende tiltak som ikke er implementert

	Beskrivelse	Risiko	Kost/nytte/ kost/effektivitet	Følsomhet	Sårbarhet	Usikkerhet
Basis utgangspunkt						
Alternativ 1						
Alternativ 2						
Osv						
Signatur:						
Dato:						
Dokument for mer detaljert begrunnelse.	ID:					

På skjema beskriver man hva utgangspunktet er og hvilke alternativ (tiltak) man har kommet opp med for å redusere risikoen. Videre noterer man ned risikoen, kost – nytte og kost – effektivitet, følsomhet, sårbarhet og usikkerhet for basis utgangspunktet og de alternativene som man har. Signatur og dato blir på ført, slik at man vet hvem og når analysen er blitt utført. Til slutt påfører man en id som blir linket opp mot et dokument for en mer detaljert begrunnelse for hvorfor tiltaket ikke ble implementert. Tiltak som ikke blir implementert, blir så dokumentert i ALARP registeret.

4.2 Eksempler på bruk av mal for gjennomføring av en ALARP prosess

I denne delen blir det utført eksempler, der man skal vise hvordan man skal benytte malen som er presentert i del kapittel 4.1. I de to første eksemplene blir det sett på tiltak, der eksempel en har lave implementeringskostnader, mens eksempel to har høye implementeringskostnader. I det første eksemplet vil tiltaket hjelpe på arbeidsmiljøet til arbeiderne, mens i det andre eksemplet vil tiltaket redusere forventet antall drepte og skader på utstyr og personell. Når det kommer til det siste eksemplet, skal man se på hvordan man benytter malen når tiltaket/aktiviteten ikke blir implementert.

I det første eksemplet blir det sett på et tiltak som alt er utført på Statfjord A. Prosjektet gikk ut på installering av støyreducerende matter før start på kompressoroppgradering.

Det andre eksemplet skal man vurdere om det skal installeres en undervannsisoleringsventil (SSIV) på eksportørledning. Eksemplet er hentet fra (Aven, 2007, ss. 85-89).

Det tredje eksemplet blir det sett nærmere på utskiftning av et branndeteksjonssystem på en offshore installasjon.

Det er brukt fiktive tall i eksemplene.

4.2.1 Eksempel 1

I en modul er det tre kompressorer, der det på to av dem skal gjennomføres en kompressoroppgradering. Arbeidsomfanget er stort med mange arbeidstimer, noe som betyr mye aktivitet. Modulen blir betraktet som en vært støyende modul. Støymålinger viser at støynivået ligger mellom 92 – 96 dB i hele modulen, avhengig av hvor mange kompressorer som går og driftssituasjon. Det er derfor ønskelig å installere støyreducerende matter i modulen før arbeidet begynner. Grensen mellom 6 og 12 timers skift er på 95 dB. Under oppgradering av kompressorene vil en mest mulig tilrettelegge arbeidet slik at operatørene arbeider i soner der støyen er under 95 dB. For å forbedre arbeidsmiljøet ytterligere, vurderes det å installere støymatter rundt kompressorene. Dette er å betrakte som er ALARP tiltak.

Modulen er kategorisert som prosess og nytteområde. Kravet for støy i dette område, er følge NORSOK standard S-002 på 90 dB. (NORSOK Standard, 2004, s. 30).

Tabell 5: Evaluering av risikoreducerende tiltak i eksempel 1

Aktivitet ID:	1
<u>Beskrivelse av aktivitet:</u> Det skal utføres oppgradering på to av tre kompressorer i en modul. Det er mye aktivitet i denne modulen, og støymålinger viser et støynivå på mellom 92 – 96 dB. Dette er høyere enn hva kravet er for dette område. Ved arbeid i område med mye støy over lengre tid, kan virke inn både fysisk og psykisk de arbeiderne som jobbe på denne modulen. Eksponering av et slikt støynivå kan føre til blant annet nedsatt hørsel, sliten i hode og et dårlig arbeidsmiljø.	
<u>Risikoreducerende tiltak:</u>	
<u>Beskrivelse av tiltaket:</u> Ved å installere støymatter før arbeidet på oppgradering av kompressorene, vil arbeidsforholdene i modulen være i overensstemmelse med kravet i NORSOK standarden.	
<u>Beskrive av gjennomføring:</u> Støymattene settes opp slik at når en entrer modulen, vil kompressoren som er i drift	

være skjermet og støyen rundt kompressoren vil bli redusert. Det vil bli satt opp tre oppheng for mattene, slik at mattene kan henges opp ved de ulike opphengene ved behov. Se tegning av rommet i figur 6. Opphengene blir som følger:

- Et oppheng inntil C som er i bruk når C går og A blir modifisert
- Et oppheng inntil B dersom det skulle skje noe med C, slik at B må gå når A blir modifisert.
- Et oppheng inntil A som skal være i bruk når B blir modifisert og A går.

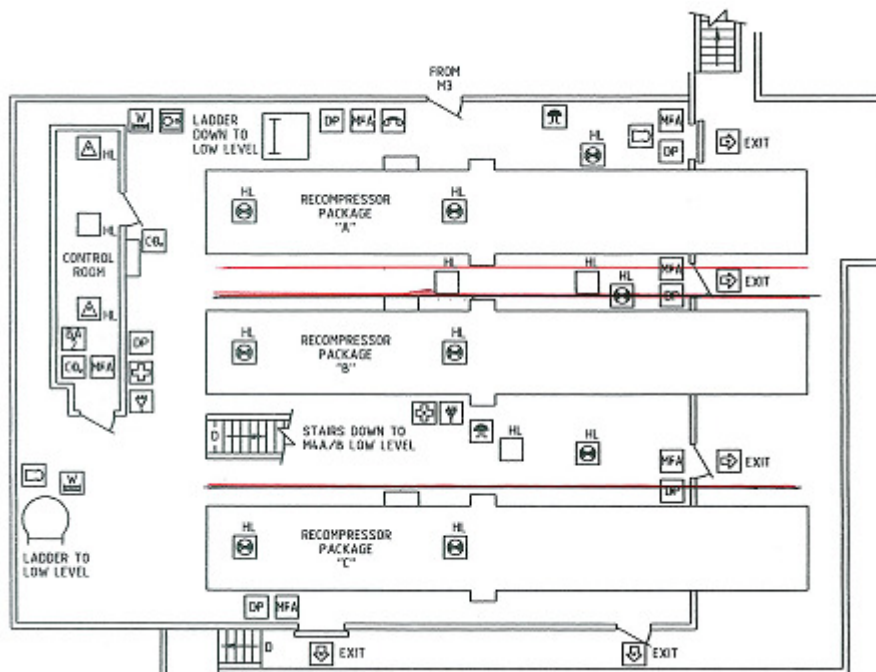
Oppgraderingen vil bli utført på kompressor A og B.

Effekt av tiltak:

Ved installering av støymatter vil man redusere støyen for de ansette, og det vil være med på å forbedre arbeidsmiljøet. Det finnes ingen god dokumentasjon på hvor mye støyen vil bli redusert ved bruk av støymatter, men det er svært sannsynlig at den vil komme under 90 dB. Støymattene vil i tillegg kunne bli brukt ved senere vedlikeholdsarbeid.

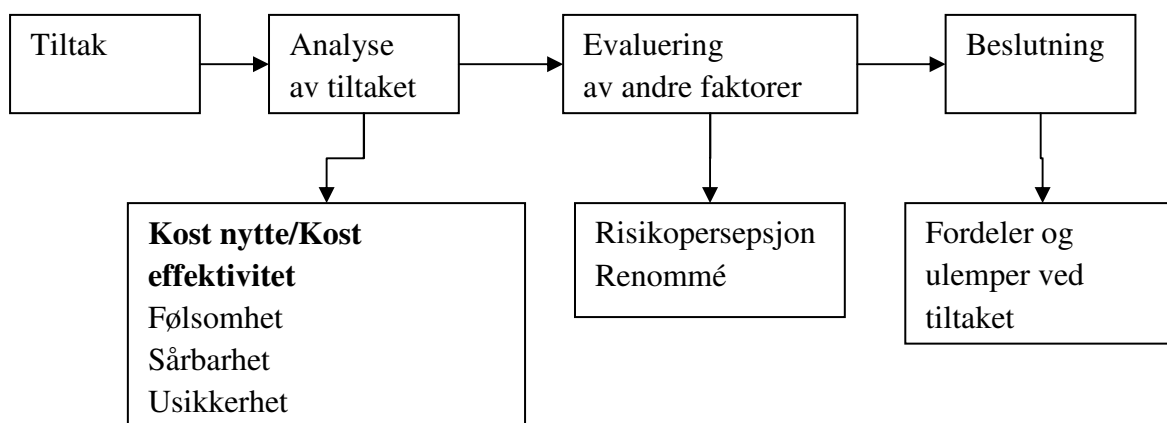
Senere i eksemplet kommer man inn på hvilken påvirkning støymattene vil ha på arbeidstiden, brannklassifisering, HVAC, deteksjon og belysning.

Dato:	
Signatur:	



Figur 6: Forslag til plassering av støymatteoppheng

Etter identifisering av risikoreduserende tiltak, blir det gjennomført en ALARP prosess av tiltaket.



Figur 7: Struktur av ALARP prosessen i eksempel 1

I ALARP prosessen blir det fokusert på kost – nytteanalyse og kost – effektivitetsanalyse. I tabell 6 kan en se prisestimat over installering av støymattene, som kommer fra spesialprodukter sør. Prisestimatet viser at implementeringskostnadene er rimelige, i forhold til nytten av tiltaket. Derfor tar man ikke hensyn til de andre faktorene i analysen.

Tabell 6: Prisestimat

Varenr.	Varenavn	Antall	Enhet	Pris pr stk	Totalpris
850010	SPS Silently Secure foldevegg 10 * 3,3m	3	rs	92 961	278 883
850000	Skinnesystem og festemidler inkl Aluminiumsprofiler til oppheng AISI 304	3	rs	44 079	132 237
850001	Mobilisering / Demobilisering (Flesland)	4	stk	7 600	30 400
800085	Montasje (estimert)	96	timer	850	26 000
4130	Frakt	1	stk	3 500	3 500
Totalt netto beløp NOK eks mva og frakt					471 020

En må spesifisere at eventuelle møter og dokumentasjonsarbeid kommer i tillegg. Prisestimatet er basert på dagens valutakurser, råvarepriser, offentlige avgifter og tollebestemmelser, og det tas forbehold om endring av disse. Montasjeprisen forutsetter montasje på dagtid og fremdrift uten avbrudd. Eventuelt andre byggfag er ikke inkludert. Det forutsettes normale festemuligheter. Lift/stillas er ikke inkludert og vil eventuelt komme i tillegg.

En vil også se på hvilken innvirkning støymatten har på følgende faktorer:

- Arbeidstid
- Brannklassifisering
- HVAC

-
- Deteksjon
 - Belysning

Arbeidstid:

Ut i fra tabell (vedlegg 2) kan man se at grensa for arbeid mellom 6 timer og 12 timer er på 95dB. Det er ønskelig å redusere støyen både for å kunne ha 12 timers skift og for å forbedre arbeidsmiljøet til arbeiderne. Må man ned i 6 timers skift vil dette kunne få konsekvenser for planaktiviteten, som kan være:

- Aktivitetene vil vare over en lengre periode og gi forlenget planaktivitet. Dette vil føre til forsinkelser i annen aktivitet som er planlagt i dette tidsrommet.
- Aktivitetene vil føre til økt bemanning, for ikke å forlenge offshore installasjons periode. Økt bemanning fører til et økt behov for senger i en periode hvor sengekapasiteten allerede er begrenset.

Brannklassifisering:

Det er ikke gjennomrøft brannklassifisering av støymattene, men det er blitt utført på hvert enkelt stoff som matten inneholder. Dette kan brukes som utgangspunkt for støymattens brannpotensial. Støymattene består produktene PVC duk, absorbent og nett. Den totale evalueringen viser at matten har liten brennbarhetsevne, og liten røykutvikling dersom den skulle bli antent. Matten danner heller ikke brennbare partikler som spres i modulen de første 10 minuttene.

HVAC (ventilasjonssystem):

Installasjon av støymatter er vurdert til å ha liten påvirkning på HVAC anlegget i modulen. Lufttilførselen til kompressoren vil i stor grad ikke bli påvirket, da det kun er den ene siden av en eventuell kompressor som vil bli dekket med støymatter. Dette er blitt diskutert og bekreftet av driftspersonell offshore.

Deteksjon:

I modulen er det installert punktdetektorer og ikke linjedetektorer. Det vi si at støymattene ikke bryter noen linjer. I modulen er det 15 varmedetektorer og 7 gassdetektorer, som er plassert i taket det mattene skal være. Installering av støymatter er evaluert til å ikke ha noen negativ effekt på deteksjonen i modulen. Kompressorene vil være dekket av eksisterende detektorer og støymattene vil ikke ha noen innvirkning på deteksjonsegenskapen.

Belysning:

Støymattene er vurdert til å ha noe påvirkning på belysningen, men det er vanskelig å forutsi hvordan mattene vil påvirke belysningen i de ulike modulene. Det anbefales å ta eventuelle

lysmålinger etter at støymattene er installert, for så utføre eventuelle forbedringer. Belysningen fra før av tilfredsstillende ikke dagens krav, så provisorisk arbeidslys anbefales under oppgradering.

Oppsummering:

Etter all sannsynlighet vil støymattene redusere støyen i modulen til 90 dB. Dette vil føre til en veldig forbedring av arbeidsmiljøet i modulen. Mattene inneholder ikke brennbart materiale, og påvirker ikke HVAC i området. Deteksjonen i modulen blir heller ikke ødelagt av mattene.

Evaluering og beslutning:

Ut fra den evalueringen som er utført over, vil installasjon av støyreduserende matter før arbeidet begynner, se ut som et bra tiltak fra et arbeidsmiljømessig perspektiv. Støymattene kan også kunne brukes ved senere vedlikeholdsarbeid ved modulen, og vil derfor bli sett på som en investering. Installering av støyreduserende matter vil bli sett på som et ALARP tiltak, som vil forbedre arbeidsmiljøet på modulen ytterligere enn det dagens krav sier.

Siden kostnadene er lave og nytten føre til en veldig forbedring av arbeidsmiljøet, blir tiltaket implementert. Dette blir også registrert i ALARP registeret. Se tabell 11.

4.2.2 Eksempel 2

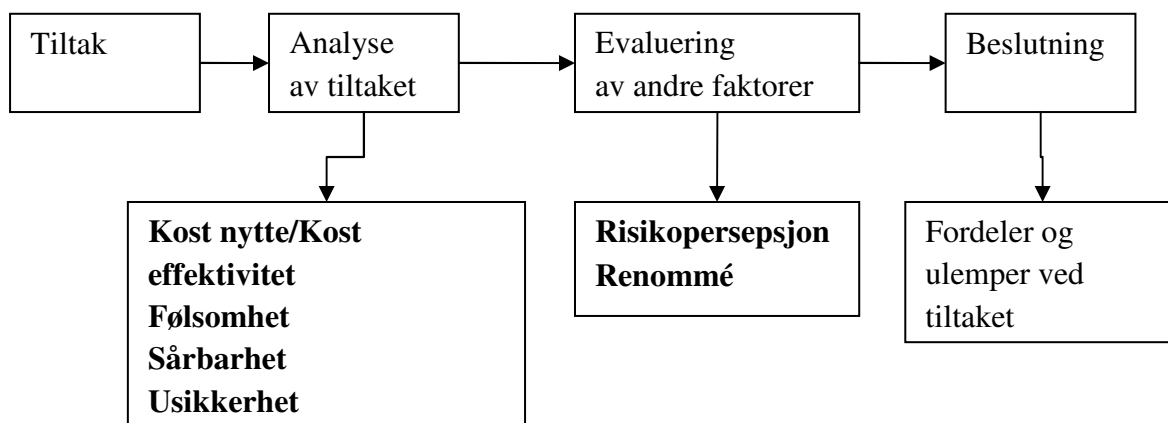
Et oljeselskap har en gassproduserende plattform, som henger i sammen med en stigerørsplattform. Stigerørsplattformen har et utgående og to innkommende rørledninger. Dersom det oppstår en lekkasje og den antennes, så kan det føre til store konsekvenser for menneskene som oppholder seg på plattformen. Et slikt utfall vil bli sett på som en storulykke. Selskapet vil derfor se nærmere på om en skal installere en undervannsisoleringsventil (SSIV). Selskapet betrakter dette som et ALARP tiltak.

Tabell 7: Evaluering av risikoreduserende tiltak i eksempel 2

Aktivitet ID:	2
<u>Beskrivelse av aktivitet:</u> En stigerørsplattform har to et utgående og innkommende rørledning med gass. Plattformen er koblet sammen med bru til en gassproduserende plattform.	
<u>Uønskede hendelser som kan oppstå:</u> På en plattform er det veldig mye som skjer samtidig på et lite område. Det kan være alt i fra blant annet sveising (varmt arbeid) og kranløft, til utskifting av komponenter (vedlikeholdsarbeid). Ved et kranløft kan en være uheldig å treffe rørledningene, og man kan få en uønsket hendelse i form av en lekkasje. Lekkasje kan også forekomme i form av blant annet korrosjon på ventiler og flenser som er koblet til rørledningen.	

<u>Konsekvenser kan bli:</u> En slik lekkasje kan få alvorlige konsekvenser. Det kan oppstå både brann og eksplosjon, og fører til en fare for arbeiderne på installasjonen.	
Risikoreducerende tiltak:	
<u>Beskrivelse av tiltaket:</u> Ved å installere en undervannsisoleringsventil (SSIV) kan en begrense en brann, dersom lekkasjen antennes. Ved en lekkasje vil SSIV- en kutte gasstilførselen, og hindre at en storulykke oppstå.	
<u>Effekt av tiltak:</u> Ved en installasjon kan en redusere skader både på utstyr og på arbeidere. Det vil også kunne føre til at arbeideren vil føle seg tryggere.	
Dato:	
Signatur:	

For å undersøke om man skal implementere tiltak, må det gjennomføres en ALARP prosess på tiltaket. Strukturen for en ALARP prosess ser man av figur 8.



Figur 8: Struktur av ALARP prosessen i eksempel 2

I ALARP prosessen blir det lagt fokus på faktorene kost – nytteanalyse, kost – effektivitetsanalyse, følsomhet, sårbarhet, usikkerhet. Disse faktorene er viktige da tiltaket har store implementeringskostnader, og tiltaket har stor innvirkning på arbeiderne på plattformen. En ser også på risikopersepsjon og renommé ved evalueringen av andre faktorer.

For at et tiltak skal bli implementert i følge ALARP prinsippet, så skal det ikke være urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten. Dette undersøker man ved å utføre en kost – nytteanalyse/ kost – effektivitetsanalyse. Se tabell 8 og 9.

Tallene i dette eksemplet er hentet fra (Aven, 2007, s. 88).

En antar at risikoanalytikerne har beregnet en antennelses frekvens på $1 \cdot 10^{-4}$, for at det oppstår en feil på rørledningen eller stigerøret.

Tabell 8: Tallverdier for forventet tap med og uten SSIV

	Uten SSIV	Med SSIV	Differanse
Forventet antall drepte	5	0,5	4.5
Beregnet forventet materiell skade	800 MNOK	200 MNOK	600 MNOK
Forventet tap	40 000 MNOK	8 000 MNOK	32 000 MNOK

Videre har vi:

Tabell 9: Tallverdier ved installert SSIV

Investeringskostnad av SSIV	75 MNOK
Drift og vedlikeholdskostnader	2 MNOK/år
Diskonteringsrate	10 %
Investering/drift kostnader over 30 år	93.9 MNOK
Total forventet redusert tap	3.26 MNOK
Reduksjon forventet tap, på grunn av SSIV over 30 år	30.7 MNOK
Forventet netto nåverdi ved SSIV installert	63.2 MNOK
Forventa spart statistisk liv	$4.5 \cdot 10^{-4}$ liv/år og 0,0135 liv over 30 år
Forventet kostnad pr forventet spart liv	4675 MNOK/liv

Ved å gjennomføre en følsomhetsanalyse, kan man ved å endre inngangsinformasjonen får andre utfall. Ved å endre antennelses frekvens med en faktor på 10, slik at den blir $1 \cdot 10^{-3}$, så får man en forventet nåverdi på 307 millioner kroner av de reduserte kostnadene.

Ved installasjon vil også sårbarheten til systemet og den assosierte usikkerheten bli redusert. Konsekvensene vil bli betydelig mindre, da ventilen vil redusere forventet antall drepte med 4.5. Siden sannsynligheten for en antennelseslekkasje er lav, så vil også usikkerheten rundt konsekvensene være lav.

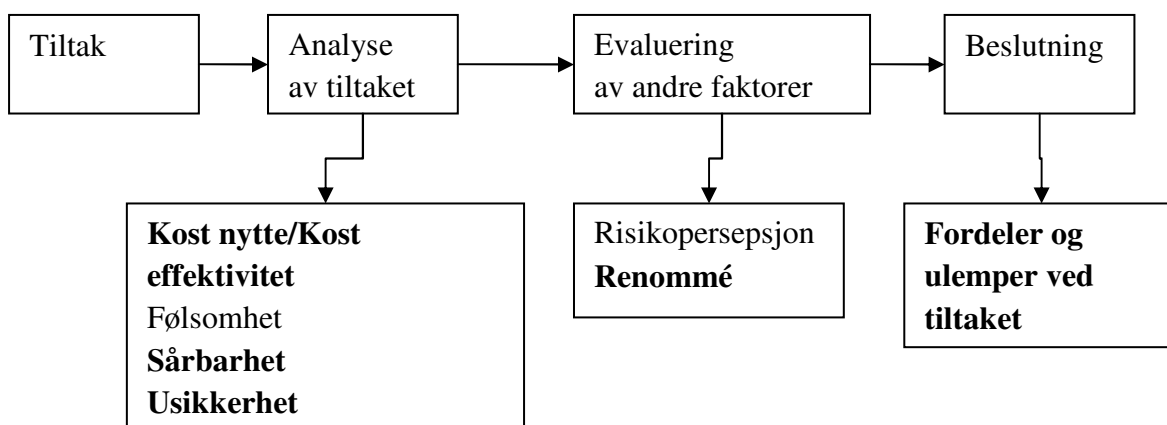
Ved installasjon av en SSIV vil nok arbeiderne på plattformen føle seg tryggere, da de vet hvilken funksjon ventilen har. På denne måte kan det hende at de vil oppleve risikoen som lavere, enn det den ville vært uten SSIV. Selskapet vil også få et gode renommé ved en installasjon.

Evaluering og beslutning.

Ved å installere en SSIV ser man ut i fra tabellen at man redusere antall drepte ved en antennelses lekkasje fra 5 til 0,5. Med en antatt antennelses frekvens på $1 \cdot 10^{-4}$ ser man de forventede kostnadene er veldig høye i forhold til nytten. Ved å endre antennelses frekvens med en faktor på 10, til $1 \cdot 10^{-3}$ vil den forventede nåverdi av de reduserte kostnadene være 307 millioner kroner mot de 30.7 millioner kronene ved en frekvens på $1 \cdot 10^{-4}$. Se tabell nr. 9. Dette vil si at man får en forventet kostnadsbesparelse, og konkludere med å implementere tiltaket. Tiltaket blir registrert i ALARP registeret. Se tabell 12.

4.2.3 Eksempel 3

Et selskap vurderer å skifte ut branndeteksjonssystemet i en modul. Dette på grunn av ny teknologi på området. De bestemmer seg for å se på et lite område først (stillaslager), for å vurdere om dette er fornuftig å oppgradere. Selskapet vurderer dette som et ALARP tiltak.



Figur 9: Struktur av ALARP prosessen i eksempel 3

I ALARP prosessen blir det fokusert på faktorene kost – nytteanalyse, kost – effektivitetsanalyse, sårbarhet og usikkerhet. Dette fordi kostnadene er en sentral faktor når man skal ta en beslutning om man skal skifte systemet. En må også se på sårbarheten og usikkerheten, da en må se på hvilke mulige konsekvenser som kan inntreffe og usikkerheten til hva konsekvensene kan føre til når anlegget er i drift. Når en evaluerer andre faktorer, ser man på renommé til det nye systemet. Prosessen avsluttes med å se på fordeler og ulemper ved de to systemene og de faktorene som er nevnt over.

Selskapet har følgende data på eksisterende og nytt deteksjonssystem. Tallene som bli benyttet er fiktive.

Eksisterende deteksjonssystem:

Antall detektorer: 20

Risiko er uttrykt med komponentene (A, C, U), der A er en hendelse som i dette tilfellet er: systemet detekterer ikke brann, C er konsekvensene som i dette tilfeller er: tap på mindre enn 100 000 kroner, og U er usikkerheten til om det oppstår en brann. Sannsynligheten for at dette skal inntreffer, er satt til 0,002 %

Selskapet har også god erfaring med det eksisterende system.

Nytt deteksjonssystem:

Antall detektorer: 20

Pris inkludert montering: 4.5 millioner kroner

Risiko er uttrykt med komponentene (A, C, U), der A er en hendelse som i dette tilfellet er: systemet detekterer ikke brann, C er konsekvensene som i dette tilfeller er: tap på mindre enn 100 000 kroner, og U er usikkerheten til om det oppstår en brann. Sannsynligheten for at dette skal inntreffer, er satt til 0,0018 %

Deteksjonssystemet er relativt nytt, og foreløpig lite benyttet i offshore industrien.

Selskapet har også henter inn produktinformasjon og testrapporter om det nye deteksjonssystemet.

Beslutning.

Etter en gjennomgang av produktinformasjon for det nye systemet og samtaler med eksperter innenfor branndeteksjonssystem, ble det konkludert med at det var liten forskjell på de to systemenes deteksjonsegenskaper. Det nye systemet har større sannsynlighet for å oppdage en eventuell brann i område, men også her er det veldig liten forskjell. Sårbarheten til de to systemene var også like, da en brann i det aktuelle område ikke får så store konsekvenser. På grunnlag av prisen til det nye deteksjonssystemet, liten forskjell i egenskapene til systemene og at det nye systemet er lite brukt, konkluderes det med at det nye systemet ikke blir implementert, og at man beholder eksisterende systemet. Dette registreres i skjema under. Det blir også registrert i ALARP registeret. Se tabell 13.

Tabell 10: Risikoreduserende tiltak som ikke er blitt implementert i eksempel 3

	Beskrivelse	Risiko (A, C, U)	Kost/nytte	Sårbarhet	Usikkerhet
Basis utgangs - punkt	Brann deteksjonssystemet i et område. Systemet inneholder 20 detektorer. Selskapet har også god erfaring med dette systemet,	<u>Hendelse som kan oppstå:</u> detekterer ikke brann. <u>Konsekvenser:</u> tap på mindre enn 100 000 kr. Det er uttrykt en sannsynlighet på 0,002 % for at hendelsen inntreffer.		Ved en brann vil konsekvensene bli et tap på mindre enn 100 000 kr.	Usikkerhet rundt om en brann vil oppstå og hva konsekvensene bli
Alternativ 1	Nytt deteksjonssystem med 20 detektorer. Deteksjonssystemet er relativt nytt, og foreløpig lite benyttet i offshore industrien.	<u>Hendelse som kan oppstå:</u> detekterer ikke brann. <u>Konsekvenser:</u> tap på mindre enn 100 000 kr. Det er uttrykt en sannsynlighet på 0,002 % for at hendelsen inntreffer.	Kostnader: 4.5 millioner kroner	Ved en brann vil konsekvensene bli et tap mellom 0 – 100 000 kr.	Usikkerhet rundt om en brann vil oppstå og hva konsekvensene bli
Signatur:					
Dato:					
Dokument for mer detaljert begrunnelse.	ID: 1				

Som en kan se av tabellen/figuren over, så har den fått ID nummer 1 i forbindelse med ”dokument for mer detaljert begrunnelse”. Dette skal man gjøre for at en enkelt skal kunne finne igjen den detaljerte informasjon om hvorfor en ikke har utført endringen. Dette er i tråd med ALARP prinsippet. Det vil ikke bli gått nærmere inn på den detaljerte dokumentasjonen i denne oppgaven.

4.2.4. ALARP register

De tre eksemplene som er blitt gjennomgått over, blir så registrert i ALARP registeret.

Tabell 11: ALARP register for eksempel 1

	Beskrivelse
Plattform	Statfjord A
Område	M4 - gasskompressorer
Uønskede hendelser	Annet
Relevant barriere	Annet
RRT	Installere støyreducerende matter for å redusere støyen rundt kompressorer ved oppgradering
RRT ID nr.	1
Kilde	Tiltaket ble identifisert ved et konstruksjonsmøte med Statoil 8.1.2007.
Forventet risikoreduksjon	Tiltaket vil redusere støyen og på den måten forbedre arbeidsmiljøet ved modulen.
Sårbarhet	
Usikkerhet	
Forventet kostnad	Ca. 471 020 kr
Konklusjon	Tiltaket implementeres.
Detaljert dokumentasjon ID nr.	

Tabell 12: ALARP register for eksempel 2

	Beskrivelse
Plattform	A
Område	Stigerørsplattform
Uønskede hendelser	Utblåsning og hydrokarbonlekkasje
Relevant barriere	Gass deteksjonssystem
RRT	Installere en SSIV som reduser gassutslippet ved å kutte tilførselen av gass ved lekkasje.
RRT ID nr.	2
Kilde	Ved gjennomgang av kost nytteanalyse og følsomhetsanalyse.
Forventet risikoreduksjon	Installering av SSIV vil redusere forventet antall drepte fra 5 til 0,5, forventet skadekostnader vil bli redusert fra 800 MNOK til 200 MNOK og det forventete tapet vil bli redusert fra 40 000 MNOK til 8 000 MNOK
Sårbarhet	En får reduksjon i antall drepte

Usikkerhet	En vet ikke om utfallet vil inntreffe, eller hva konsekvensene vil bli.
Forventet kostnad	Investering/drift kostnader over 30 år på ca. 93.9 MNOK
Konklusjon	Tiltaket implementeres.
Detaljert dokumentasjon ID nr.	

Tabell 13: ALARP register for eksempel 3

	Beskrivelse
Plattform	B
Område	Stillaslager
Uønskede hendelser	Annet
Relevant barriere	Brann deteksjonssystem
RRT	Bytte ut eksisterende system med et system med nyere teknologi.
RRT ID nr.	
Kilde	Dette ble vurdert ved å se på kostnadene og effekten ved det nye anlegget, opp mot det eksisterende system
Forventet risikoreduksjon	En sannsynlighet på $1,8 \cdot 10^{-3}$ for at systemet ikke detekterer en brann/brann tilløp.
Sårbarhet	Ved en brann vil konsekvensene bli et tap på mindre enn 100 000 kr
Usikkerhet	Usikkerhet rundt om en brann vil oppstå og hva konsekvensene bli
Forventet kostnad	Ca. 4 500 000 kr.
Konklusjon	Tiltaket implementeres ikke
Detaljert dokumentasjon ID nr.	1

5 Diskusjon og konklusjon

Siden innføring av ALARP prinsippet, har det vært et økt fokus på prinsippet. I Norge blir ALARP prinsippet presentert i rammeforskriften § 9 ”prinsipper for risikoreduksjon”. (Petroleumstilsynet (Ptil), 2001, s. 7). Der står det at operatøren skal redusere risikoen så langt det er mulig. ALARP prinsippet inneholder også ”omvent bevisbyrde”. Det vil si at alle identifiserte tiltak skal implementeres, så sant det ikke er urimelig misforholde mellom kostnadene og nytten av tiltaket.

For uten om kravet i rammeforskriften, så er det ingen veiledning til hvordan man skal utføre en ALARP prosess. Det er nemlig opp til hvert enkelt selskap å innføre et system, slik at de kan følge kravet om risikoreduksjon.

I 2005 gjennomførte Preventor en utredning for petroleumstilsynet (Ptil), der de så på hvordan næringen forstod og praktiserte kravet. Resultatene fra den undersøkelsen viste at det var stor forskjell på hvordan selskapene tolket og praktiserte kravet. Det kom også frem at det burde vurderes en utvikling av en mal for gjennomføring og dokumentasjon av ALARP. Dette er nok veldig viktig for selskapene, slik at de vet hvordan de skal forholde seg til kravet og opprettholde fokuset på risikoreduksjon.

Gjennomføring av ALARP prosesser gjelder for alle anlegg i petroleumsindustrien, alt i fra bygg av nye plattformer til plattformer som alt er i drift. Det er nok letter å benytte prinsippet tidlig i prosjekter, enn i prosjekter som er i drift. I prosjekter der man for eksempel er i design og planleggingsfasen, har man bedre tid til å se på tiltak og utføre endringer som er med på å redusere risikoen, enn det er i prosjekter som alt er i drift. I disse prosjektene har man mindre tid. En vil derfor få gjennomført en endring, for så forsette på neste aktivitet. Det blir ikke satt av tid til å se hvordan man kan gjennomføre aktiviteten, med fokus på at risikoen skal reduseres så langt så praktisk mulig. Formålet med denne oppgaven er derfor å finne ut hvordan man kan implementere ALARP i vedlikehold og modifikasjonsprosjekter. Dette ble utført i form av en mal for gjennomføring. Malen vil nå kort blir gjennomgått, med diskusjon rundt viktige punkter. Denne delen blir avsluttet med forslag til videre arbeid.

5. 1 Implementering av ALARP i V&M prosjekter

Når man skal undersøke om noe er ALARP, så er det ikke bare se kostnadene og nytten opp mot hverandre. Det må også tas hensyn til faktorer som følsomhet, sårbarhet og usikkerhet. Dette er faktorer som kan føre til at man får en endring i beslutningsgrunnlaget.

Identifikasjon av risikoreduserende tiltak (RRT)

Når man skal identifisere risikoreduserende tiltak, er det viktig at man søker et så bredt grunnlag som mulig. Dette kan man for eksempel utføre ved HAZOP eller HAZID analyse. Viktig at det blir tatt hensyn til alle som er med i denne prosessen, og at alle forslag blir tatt like seriøst. Ved bruk av skjema som er illustrert i tabell 1, kan en identifisere risikoreduserende tiltak.

Her starter man med å beskrive aktiviteten, der man tar med faktorer som; hva er utgangspunktet, hvilke uønskede hendelser som kan oppstå under aktiviteten og hvilke konsekvenser de uønskede hendelsene kan føre til. Dette gjør man for å danne seg et bilde over den aktiviteten som skal utføres. Videre kommer man med forslaget til risikoreduserende tiltak. Der beskriver man hva tiltaket går ut på, hvordan det gjennomføres og hva effekten blir. Dette er viktig for å vise hva endringen blir, i forhold til utgangspunktet. Det vil også vise hvilke grep man må ta, for å få en sikrere aktivitet.

ALARP prosessen

Når det kommer til ALARP prosessen, så blir den delt opp i tre. Her gjennomføres det en analyse av tiltaket og en evaluering av andre faktorer, før man tilslutt tar en beslutning om tiltaket skal implementeres eller ikke.

ALARP prinsippet si at et tiltak skal implementeres, så sant ikke kostnadene står i urimelig misforhold til nytten. Ved bruk av kost – nytteanalyse blir alle egenskapene til tiltaket gjort om til økonomiske verdier. Det blir også utført en kost – effektivitetsanalyse for å se på effektivitetsstørrelsen av tiltaket. Som man så i eksempel 2, så ville installering av en SSIV redusert forventet antall omkomne personer med 4.5. Dette viser viktigheten ved bruk av flere analyser, og hvordan et tiltak kan påvirke en reduksjon i menneskeliv.

Når en analyserer tiltakene må man også ta hensyn til følsomheten, sårbarheten og usikkerheten. Ved å gjennomføre en følsomhetsanalyse kan man se hvilken effekt resultatene gir, ved å endre inngangsparametrene. En liten endring i inngangsparametrene kan gi et stort utslag på resultatene. I de tilfeller der det er nødvendig, bør man også gjennomføre en sårbarhetsanalyse. Da kan man se hvordan tiltaket påvirker risikoen. Dette gjøres ved å se på hva konsekvensene vil bli, gitt at det skjer en uønsket hendelse. I forbindelse med slike analysene, vil det alltid være en del usikkerhetsmoment rundt resultatene. For eksempel i forbindelse med en sårbarhetsanalyse, så er det usikkerhet rundt hva konsekvensene vil føre til. Usikkerheten kan man vurdere, ved å gjennomgå punktene som er nevnt i (Aven, Vinnem, & Wiencke, 2007, s. 440).

I ALARP prosessen må man også evaluere andre faktorer når det er relevant, som risikopersepsjon og renommé. Som i eksempel 2 der man ser på installering av SSIV, så er det en avgjørende faktor for hvordan arbeiderne opplever risikoen på plattformen. I det eksemplet

vil også en installasjon gi selskapet et godt rykte innenfor bransjen, og blant arbeidere som er ute etter en ny arbeidsgiver.

ALARP prosessen avsluttet med å ta en beslutning om tiltaket skal implementeres eller ikke implementeres. Når man skal ta en beslutning ser man på fordelene og ulempene ved tiltaket. Analysene som er nevnt over er med som beslutningsstøtte, slik at man har best mulig grunnlag når man skal ta en beslutning.

Dokumentasjon og ALARP register

I forbindelse med ALARP prosesser bør det etableres et ALARP register. Her skal alle risikoreducerende tiltak registreres, uavhengig om tiltaket bli implementert eller ikke. Ved bruk av et ALARP register, kan man blant annet enkelt finne ut hvor man har utført en ALARP prosess, hva som er blitt utført og kostnader.

De tiltakene som ikke er blitt implementert, må også dokumenteres i eget skjema. Se tabell 3. Dette er i henhold til ”omvent bevisbyrde” i ALARP prisnippet, som sier at tiltak skal implementeres, så sant det ikke kan dokumenteres urimelig misforhold mellom kostnadene og nytten. Dokumentasjonen av tiltak som ikke blir implementert merkes med en ID, slik at en enkelt kan spore opp dokumentasjonen i ALARP registeret.

5. 2 Videre arbeid

I denne oppgaven er det blitt presentert en mal for hvordan man kan implementere ALARP i V&M prosjekter. Videre arbeid er å etablere retningslinjer for bruk av følsomhetsanalyse, sårbarhetsanalyse og usikkerhetsanalyse. Videre kan en prøve ut malen som er presentert i kapittel 4.1.

6 Referanser

- Abrahamsen, E. B., Aven, T., Vinnem, J. E., & Wiencke, H. S. (2004, Januar). Safety management and the use of expected values. *Risk Decision and Policy* , 9, ss. 347-357.
- Aibel. (2008, Juni 16). M&M-04-01-07. Teknisk HMS i prosjekter. Stavanger: Aibel.
- Aven, T. (2006). *Pålitelighets- og risikoanalyse* (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Aven, T. (2007). *Risikostyring - Grunnleggende prinsipper og ideer*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Aven, T., & Abrahamsen, E. B. (2007, July). On the use of cost-benefit analysis in ALARP processes. *International journal of performability engineering* , 3, ss. 345-353.
- Aven, T., & Vinnem, J. E. (2005). On the use of risk acceptance criteria in the offshore oil and gas industry. *Reliability Engineering and System Safety* , 90, ss. 15-24.
- Aven, T., Boyesen, M., Heinzerling, G., & Njå, O. (2003). *Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transportsektoren*. Stavanger: Rogalandforskning.
- Aven, T., Røed, W., & Wiencke, H. S. (2008). *Risikoanalyse - Prinsipper og metoder, med anvendelser*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Aven, T., Vinnem, J. E., & Wiencke, H. S. (2007). A decision framework for risk management, with application to the offshore oil and gas industry. *Reliability Engineering and System Safety* , 92, ss. 433-448.
- ESRA-Norge. (2007, Mars 2). *Nyheter - Program og påmelding*. Hentet 2009 fra
- Petroleumstilsynets (Ptil): C:\Users\Stueland\AppData\Local\Temp\programesrarisikoed1.mht
- Lund, J. (2008). *Discipline handbook technical safety - ALARP*. Stavanger: Aibel.
- Norges offentlige utredninger (NOU). (1997). *Nytte-kostnadsanalyser - Prinsipper for lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor* (Vol. 27). Oslo: Statens forvaltningstjeneste. Statens trykning.
- Norges offentlige utredninger (NOU). (1998). *Nytte-kostnadsanalyser - Veiledning i bruk av lønnsomhetsvurderinger i offentlig sektor* (Vol. 16). Oslo: Statens forvaltningstjeneste. Statens trykning.
- NORSOK Standard. (2004). *Arbeidsmiljø*. Lysaker: Standard Norge.

NORSOK Standard. (2001). *Risiko- og beredskapsanalyse*. Oslo: Norwegian Technology Centre.

Petroleumstilsynet (Ptil) . (2002). *Veiledning til forskrift om styring i petroleumsvirksomheten (Styringsforskriften)*. Stavanger: Petroleumstilsynet (Ptil), Statens forurensingstilsyn (SFT) og Sosial- og helsedirektoratet (SHDIR).

Petroleumstilsynet (Ptil). (2001). *Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten (Rammeforskriften)*. Stavanger: Petroleumstilsynet (Ptil), Statens forurensingstilsyn (SFT) og Sosial- og helsedirektoratet (SHDIR).

Petroleumstilsynet (Ptil). (2001). *Forskrift om styring i petroleumsvirksomheten (Styringsforskriften)*. Stavanger: Petroleumstilsynet (Ptil), Statens forurensingstilsyn (SFT) og Sosial- og helsedirektoratet (SHDIR).

Petroleumstilsynet (Ptil). (2007, Mars 12). *Nyheter*. Hentet 2009 fra Petroleumstilsynet (Ptil): <http://www.ptil.no/nyheter/seminar-om-norsok-standard-knyttet-til-risikoanalyse-article3139-24.html>

Store norske leksikon. (2009, Mars 16). Hentet 2009 fra Store norske leksikon: http://www.snl.no/Alexander_L._Kielland-ulykken

UK HSE. (2006). *Information sheet*. Hentet 2009 fra Health and Safety Executive - Offshore: <http://www.hse.gov.uk/offshore/is2-2006.pdf>

UK HSE. (u.d.). *Policy and guidance on reducing risks as low as reasonably practicable in Design*. Hentet 2009 fra Health and Safety Executive - Risk management - Expert guidance: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp3.htm>

UK HSE. (u.d.). *Principles and guidelines to assist HSE in its judgements that duty-holders have reduced risk as low as reasonably practicable*. Hentet 2009 fra Health and Safety Executive - Risk management - Expert guidance: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/alarp1.htm>

UK HSE. (2001). *Reducing risk, protecting people - HSE's decision-making process*. Sundbury: HSE books.

UK HSE. (2003). *RR151 - Good practice and pitfalls in risk assessment*. Hentet 2009 fra Health and Safety Executive - Publications - Research Report Series - Reports 101 - 200: <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr151.pdf>

Vatn, J. (2008, Oktober 13 - 14). *Tidligere konferanser - Sikkerhetsdagene 2008*. Hentet 2009 fra sikkerhetsdagene.no: <http://www.sikkerhetsdagene.no/Tidligere%20konferanser/2008/pdf/Vatn.pdf>





Vinnem, J. E., Haugen, S., Vollen, F., & Grefstad, J. E. (2006). *ALARP-prosesser - Gjennomgang av drøfting av erfaringer og utfordringer*. Stavanger: Preventor.

7 Vedlegg

Vedlegg 1: Risikomatrise

SANNSYNLIGHET	Svært sannsynlig 5					
	Sannsynlig 4					
	Mindre Sannsynlig 3					
	Lite Sannsynlig 2					
	Usannsynlig 1					
		1 Liten/ Ubetydelig	2 Mindre alvorlig	3 Betydelig	4 Alvorlig	5 Svært alvorlig
	KONSEKVENNS					

Vedlegg 2: Tabell over oppholdstid i støyende områder

Områdestøynivå		Maksimale oppholdstider	Krav til bruk av hørselvern	Varselskilt
dBA	Farge på støykart			
> 110	Lilla	Begrenses til et minimum	Dobbelt hørselvern	 ADVARSEL STØY OVER 100 dBA
100 - 110		2 t/skift som generell regel	Dobbelt hørselvern ved mer enn 2 minutters opphold	
95 - 100	Rød	6 t/skift som generell regel	Dobbelt hørselvern ved mer enn 10 minutters opphold	 ADVARSEL STØY OVER 95 dBA
90 - 95	Oransje	Generelt ingen begrensning	Hørselvern	 ADVARSEL STØY OVER 90 dBA
80 - 90	Gul			
< 80			Ingen krav om hørselvern	Ingen støyskiltning