Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet NTNU

Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse

Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

MASTEROPPGAVE

for

STUD.TECHN.

Per Kristian Fonn

Fagområde	Industriell økonomi og teknologiledelse, retning Helse, Miljø og Sikkerhet.
Utleveringsdato	15. januar 2009
Tittel	Risikohåndtering i integrerte operasjoner i petroleumsindustrien Risk handling in integrated operations in the petroleum industry
Formål	Formålet med oppgaven er å studere ulike tilnærminger til risikohåndtering for integrerte operasjoner i petroluemsindustrien

Følgende hovedpunkter skal behandles:

1. Kort beskrive hva integrerte operasjoner er
2. Hva kan ulike tilnærminger til håndtering av risiko gi svar på? Litteraturstudie av risikoanalytisk tilnærming og alternative tilnærminger (f.eks. Resilience Engineering, HRO o.l.).
3. Ta utgangspunkt i utvalgte IO-case, og belyse hvordan sikkerhet vil se ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet.
4. Undersøke ved hjelp av utvalgte IO-case om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming
5. Diskutere kriterier for når de ulike perspektivene beskrevet i punkt 2) kan benyttes.

Veileder: Eirik Albrechtsen, NTNU/SINTEF

Representant for instituttledelsen

Eirik Albrechtsen
faglærer

MASTEROPPGAVE

Vårsemester 2009

Student: Per Kristian Fonn
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

ERKLÆRING

Jeg erklærer herved på ære og samvittighet at jeg har utført ovennevnte hovedoppgave selv og uten noen som helst ulovlig hjelp

_____ _____

Sted dato

_____

Signatur

(Blank)

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på studiet innen Master i Teknologi ved Instituttet for Industriell Øknomi og Teknologiledelse, studieretning Helse, Miljø og Sikkerhet, ved NTNU. Med bakgrunn i spesialisering innen sikkerhet, har jeg i løpet av våren 2009 utført en masteroppgave med formål om å studere ulike tilnærminger til risikohåndtering for integrerte operasjoner i petroleumsindustrien.

Oppgaven har utspring i forskningsprosjektet «Interdisciplinary Risk Assessment of Integrated Operations adressing Human and Organisational Factors (RIO)» ved SINTEF Teknologi og Samfunn, avdeling sikkerhet. I forbindelse med oppgaven har jeg fått veiledning og støtte fra kontaktpersoner ved SINTEF.

Jeg vil med dette benytte anledningen til å takke min veileder Eirik Albrechtsen ved SINTEF Teknologi og Samfunn, for god veiledning og støtte underveis med arbeidet.

Takk går også til Tor Olav Grøtan, Bodil Aamnes Mostue og Fred Størseth ved SINTEF Teknologi og Samfunn, for å ha svart på spørsmål og kommet med innspill til oppgaven. Deltagere på workshops takkes for at jeg fikk mulighet til å være med og ta notater.

Det var svært hyggelig å skrive masteroppgave for SINTEF Teknologi og Samfunn. Oppgaven var utfordrende, men også svært interessant å jobbe med og meget lærerik.

Trondheim 11. juni 2009

Per Kristian Fonn

.....

Sammendrag

Denne masteroppgaven ble utført med formål om å studere ulike tilnærminger til risikohåndtering for integrerte operasjoner i petroleumsindustrien. I problemstillingen for oppgaven er det flere deler som skal besvares. Første del går ut på å gi en kort presentasjon av hva integrerte operasjoner er. Videre skal det undersøkes hva ulike tilnærminger til håndtering av risiko kan gi svar på, og med utgangspunkt i IO-case, belyse hvordan sikkerhet vil se ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet. Med utganspunkt i IO-case skal det også undersøkes om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming. Til slutt skal det så diskuteres kriterier for når de ulike perspektivene kan benyttes.

Oppgaven er avgrenset til å ta for seg de tre alternative perspektivene Normal Accidents Theory (NAT), Resilience Engineering (RE) og High Reliability Organisations (HRO), i tillegg til risikoanalytisk (RA) tilnærming. Som IO-case ble det benyttet en risikoanalyse av IO-relaterte endringer ved Huldra Veslefrikk plattformen til StatoilHydro, utført av forskere ved SINTEF Teknologi og Samfunn.

For å svare på hva integrerte operasjoner er, og hva ulike tilnærminger til håndtering av risiko kan gi svar på, ble det utført et litteraturstudie av relevante kilder, og tatt notater fra workshops omkring temaer knyttet til oppgaven. Dette gav også teoretisk grunnlag for å gjennomføre en sekundæranalyse av risikoanalysen, hvor det ble analysert ut fra de alternative perspektivene på sikkerhet. Kommentarer samlet inn av SINTEF i forbindelse med risikoanalysen ble vurdert opp mot sentrale trekk og egenskaper ved de alternative perspektivene. Resultatene fra analysen ble så benyttet til å svare på hvordan sikkerhet ser ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet, og videre om det var trekk ved IO som ikke ble fanget opp ved risikoanalytisk tilnærming. Med utgangspunkt i de samlede resultatene fra oppgaven, ble det til slutt foreslått kriterier for når de ulike tilnærmingene kan benyttes.

Basert på litteraturstudiet og notater fra workshops, tyder det på at for RA tilnærming vil de vanligste metodene for risikoanalyse identifisere de viktigste bidragene til risiko, ut fra en årsakvikning betraktning (sekvensiell ulykkesmodell). Mulighetene for mer komplekse interaksjoner mellom feil ser ikke ut til å vurderes i særlig grad, foruten å benytte seg av forenklinger for slike utfall, og øke risiko dersom systemet er svært komplekst. Det finnes risikoanalyser som innebærer mer dynamiske modeller, men disse omtales som omfattende og krevende å benytte. Tiltak identifiseres for den risiko som er avslørt, vanligvis ut fra barrieretenkning og Haddon sine strategier. Føre-var- og forsiktighetsprinsippet er også anbefalt dersom det er knyttet usikkerhet til konsekvensene.

De alternative perspektivene skiller seg ut ved å være basert på en systemisk ulykkesmodell, og de legger vekt på å håndtere risiko som kan oppstå som følge av komplekse interaksjoner, varibilitet og funksjonell resonans, uventede hendelser og lignende. De tar høyde for kompleksitet og dynamiske egenskaper ved systemer. Siden det er vanskelig eller umulig å identifisere alle mulige interaksjoner mellom feil i systemer med slike egenskaper, legges det vekt på å organisere for å unngå og håndtere hendelser som kan oppstå. Det vil si, NAT tilsier at en kan organisere for å håndtere systemer som er enten komplekse eller tett koblede, mens RE og HRO i større grad er aktuelle for å unngå og håndtere hendelser i systemer som er preget av begge deler.

Resultatene fra analysen av IO-case, tyder på at de alternative perspektivene på sikkerhet vil forsterke de negative effektene for flere av konsekvensene som var identifisert i risikoanalysen.

Siden de alternative (systemiske) perspektivene vil betrakte de ut fra blant annet kompleksitet, og hvordan de påvirker egenskaper i forhold til å unngå og håndtere hendelser som kan følge av dette. Dette skiller seg fra årsak-virkning betraktningen som det er lagt vekt på i risikoanalysen. Det er også rimelig å si at vurdering av positive konsekvenser vil være med et annet utgangspunkt for de alternative perspektivene. En kan si at å se konsekvensene gjennom de alternative perspektivene kan gjøre en mer sensitiv til både positive og negative konsekvenser, noe som kan være viktig for beslutningstaker.

Kompleksitet kan sies å være et trekk ved IO som ikke ble fanget opp av RA tilnærming i noen særlig grad. Gjennomgang av risikoanalysen tyder på at det ikke har vært noen vurdering av muligheter for mer komplekse virkninger for konsekvensene. Det viser seg at foreslåtte kompenserende midler i risikoanalysen også vil virke positivt på evne til å unngå og håndtere hendelser, samt at enkelte av forslagene kan sies å redusere kompleksitet og ta høyde for mer dynamiske forhold. Men det tyder ikke på at dette er foreslått på bakgrunn av vurdering av kompleksitet.

Ut fra de foregående resultatene er det foreslått kriterier som tilsier at RA tilnærming kan benyttes, først og fremst, for å undersøke årsak-virkning forhold, og identifisere de viktigste bidragene til risiko. Videre, for de alternative perspektivene, er det forslått at de kan benyttes for å håndtere risiko som følger av kompleksitet og mer dynamiske egenskaper ved systemet. NAT kan da være aktuell for å vurdere grad av koblinger og kompleksitet, samt hvilken struktur en bør ha på styring av systemet. RE kan benyttes når det i større grad er fokus på tilpasning i systemer som er vanskelige å kontrollere og preget av dynamikk. Videre kan HRO være aktuelt for å vurdere om en er organisert for å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser.

Abstract

This master thesis was carried out with the purpose of studying different approaches to risk handling for Integrated Operations (IO) in the petroleum industry. The thesis has several different tasks to be addressed. First there will be given a short presentation of integrated operations. Further, it will be looked into what different approaches to risk handling may be seen to answer. Then, with an IO-case as basis, it will be shown how safety may look through different perspectives on safety. And further, based on the IO-case, it will be analyzed to see if there are certain features of IO that are not «caught» in traditional approach to risk handling. Finally, there will be suggested criteria as to when the different perspectives may be utilized.

The thesis is limited to consider the three alternative perspectives Normal Accidents Theory (NAT), Resilience Engineering (RE) and High Reliability Organisations (HRO), in addition to traditional approach to risk handling (TR). A risk analysis, performed by SINTEF Technology and Society on IO-related changes at the Huldra Veslefrikk platform operated by StatoilHydro, was used as an IO-case.

To explain what integrated operations is, and present what the different approaches to risk handling may answer, there were performed a literature study of relevant sources, in addition to attending and taking notes from workshops concerning topics related to the thesis. This also gave a theoretical foundation to perform a secondary analysis of the risk analysis, based on the alternative perspectives on safety. Comments gathered by SINTEF in relation to the risk analysis, were evaluated against important features and characteristics of the alternative perspectives. The results from the analysis were then used to answer how safety may look through different perspectives on safety, and further, to reveal any features of IO that may not be «caught» by TR handling. Finally, based on the previous results, there were suggested criteria as to when the perspectives may be utilized.

Based on the literature study and the notes from workshops, it indicates for TR handling that the most common approaches to risk analysis will identify the most important contributions to risk, based on a view of cause-conseqence (sequential accident model). Possibilities for more complex interactions among failures doesn't seem to be evaluated in any considerable extent, apart from utilizing simplifications of outcomes, and increasing risk if the system is very complex. However, there are methods for risk analysis that includes more dynamic models, but these are regarded as extensive and demanding to use. Measures to reduce risk are then identified for the risk that is revealed, usually based on barriers and Haddon's strategies. The precautionary-principle is recommended if there is uncertainty regarding the consequences.

The alternative perspectives are different from TR handling, in that they are based on a systemic accident model, and they emphasize handling risk from complex interaction among failures, variability and functional resonance, unexpected events and such. They consider complexity and the dynamic properties of a system. Since it is difficult, or impossible to identify all possible interactions among failures in such systems, they focus on organizing to handle or avoid events that may arise. That is, NAT claims it is possible to organize to handle systems that are either characterized by complexity or tight couplings. RE and HRO, on the other hand, will be relevant to avoid and handle events in systems that are characterized by both complexity and tight coupling.

The results from the analysis of IO-case, indicates that the alternative perspectives on safety will enhance the negative effect for several of the consequences that were identified in the risk analysis. Since the alternative (systemic) perspectives will consider them based on, among other things, complexity, and how they affect the ability to avoid and handle events from complex interactions. This differs from the cause-effect evaluation emphasized in the risk analysis. Similarly, it is reasonable to state that the evaluation of the positive consequences also will be based on a different view for de alternative perspectives. It could be said that by evaluating the consequences through the alternative perspectives, one will be more sensitive to both positive and negative consequences. Something which could be important for decision maker.

Complexity may be seen to be a feature of IO that is not «caught» by TR handling in any particular extent. Review of the risk analysis indicates that there had not been evaluated possibilities of more complex effects of the consequences. It turns out that the suggested compensating measures in the risk analysis will also have a positive effect on the ability to avoid and handle complex events. Some of the measures may even seem to reduce complexity. However, they don't seem to be suggested on the background of considering complexity.

Based on the previous results, there were suggested as criteria that TR handling may primarily be used to examine cause-effect relationships and identify the most important contributions to risk. Further, for the alternative perspectives, there where suggested that they may be used to handle risk that arise from complexity and more dynamic properties of the system. NAT may then be used to consider the degree of coupling and complexity, as well as what structure the organization should have. RE may be used when there is focus on adaption in systems that are difficult to control and dynamic. Finally, HRO may be considered to evaluate whether or not the organization is organized to forsee, perceive and handle unexpected events.

Innhold

Figurer

Tabeller

Definisjoner

Alternative perspektiver I denne oppgaven tolkes HRO, NAT og RE som alternative perspektiver til RA tilnærming. Det vil si at de har en noe annerledes syn på hvordan risiko oppstår og hvordan en må legge til rette for å håndtere dette. De skiller seg ut med blant annet en systemisk ulykkesmodell.

Barriere Middel som reduserer sannsynlighet for at mulig fare skal føre til skade, eller reduserer konsekvensene fra mulige farer. Kan være av fysisk (materiale, beskyttelse og lignende) eller ikke-fysisk art (prosedyrer, trening, og lignende). (Basert på definisjon i [6, s.1])

Funksjonell resonans Begrep introdusert av Hollnagel [30] i forbindelse med RE. Det forstås i denne oppgaven som beskrivelse for hvordan ulike normale variasjoner blant funksjoner og hendelser, til sammen (ved resonans) kan føre til større uventede (ulineære) variasjoner (avvik og uønskede hendelser).

Føre-var-prinsippet Kan tolkes som at en skal ta forbehold om at en ikke vet nok om konsekvensene knyttet til en aktivitet, og derfor likevel introduserer risikoreduserende tiltak.

Komplekse interaksjoner Benyttet som oversettelse av begrepet «complex interactions», som er introdusert i forbindelse med NAT. Perrow har følgende definisjon [23, s.77-78]: «Complex interactions are those in which one component can interact with one or more other components outside of the normal production sequence, either by design or not by design.»

Mindful Begrep knyttet til teori om HRO. Kan tolkes som at en er årvåken i forhold til detaljer i omgivelsene og mulige overraskelser.

Scenario Begrep knyttet til risikoanalyse, som beskriver mulig kjede med hendelser som kan lede til ulykke eller uønsket hendelse.

Systemisk I denne oppgaven forstås det som et syn på at ulykker kan oppstå som følge av uventede sammenfall mellom hendelser, som ikke nødvendigvis var utenfor det normale.

«Tractable/intractable» Begrep benyttet av Hollnagel [29] i forbindelse med RE. De representerer ytterpunkter i det som kan tolkes som beskrivelse av hvor lett det er å «håndtere og kontrollere» systemer.

Variabilitet Benyttet av Hollnagel et al. [30] i forbindelse med RE. Komplekse systemer vil variere i ytelse/utførelse («performance») på grunn av variabilitet i omgivelser og i undersystemer. Det vil blant annet være variabilitet i mennesker (i systemet) sin utførelse.

Forkortelser

ABS	American Bureau of Shipping
ALARP	As Low As Reasonable Practicable
ARAMIS	Accidental Risk Assessment Methodology for Industries
BORA	Barrier and Operational Risk Analysis.
CCA	Cause Consequence Analysis
ESD	Emergency shutdown
ETTO	Efficiency Thoroughness Trade-Off
FAR	Fatal accident rate
FMECA	Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis
FPL	Forpleining
FRAM	Functional Resonance Accident Model
GAMAB	«Globalement Au Moins Aussi Bon: globally at least as good»
HAZOP	Hazard and Operability Study
HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
HRA	Human reliability analysis
HRO	High Reliability Organisations
HVF	Huldra Veslefrikk
I-RISK	Integrated Risk
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IO	Integrerte Operasjoner
ISO	International Organization for Standardization
MACHINE	Model of Accident Causation using Hierarchical Influence Network
MANAGER	Management Safety Systems Assessment Guidelines in the Evaluation of Risk
MEM	Minimum Endogenous Mortality
MORT	Management oversight risk tree
MTO	Management, Technology and Organisation
NAT	Normal Accidents Theory

NS	Norsk Standard
OLF	Oljeindustriens Landsforening
OPS	Operasjonsstøtte
PHA	Preliminary Hazard Analysis
PLL	Potential loss of life
PLS	Plattformsjef
POB	Personell om bord
PRA	Probabilistic Risk Assessment
PSA	Probabilistic Safety Assessment
RA	Risikoanalytisk
RE	Resilience Engineering
RIF	Risk Influencing Factor
RIM	Risk Influence Modelling
RIO	Forskningsprosjekt ved SINTEF Teknologi og Samfunn: «Interdisciplinary Risk Assessment of Integrated Operations adressing Human and Organisational Factors (RIO)»
SAM	System Action Management
SINTEF	Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høyskole
SIS	Safety Instrumented Systems
TTS	Teknisk Tilstand Sikkerhet
WPAM	Work Process Analysis Model
WS	Workshop

Kapittel 1

Innledning

1.1 Bakgrunn

Petroleumsindustrien på norsk kontinentalsokkel har hatt en omfattende utvikling. Siden produksjonen på Ekofiskfeltet startet i 1971, har det utviklet seg til 57 felt i produksjon på den norske kontinentalsokkelen i dag. Det er estimert at omlag 36 % av ressursene på norsk sokkel er produsert, og at det dermed er stort potensial for videre verdiskaping i årene som kommer. Videre er det ventet at petroleumsproduksjonen vil holde seg stabil i de nærmeste årene og at investeringsnivået vil øke [48]. Men selv om utsiktene for videre produksjon og verdiskaping er lovende, fører lav oljepris og et verdenssamfunn med mål om å redusere CO_2-utslippene til at bedre løsninger for renere og mer effektiv drift må utvikles.

Petroleumsindustrien har i løpet av de siste årene i økende grad tatt i bruk integrerte operasjoner (IO). Dette innebærer nye tekniske og organisatoriske løsninger som fører til mer effektiv drift og reduserte produksjonskostnader. Ved å ta i bruk ny informasjons- og kommunikasjonsteknologi er det blant annet mulig å ha sanntidsmøter mellom on- og offshore. Slik knyttes on- og offshore nærmere sammen, og det introduseres en rekke endringer i måter å arbeide på.

For eldre olje- og gassfelt som er i en sluttfase for produksjon, vil kostnadene ved å produsere øke og resultere i lavere fortjeneste. Ved å legge om driften til IO kan de eldre olje- og gassfeltene få forlenget økonomisk levetid, og for nye produksjonsfelt gir det muligheter for økt profitt [42]. Foruten økonomiske fordeler gir IO også muligheter til å beholde kompetanse, ved at personell som av helsemessige årsaker ikke kan arbeide offshore, får tilbud om stillinger onshore [47]. Ved omlegging til IO forventes det også bedre overvåkning av utstyr og mer effektivt vedlikehold, bedre produksjonsregularitet, økt utvinning, redusert bemanning og forbedret HMS [12].

På Kristinplattformen til StatoilHydro er det innført IO, og det hevdes at dette har spart driftskostnadene i oppstartsåret med 200 millioner kroner. Videre kunne de vise til svært god produksjonsregularitet ($98 - 99$ %) og null gasslekkasjer. Mens det er vanlig med en bemanning på rundt 150 personer på en stor offshoreinnretning, er bemanningen på Kristin redusert til bare 31 personer ombord til en hver tid. [10, 42]

I årene som kommer forventes det at utviklingen av IO vil fortsette og det vil blir tatt i bruk stadig mer avansert teknologi. Foruten integrasjon mellom land og hav, strekker det seg også til samhandling mellom internasjonal virksomhet. Videre vil det også bli økende grad av muligheter for fjernovervåkning og fjernstyring av virksomheten på sokkelen. [8]

1.2 Tema

Omlegging til IO medfører nye måter å ta i bruk teknologi på og nye måter å arbeide på. Endringene som følger av IO gir en rekke nye muligheter og forbedringer, men endringene kan

også skape nye risikomomenter. Det er viktig at innføringen av de nye arbeidsmåtene og den nye teknologien skjer på en slik måte at risikonivået ikke blir høyere enn det dagens driftsløsninger gir, men at det selvsagt heller reduseres [13]. Regjeringen har i stortingsmelding nr. 12 uttalt at *«Det er regjeringens målsetting at petroleumsvirksomheten skal være verdensledende på HMS.»* [8, s.11]. Petroleumstilsynet, som har myndighetsansvaret for teknisk og operasjonell sikkerhet i norsk petroleumsvirksomhet, har uttalt at de forventer at HMS-forbedring skal være en driver for utviklingen av IO [14]. Samtidig er det også nevnt at petroleumsnæringen har som mål å være verdensledende innen IO [14]. Dersom en skal nå målsettingen til både staten og næringen er det viktig at en kartlegger og vurderer eventuelle risikomomenter, som endringene fra IO medfører, på en god og effektiv måte.

De vanligste metodene for kartlegging og vurdering av risiko som benyttes i petroleumsindustrien i dag, har stort fokus på tekniske feil og beslutningsfaktorer som kun er aktuelle i utbyggingsfasen [55]. Siden flere av endringene som IO medfører ikke bare berører tekniske systemer, men også påvirker organisatoriske og menneskelige faktorer, er det viktig å ta i bruk metoder som kan kartlegge betydningen av disse i forhold til risikonivået. For øyeblikket kan det være tvil om eksisterende metoder for risikoanalyse fanger opp slike faktorer. Derfor er det satt i gang forskningsprosjekter for å undersøke om eksisterende metoder kan utvikles til å inkludere menneskelige og organisatoriske faktorer, og om alternative perspektiver på sikkerhet kan være aktuelle å inkludere i risikoanalyse, eller utvikles videre til nye metoder.

Ved støtte fra Forskningsrådet, Petroleumstilsynet og IO-senteret, har SINTEF Teknologi og Samfunn satt i gang et forskningsprosjekt kalt «Interdisciplinary Risk Assessment of Integrated Operations adressing Human and Organisational Factors (RIO)». Prosjektet har følgende målsetting [15, s.2]:

> «The overall project goal is to develop new knowledge (theories, models) and frameworks for reasoning, as a basis and platform for risk assessment in relation to petroleum production in an integrated operations (IO) environment, and to provide guidance on the practical use of these results to relevant practitioners in the petroleum industry»

To av hovedaktivitetene i prosjektet går ut på [15, s.2]:

- «Analyze which effects the IO-related changes have on risk by using different perspectives on organizational accidents and resilient organizations»
- «Position different methods for risk and safety assessments according to system characteristics, and evaluate the applicability of methods related to IO-related changes»

1.3 Problemstilling

Problemstillingen er forankret i forskningsprosjektet RIO til SINTEF Teknologi og Samfunn, og baserer seg på å studere ulike tilnærminger til risikohåndtering i integrerte operasjoner i petroleumsindustrien. I fokus for oppgaven er tradisjonell risikoanalytisk tilnærming i forhold til alternative tilnærminger, som for eksempel Resilience Engineering, HRO og lignende. Disse beskriver ulike teorier og kriterier for hva som må til for å oppnå sikker drift, og et av spørsmålene som skal besvares er:

- Hva kan ulike tilnærminger til håndtering av risiko gi svar på?

Altså, hvordan stiller en tradisjonell risikoanalytisk tilnærming seg i forhold til alternative tilnærminger?

Som nevnt innledningsvis medfører omlegging til integrerte operasjoner en rekke endringer både med hensyn på tekniske, organisatoriske og menneskelige faktorer. I oppgaven skal det undersøkes hvordan ulike perspektiver på sikkerhet fungerer til å analysere risikomomentene fra endringer i forhold til menneskelige og organisatoriske faktorer. Dette er beskrevet med følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan ser sikkerhet ut gjennom alternative perspektiver på sikkerhet?
- Er det trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming?

Det bør nevnes at oppgaven ikke skal være et angrep på risikoanalytisk tilnærming, men et forsøk på å se hvordan alternative tilnærminger stiller seg, og om de kan benyttes til å utvide og utfylle risikoanalyser.

Etter å ha svart på de overnevnte spørsmålene, skal det så diskuteres hva som kan være kriterier for når det er aktuelt å benytte seg av de ulike perspektivene. Dette er formulert med følgende forskningsspørsmål:

- Hva kan være kriterier for når en kan benytte de ulike tilnærmingene?

Problemstillingen tilnærmes med følgende steg:

1. Først gjennomføres et begrenset litteraturstudie for å gi en kort beskrivelse av hva IO er.
2. For å undersøke hva de ulike tilnærmingene til sikkerhet kan gi svar på utføres det et litteraturstudie av de ulike tilnærmingene. I tillegg blir det også hentet inn informasjon gjennom deltagelse på workshops omkring temaer relatert til oppgaven.
3. Et IO-case benyttes for å belyse hvordan sikkerhet ser ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet.
4. Med utgangspunkt i IO-caset undersøkes det også om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming.
5. Til slutt benyttes resultatene fra de forgående spørsmålene til å diskutere kriterier for når de ulike perspektivene kan benyttes.

1.4 Formål

Oppgaven er, som nevnt tidligere, relatert til integrerte operasjoner i petroleumsindustrien. Bruken av IO er forventet å øke i tiden som kommer, og derfor er det viktig at en har gode metoder for å vurdere risikoen knyttet til endringene som følger med omlegging til IO. I stortingsmelding nr. 12 om «Helse, Miljø og Sikkerhet i petroleumsvirksomheten» (2005 – 2006) [8, s.49] nevnes det at:

> «Gransking av alvorlige hendelser og storulykker i sikkerhetskritiske industrier har satt fokus på endringsprosesser som en betydelig potensiell risikobidragsyter.»

I forhold til endringene som følger med integrerte operasjoner, kommer det frem i Stortingsmelding nr. 12 at «*Departementet mener det er behov for at næringen foretar en mer systematisk gjennomgang av mulige HMS-konsekvenser knyttet til de endringer som planlegges.*» [8, s.35]. Det nevnes en rekke viktige forhold som må vurderes i sammenheng med dette, som for eksempel endringer i ansvarsforhold og roller, forflytning av beslutningsmyndighet på tvers av land/kulturgrenser og mellom tidssoner, og konsekvenser av økt kompleksitet og automatisering

i ekspertdrevne beslutningsprosesser. Det kommenteres videre at *«Myndighetene ser det som viktig å få etablert ny kunnskap og metoder knyttet til risikovurdering av disse forhold.»* [8, s.35].

Formålet med oppgaven er å studere ulike tilnærminger til risikohåndtering for integrerte operasjoner. Dette kan ses å bidra i forskning omkring hvilke metoder og teknikker for risikoanalyse som kan benyttes for å få en mer helhetlig og solid vurdering av ulike risikomomenter i forbindelse med endringene.

Ulike perspektiver på sikkerhet kan benyttes til å undersøke ulike aspekter ved risikomomenter som følger med IO-relaterte endringer. Ved å undersøke hva de ulike tilnærmingene til håndtering av risiko gir svar på, kan en si noe om når det er aktuelt å benytte de ulike perspektivene.

1.5 Avgrensninger

I forhold til oppgaven er det gjort følgende avgrensninger:

- Oppgaven er avgrenset til IO i norsk petroleumsindustri.
- Det er hovedsakelig fokus på de menneskelige og organisatoriske endringene IO medfører, og i svært liten grad de tekniske.
- Oppgaven er avgrenset til å ta for seg de tre alternative perspektivene «Normal Accidens Theory» (NAT), «Resilience Engineering» (RE) og «High Reliability Organisations» (HRO), i tillegg til risikoanalytisk tilnærming.
- I litteraturstudiet vil det selvsagt være begrensninger i forhold til hvor mange kilder en kan ta for seg. For hver av tilnærmingene er det gjort avgrensninger i forhold til hvilken litteratur det er lagt vekt på (jf. delkap. 3.3.1 for beskrivelse av kilder).
- Oppgaven er avgrenset til å bare inkludere analyse av ett IO-case.
  - I sekundæranalysen av risikoanalysen er det ikke gjort analyse av kommentarer innen kategoriene økonomi og omdømme.
  - Analysen retter seg mot de negative konsekvensene (kommentarene).

1.6 Oppgavens utforming

Kapittel 1. Innledning: Det gis presentasjon av bakgrunn og temaet for oppgaven, og videre presenteres problemstillingen og formålet. I tillegg er også viktige avgrensninger i forbindelse med oppgaven tatt med.

Kapittel 2. Integrerte Operasjoner Det gis en kort beskrivelse av hva IO kan sies å være i dag.

Kapittel 3. Metode: Kapittelet gir en oversikt over metodisk tilnærming benyttet for å løse oppgaven. De ulike stegene i utføringen forklares, og videre presenteres blant annet vurdering av reliabilitet og validitet, feilkilder, generaliserbarhet og en generell vurdering gjennomført metode.

Kapittel 4. Risikoanalytisk tilnærming: Det gis en presentasjon av hva risikoanalytisk tilnærming til sikkerhet innebærer. Sikkerhetsstyring og risikostyring forklares, sammen med ulike elementer fra risikoanalyseprosessen.

Kapittel 5. Normal Accidents Theory: Kapittelet gir en oversikt over hva NAT innebærer. Det forklares blant annet hvordan systemer kan karakteriseres ved grad av interaksjoner og koblinger, og videre hvordan en kan håndtere systemer basert på dette.

Kapittel 6. Resilience Engineering: Presentasjon av hva Resilience Engineering innebærer og går ut på. I tillegg forklares metoden FRAM for identifisering av mulighet for økt variabilitet og funksjonell resonans.

Kapittel 7. High Reliability Organisations: Det gis en presentasjon av hva teori om HRO innebærer, viktige begreper og prinsipper forklares.

Kapittel 8. Sammenligning og vurdering av tilnærminger: Det presenteres tabeller for sammenligning av tilnærmingene. Videre følger det en diskusjon omkring likheter og ulikheter ved tilnærmingene, og vurdering av egenskaper ved IO opp mot systemkarakteristikker for tilnærmingene, før det til slutt diskuteres hva de ulike tilnærmingene til håndtering av risiko kan gi svar på.

Kapittel 9. Resultater fra analyse: Resultatene fra sekundæranalyse av risikoanalysen presenteres, og basert på disse diskuteres det hvordan sikkerhet ser ut gjennom alternative perspektiver på sikkerhet. Til slutt følger en diskusjon om hvorvidt det er trekk ved IO som ikke fanges opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming.

Kapittel 10. Kriterier og oppfatning av resultater: Basert på resultatene fra de foregående kapitlene foreslås det kriterier for når de ulike tilnærmingene kan benyttes. I tillegg presenteres det en egen oppfatning av resultatene fra oppgaven.

Kapittel 11. Konklusjon og forslag til videre arbeid: Ut fra resultatene fra oppgaven presenteres konklusjoner for hvert av spørsmålene i problemstillingen, i tillegg listes det også forslag til videre arbeid.

Tillegg A. Notater fra workshops: Presentasjon av informasjon og notater samlet inn i forbindelse med workshops.

Tillegg B. Informasjon knyttet til risikoanalyse: Tillegget inneholder materiell som ble utviklet i forbindelse med sekundæranalyse av risikoanalysen, og dokumenter fra selve risikoanalysen utført av SINTEF.

Tillegg C. Generell informasjon: Generell informasjon som er utviklet og benyttet i forbindelse med oppgaven, men som ikke har vært nødvendig å inkludere i hoveddel.

Kapittel 2

Integrerte operasjoner

2.1 Integrerte Operasjoner

Integrerte operasjoner, e-drift, fjernstøtte, fjernstyring, «smartfields», og så videre. [24, 26]. Det benyttes mange ulike navn for det som i denne oppgaven betegnes som integrerte operasjoner. IO er ikke et presist definert begrep, og det kan være noen variasjoner i hva de enkelte selskapene i petroleumsnæringen legger i det.

I stortingsmelding nr. 38 defineres integrerte operasjoner som *«... bruk av informasjonsteknologi til å endre arbeidsprosesser for å oppnå bedre beslutninger, til å fjernstyre utstyr og prosesser og til å flytte funksjoner og personell til land.»* [7, s.34] Denne definisjonen benyttes blant annet av Oljeindustriens Landsforening (OLF) og Petroleumstilsynet. I en rapport fra Petroleumstilsynet [46, s.6] fremheves det, ut i fra definisjonen i storingsmelding nr. 38, tre nøkkelelementer som IO inkluderer *«"bruk av informasjonsteknologi", "endrede arbeidsprosesser", "flytting av funksjoner" (endring av Organisasjon)»*. StatoilHydro beskriver integrerte operasjoner med litt andre ord på sin nettside: *«Integrerte operasjoner (IO) er å bruke sanntidsdata og ny teknologi for å fjerne skillet mellom disipliner, faggrupper og selskap.»* [12]. I tillegg til å øke samarbeidet mellom land og hav spesifiserer StatoilHydro at den nye informasjonsteknologien også muliggjør fjernstyring og mer effektive måter å samarbeide på [12].

Slik det fremstilles i ulike rapporter og artikler, kan nok noe av det viktigste grunnlaget for IO beskrives ved muligheten for overføring av data mellom land og hav. Ved hjelp av sanntidsoverføring av lyd og bilde (videokonferanser) kan ledelsen på land kommunisere med ledelsen offshore, og en får en tettere mer integrert virksomhet. Data fra ulike målere og instrumenter blir overført med blant annet fiberoptiske kabler [17], og er tilgjengelig for eksperter innen ulike fagområder samtidig. Plattformer, operasjonssentre og leverandører lokalisert på ulike geografiske steder kan kommunisere og samhandle (se Figur 2.1 for eksempel på samhandlingsrom, og Figur 2.2 for eksempel på operasjonslandskap). Mens en tidligere måtte stasjonere eksperter permanent eller fly de ut til plattformer, bringes nå dataen til ekspertene [17, 34]. Dermed kan det tas raskere og bedre beslutninger som kan føre til økt utvinning og mer effektiv produksjon, og dermed også økt fortjeneste [17]. I utviklingen av IO forventes det etter hvert bruk av virtuelle driftssentre som er kontinuerlig bemannet gjennom døgnet, og koblet opp mot operasjoner på en global skala gjennom internett [18].

De nye formene for samhandling mellom land og hav fører til at flere administrative arbeidsoppgaver kan flyttes onshore, slik at offshorepersonell får mer operativ tid [42]. Dermed kan en redusere personell offshore og bruke de mer effektivt og fleksibelt [17], noe som igjen er med på å redusere driftskostnadene. Det er også med på å bevare kompetanse ved at personell som ikke kan arbeide offshore av helsemessige årsaker, kan få tilbud om arbeid onshore [47]. I en artikkel på StatoilHydro [17] sine nettsider fortelles det også hvordan IO gir muligheter for at lege på

land kan observere målinger fra elektrokardiagram (ECG) til pasient offshore. Den nære støtten fra land gir altså ikke bare økonomiske gevinster, den kan også ses å gi HMS-forbedringer.

I en rapport fra OLF om HMS og IO [47], beskrives det HMS-forbedringer i form av at mer informasjon er tilgjengelig for flere samtidig, noe som kan gi mulighet for tidlig feildeteksjon, deteksjon av faresituasjoner og avvik. Videre nevnes det at flytting av ledelse til land også gir rom for økt oppfølging av innleid personell og bedre kontinuitet i HMS-arbeidet. Det er også forventet at det nære samarbeidet mellom land og hav vil ha positiv innvirkning på tillitsforholdet mellom operatør og leverandør, og dermed også forbedre HMS-kulturen gjennom tettere oppfølging av operatør sine krav overfor leverandør. Mindre personell offshore vil for øvrig bety redusert behov for helikoptertransport, noe som reduserer både forurensning og samlet risikoeksponering [59, 22]. I rapport fra SINTEF Teknologi og Samfunn [59] er det også tatt med at IO vil gi muligheter for forbedringer i metoder og verktøy, samt arbeidsprosser som benyttes i risikohåndteringen. Som for eksempel i forhold til risikoovervåkning, håndtering av avvik og beredskapssituasjoner. Det nevnes blant annet muligheter for sanntidsoppdatering av risikoanalyser, og bedre visualisering av arbeidstillatelser.

Parallelt med mulighetene for forbedringer i forhold til sikkerhet, er det også mulige utfordringer som må takles. I rapport av Grøtan og Albrechtsen [59, s.26] blir det blant annet trukket frem følgende elementer ved IO som kan bidra til storulykkesrisiko:

- Uklarheter i grensesetting, relasjoner og ansvarsdeling mellom operatører, leverandører og underleverandører som kommer for dagen i avvikssituasjoner
- Beslutninger tatt på avstand er farefulle fordi sublim (underliggende) informasjon undertrykkes i elektronisk samhandling
- Integrerte leverandører/kontrakter introduserer ny sårbarhet ift markedsendringer, konjunktursvingninger og gjennomtrekk av personell.
- Med integrerte leverandører/kontrakter oppstår det usikkerhet om hvorvidt det finnes tilstrekkelig ressurser i driftsorganisasjonen til å delta i planlegging og gjennomføring av endringsprosesser, samtidig som en opprettholder forsvarlig drift.
- Avhengigheten av velfungerende IKT infrastruktur øker dramatisk. Bare muligheten for hacking og angrep av virus og lignende kan i kritiske situasjoner introdusere usikkerhet om avvik kan tilskrives dette eller skyldes virkelige feil på utstyr og/eller operatørfeil.
- Økt automatisering fører til nye og større utfordringer ift situasjonsforståelse og mulighet for å handle korrekt i avvikssituasjoner
- Kan man være sikker på at det blir mulig å mobilisere tilstrekklig bemanning til å håndtere en krisesituasjon, når bemanningen på installasjonen i utgangspunktet er minimal?

Figur 2.1: Eksempel på samhandlingsrom [63, s.6].

Figur 2.2: Eksempel på operasjonslandskap [63, s.6].

2.1.1 Teknologi

Sannstidsoverføring av data og ny teknologi muliggjør også fjernstyring av en rekke operasjoner enten fra land eller fra andre innretninger. For eksempel kan en fjernstyre operasjoner som boring og brønnoperasjoner samt brønnhodeplattformer og subsea-anlegg [40]. Det er stort sett innretninger uten prosessering som kan fjernstyres, andre typer innretninger med roterende utstyr (pumper, kompressorer) vil kreve mer manuelt arbeid til vedlikehold [40]. Snøhvitfeltet til StatoilHydro er det første felt på norsk sokkel som fjernstyres fra land og hadde oppstart i 2007. Dette er et subsea-anlegg i Barentshavet på mellom 250 og 345 meter under havoverflaten [11], og styres fra Melkøya utenfor Hammerfest i Finnmark, ved hjelp av en 144 kilometer lang kabel på havbunnen [9]. BP Norge gjennomførte forøvrig verdens første fjernstyrt sementering av brønn fra land, på sitt Valhall-felt i 2004 [3].

Andre typer teknologi som også blir nevnt i forbindlese med IO, er bruk av håndholdt kamera for å vise ekspertise onshore video av utstyr og deler [20]. Det er også nevnt muligheter for inspeksjonsroboter og inspeksjon av rør med ultralyd [22]. Teknologien og innholdet i IO utvikler seg konstant. Men for øyeblikket er fokuset ved IO først og fremst på samhandling mellom land og hav, og sammenstilling av data til bruk for blant annet bedre plassering av brønner, sanntids reservoarstyring og overvåking, og sanntids optimalisering av brønnbaner og boreprosess [46, 62]. Noe som forventes å gi reduserte drifts- og borekostnader, produksjonsøkning og bedre utvinning. I denne sammenheng vil det ofte være behov for visualiseringsprogramvare, og det finnes for eksempel 3D visualiseringsverktøy til hjelp for å presentere data [1]. BP Norge benytter seg blant annet av sanntids-boresenter, og «3D synkronisert onshorevisning til rigg i sanntid» [2].

2.1.2 Organisatoriske og menneskelige faktorer

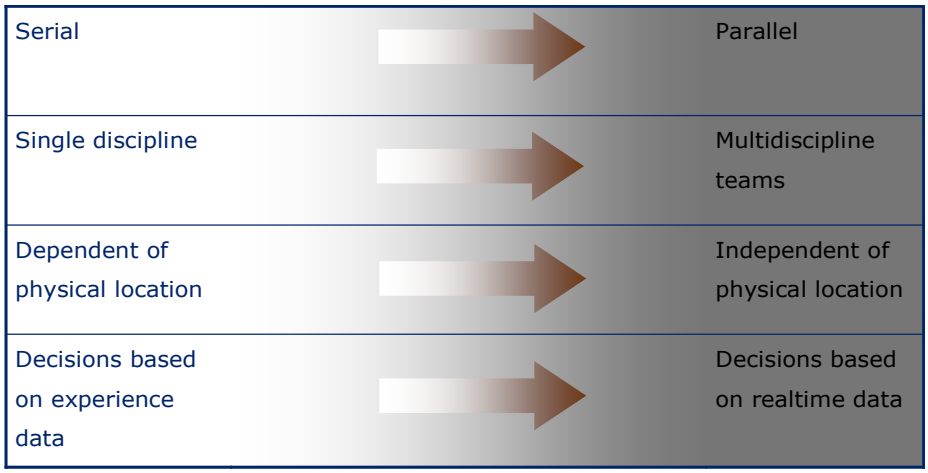
Integrering av operasjoner mellom land og hav medfører store endringer i menneskelige og organisatoriske faktorer. I et notat fra SINTEF Teknologi og Samfunn [42] beskrives det hvordan Kristinplattformen til StatoilHydro har tatt i bruk IO, og hvilke endringer dette har medført i forhold til blant annet organisatoriske og menneskelige faktorer.

På Kristinplattformen er det innredet med sanntids-videooverføring i dedikerte samarbeidsrom, som benyttes permanent med daglig kommunikasjon mellom ledelsen on- og offshore. Det er tatt i bruk åpent kontorlandskap for å legge til rette for større grad av koordinasjon og samarbeid mellom ulike disipliner offshore. Disiplinene er plassert slik at de kan se og høre hverandre. Offshorepersonell har fått fullt ansvar for sine arbeidsoppgaver, de planlegger, utfører og rapporterer. Og for å kunne planlegge arbeidsdagene sine og prioritere arbeidsoppgaver, må de ha oversikt over oppgaver og problemer som de andre disiplinene på plattformen arbeider med. De må synkronisere seg med de andre disiplinene. Offshorepersonell er i større grad selvstyrte [10], de planlegger sin egen dag og tar avgjørelser. De strategiske avgjørelsene skal tas av ledelse eller fagansvarlig, men det er lagt opp til at avgjørelser helst skal tas på lavest mulig nivå. Selv om hver enkelt opererer selvstyrt, krever likevel drift av plattformen at en samtidig fungerer mer som et samlet lag, hvor en samarbeider på tvers av disipliner og med ledelse onshore.

Onshore bidrar med planlegging, ekspertkompetanse og ledelse. De støtter med problemløsing, prioritering av arbeidsoppgaver og holder oversikt på tvers av skift offshore. Den daglige sanntidsvideokommunikasjonen mellom ledelse on- og offshore gjør at de har en «Shared situational awareness» [42, s.5], onshorepersonell har full oversikt over situasjonen offshore og kan raskt involveres i problemløsing. Teknisk støtte er tilgjengelig for alle de ulike disiplinene offshore, og eksperter kan hentes inn ved behov. De fungerer også som en kunnskapsbase mellom skift, og velger ut og prioriterer arbeidsoppgaver. For å unngå at onshorepersonell mister sin offshorekompentanse roteres personell mellom on- og offshore stillinger på seks måneders til ett års basis.

Det er tydelig at omlegging til IO på Kristinplattformen har påvirket arbeidsmåte på flere nivå. For det første er det økt samhandling mellom hav og land, for det andre er det større grad

av samhandling mellom personell innen ulike disipliner offshore, og for det tredje har det også medført endringer i ansvaret for egne arbeidsoppgaver for offshorepersonell. Den nye formen for samarbeid gjør driften mer gjennomsiktig ved at personell fra ulike disipliner har oversikt over hverandres situasjon og involveres i problemløsing og avgjørelser. De enkelte har større grad av selvstyring, men må samtidig også koordinere seg og involvere seg mer med de andre disiplinene.



Figur 2.3: Endringer i arbeidsmåter som følge av introduksjon av IO [42, s.12].

Figur 2.3 illustrerer endringene i arbeidsmåter som følger med IO. Den viser hvordan en går fra tradisjonell samlebåndutførelse av oppgaver til parallell oppgavebehandling. Personell samarbeider på tvers av ulike disipliner, og overføring av sanntidsdata fjerner avhengighet av fysisk tilstedeværelse. Til slutt illustrer den også hvordan bruk av videokonferanse har gjort det mulig å tilkalle eksperter for å ta raskere og bedre avgjørelser.

Også Brageplattformen som tidligere ble operert av Hydro har tatt i bruk IO. Følgende strategier ble satt for innføring av IO [21, s.358]:

1. Strengthen decision-making onshore model and executing offshore model.
2. Offshore tasks that can be moved onshore shall be moved onshore.
3. Strengthen continuity between shifts through a more operational onshore organization.
4. Increase the utilization of available production potential through strengthened cooperation onshore-offshore.

Disse strategiene kan nok også sies å være gode beskrivelser for endringer i organisasjon som overgang til IO medfører i dag.

Kapittel 3

Metode

3.1 Metodisk tilnærming

Oppgaven har som formål å studere ulike tilnærminger til risikohåndtering for integrerte operasjoner i petroleumsindustrien. Problemstillingen gjør det naturlig å benytte en kvalitativ fremgangsmåte, hvor det gjennomføres litteraturstudie, gjennomgang av IO-case, og i tillegg samles inn informasjon gjennom å delta på workshops.

Ut fra problemstillingen er det lagt opp følgende steg for å svare på oppgaven. Første del er å gjennomføre et litteraturstudie for å sette seg inn i og forklare kort hva integrerte operasjoner er, og hva det innebærer av endringer. Videre, ved hjelp av litteraturstudie av ulike tilnærminger til sikkerhet, samt deltagelse på workshops omkring temaer relatert til oppgaven, forsøkes det så å danne et teoretisk grunnlag for å kunne si noe om hva ulike tilnærminger til sikkerhet kan gi svar på. Dette teoretiske grunnlaget vil også danne utgangspunkt for sekundæranalyse av et IO-case, i form av en risikoanalyse [31] utarbeidet av forskere ved SINTEF Teknologi og Samfunn i forbindelse med IO-relaterte endringer ved Huldra Veslefrikk (HVF) plattformen til StatoilHydro. Videre vil IO-caset benyttes til å illustrere hvordan sikkerhet ser ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet, samt om det er trekk ved IO som ikke fanges ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming. Til slutt vil det som er kommet frem ses på samlet for å diskutere kriterier for når de ulike perspektivene kan benyttes.

De ulike tilnærmingene til sikkerhet som ble valgt ut, i tillegg til tradisjonell risikoanalytisk (RA) tilnærming, inkluderer «Resilience Engineering» (RE), «Normal Accidents Theory» (NAT) og «High Reliability Organisations» (HRO). RE, NAT og HRO er tre alternative tilnærminger til sikkerhet som skiller seg fra RA tilnærming ved blant annet ulike ulykkesmodeller.

Basert på litteraturstudiet er det utviklet teorikapitler omkring de ulike tilnærmingene til sikkerhet. Disse er lagt opp slik at det gis en presentasjon av de mest sentrale og viktigste trekkene ved hver tilnærming. Basert på denne presentasjonen forsøkes det å få frem syn på risiko, hvordan risiko vurderes og hvordan risiko håndteres. Fremgangsmåten er her basert på tankegang om at disse vil være avhengige av hverandre, ved at «what you look for is what you find» og «what you find is what you fix» [35]. I tillegg er det også lagt vekt på å få frem hva som kan sies å være viktige systemkarteristikker ved tilnærmingene.

På bakgrunn av det opparbeidede teoretiske grunnlaget i litteraturstudiet og input fra workshops, ble det utført en sekundæranalyse av risikoanalysen utarbeidet av forskere ved SINTEF Teknologi og Samfunn. For hvert av de alternative perspektivene ble det valgt ut stikkord som beskrev ulike trekk og egenskaper, og som videre ble benyttet i en ny analyse av konsekvensene (kommentarene) avdekket i risikoanalysen. Resultatene fra analysen ble så sammenlignet med resultatene fra risikoanalysen til SINTEF, og det ble laget til en oppstilling av resultater for å vise hvordan

sikkerhet ser ut gjennom de alternative perspektivene. Se delkap. 3.5.2 for nærmere beskrivelse av fremgangsmåte for sekundæranalyse.

Fremgangsmåte i steg:

1. Først gjennomføres et begrenset litteraturstudie for å gi en kort beskrivelse av hva IO er.
2. For å undersøke hva de ulike tilnærmingene til sikkerhet kan gi svar på utføres det et litteraturstudie av de ulike tilnærmingene. I tillegg blir det også hentet inn informasjon gjennom deltagelse på workshops omkring temaer relatert til oppgaven.
3. Et IO-case, i form av en risikoanalyse, benyttes for å belyse hvordan sikkerhet ser ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet.
4. Med utgangspunkt i IO-caset undersøkes det også om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming.
5. Til slutt benyttes resultatene fra de forgående spørsmålene til å diskutere kriterier for når de ulike perspektivene kan benyttes.

I løpet av arbeidet med oppgaven ble det også mulig å besøke en norsk operatør i petroleumsindustrien, og få presentasjon av deres IO-fasiliteter på land. Notater fra deres presentasjoner er benyttet som ekstra informasjon om hva IO er i dag (se tillegg C.2 for notater)

3.2 Kvalitativ forskning

Kvalitativ forskning kjennetegnes blant annet ved at en gjerne benytter flere ulike metoder, det er bruk av tekstlige data og det er en mer uformell fremgangsmåte, hvor innsamling av data og analyse forgår parallelt [19]. Det kjennetegnes også som en induktiv og eksplorerende fremgangsmåte, hvor en går fra empiri til utvikling av teori [19].

Kvalitativ forskning kan oppnå troverdighet gjennom å gjøre rede for forskningsprosessen [19]. Det kan vises bekreftbarhet ved at det gjøres vurderinger av hvilke alternative tolkninger som er relevante, og vurdering av hvordan forsker sin egen erfaring kan ha virket inn [19].

I denne oppgaven benyttes det litteraturstudie sammen med empiri fra workshops og gjennomgang av IO-case. Disse utgjør ulike måter å undersøke deler av problemstillingen på, og til slutt ses de samlet for å foreslå kriterier for bruk av de ulike tilnærmingene.

Forskningsprosessen forklares i delkap. 3.1 og 3.5.2, vurdering av reliabilitet og validitet følger i delkap. 3.6, og i tillegg er mulige feilkilder listet i delkap. 3.8. I diskusjoner er det forsøkt å holde et kritisk forskningsblikk med hensyn på egne forventninger og påvirkninger, og femstille resultater så nøytralt som mulig. Oppgaven er i stor grad basert på teoretisk fremgangsmåte og subjektive vurderinger, og for resultater og konklusjoner må dette tas i betraktning.

Caset som benyttes i oppgaven er valgt for å få innsikt i hvordan sikkerhet vil se ut gjennom ulike perspektiver, og om det er trekk ved IO som RA tilnærming ikke fanger opp. Caset gir en beskrivelse av ulike endringer som IO medfører i driftsmodellen for en av StatoilHydro sine plattformer. Det kan ses på som en noe begrenset form for «instrumental casestudy», ut fra Stake [51] sin definisjon. Hvor en ikke er spesielt interessert i å finne ut mer om caset, men benytter det for eksempel for å få innsikt i et forhold. En velger gjerne caset med en antagelse om at det representerer et typisk eksempel, og det er dermed naturlig å undersøke tilfellet grundig og detaljert [51]. I denne oppgaven er caset valgt ut fra at det representerer flere av de endringene som er vanlige i forbindelse med omlegging til IO for plattformer i petroleumsindustrien, og det illustrerer hvordan risikoanalytisk tilnærming kan fungere i forhold til IO.

3.3 Litteraturstudie og teori

Den første delen av oppgaven bestod i å gjennomføre et litteraturstudie for å sette seg inn i de ulike tilnærmingene til risikohåndtering, og undersøke hva de gir svar på. I det følgende forklares fremgangsmåte og hvilken litteratur som har vært sentral for de ulike delene i litteraturstudiet.

Litteratur ble generelt identifisert i samråd med veileder, søk i BIBSYS Ask-database, søk på internett og gjennom å undersøke referanser i sentral litteratur.

3.3.1 Teori

Basert på litteraturstudiet er det utviklet teorikapitler hvor de ulike tilnærmingene presenteres. I tillegg er det også gitt en kort presentasjon av IO i kapittel. 2.

Presentasjonen av risikoanalytisk tilnærming er forsøkt og holdt bred og overordnet, siden risikoanalytisk tilnærming er et omfattende felt med mange ulike metoder og teknikker. I tillegg er det noe ulike oppfatninger av hva som legges i ulike begreper og hvordan en utfører sikkerhetsstyrings-/risikostyringsprosessen. Derfor er de mest generelle trekkene ved risikoanalytisk tilnærming beskrevet uten at det er gått spesifikt inn på metodene. Det gis en kort presentasjon av metoden BORA, siden denne er en relativt ny metode som inkluderer menneskelige og organisatoriske faktorer. Ellers forsøkes det å forklare hvordan det legges opp til risikostyring/sikkerhetsstyring, og videre, hva som innebæres i risikovurdering og risikohåndtering. I tillegg er noen sentrale begreper forklart, deriblant hva som forstås som risiko. For risikoanalyse er det i hovedsak det som kan kalles den «klassiske» risikoanalysen som presenteres og vektlegges.

For de alternative perspektivene presenteres tankegang og innhold i perspektivet. Det er, som nevnt tidligere, fokus på de mest sentrale og viktigste trekkene ved perspektivene, basert på utvalgte kilder.

I forhold til de alternative perspektivene er det hensiktsmessig å først og fremst basere seg på kilder fra sentrale skikkelser som «representerer» perspektivene eller har arbeidet med å utvikle de. Men det er selvsagt også nyttig å undersøke hva andre, for eksempel forskningsrapporter som benytter perspektivene, har skrevet. Blant annet for å utvide og kontrollere sin egen forståelse av perspektivene.

3.3.2 Integrerte Operasjoner

Teori om IO er blant annet basert på ulike rapporter fra Petroleumstilsynet og OLF, samt ulike notater og forskningsrapporter fra SINTEF Teknologi og Samfunn. En del artikler fra hjemmesider til aktører innen petroleumsindustrien, som for eksempel StatoilHydro, har også blitt benyttet for å undersøke nærmere hva de legger i IO, og hva IO innebærer for de. For å få et bredt bilde av IO og for å undersøke hva som er tilgjengelig av artikler og annen informasjon, er det er utført søk både på internett og i BIBSYS Ask-database (bibliotekdatabasen), på stikkord relatert til integrerte operasjoner. Kildene som er benyttet er altså først og fremst fra OLF, Petroleumstilsynet, forskning og sentrale aktører innen petroleumsindustrien.

3.3.3 Risikoanalytisk tilnærming

Teori om risikoanalytisk tilnærming er først og fremst basert på litteratur fra norsk forskningsmiljø ved NTNU, SINTEF og Universitetet i Stavanger, samt norske og noen internasjonale standarder. De mest sentrale kildene har vært Norsk Standard 5814:2008, «Risk Influence Analysis» [36] av Vatn, «Risikoanalyse – Veiledning til NS 5814» [44] av Rausand, «Risikoanalyse» [56] av Aven et al., samt presentasjoner av Haugen [52] og Øien [39] i faget TPK5160 Risikoanalyse, ved NTNU høsten 2007.

3.3.4 Resilience Engineering

Resilience Engineering er presentert hovedsakelig basert på boken «Resilience Engineering – Concepts and precepts» [30] av Hollnagel et al. I tillegg er det også benyttet artikler og presentasjoner av Hollnagel, samt artikler fra forskningsmiljøet ved SINTEF Teknologi og Samfunn.

3.3.5 Normal Accident Theory (NAT)

Charles Perrow presenterte «Normal Accident Theory» i 1984 i boken «Normal Accidents: Living with High-Risk Technologies». Teori om NAT er basert på siste versjon av samme boken fra 1999. I tillegg er det også benyttet SINTEF rapport av Rosness et al. [49], hvor blant annet NAT perspektivet presenteres.

3.3.6 High Reliability Organisations (HRO)

Teori om HRO er basert på siste versjon av boken «Managing the unexpected» [43] av Weick og Sutcliffe. I tillegg er SINTEF-rapport av Rosness et al. [49] benyttet.

3.4 Workshops

I forbindelse med forskningsprosjektet RIO ble det avholdt workshops. Formålet med disse var å diskutere temaer omkring IO og sikkerhet, sammen med representanter for ulike perspektiver på sikkerhet. Det vil si det var to grupper, en med representanter med bakgrunn i risikoanalytisk tilnærming, og en med representanter med bakgrunn i alternative tilnærminger, deriblant RE, HRO og NAT. Temaer for diskusjon dreide seg omkring «hva er risiko», «usikkerhet» og «systemisk risiko». Gruppene fikk anledning til å utfordre meninger og synspunkter innen temaene i en konstruktiv debatt.

Ved å delta på workshops ble det mulighet til å ta notater og benytte disse som input til oppgaven. Det gav også tilgang til en rekke dokumenter og notater, som ble utviklet av deltagere i forbindelse med temaene for workshops. Sammen med litteraturstudiet, gav input fra workshops først og fremst et grunnlag for å kunne si noe om hva ulike tilnærminger til sikkerhet gir svar på. I tillegg vil det også bidra i grunnlaget for å gjøre en gjennomgang av IO-case, og undersøke hvordan sikkerhet ser ut gjennom ulike perspektiver.

Tema for diskusjonene/workshops:

1. The point of departure for the discussion of the scientific foundation is the traditional definition of risk (i.e. risk as a function of probability and consequences of unwanted incidents)

2. We then discuss the uncertainty dimension of risk and how this relates to the traditional/rationalistic understanding of risk.

3. The rationalistic view is followed by applying social science risk perspectives, from which frequently used risk characteristics such as 'simple; complex; and ambiguous' will be applied. (Klinke and Renn, 2002)

4. Furthermore, the concept of systemic risk is considered, as well as the impact of inherent corrective mechanisms of systems, e.g. adaptivity and resilience, on risk.

3.5 IO-case: Risikoanalyse av Huldra Veslefrikk

For å belyse hvordan sikkerhet vil se ut gjennom ulike perspektiver, og undersøke om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming, ble det benyttet et IO-case. Caset er Huldra Veslefrikk plattformen til StatoilHydro, hvor det ble lagt frem en innstilling til ny driftsmodell som følge av overgang til IO. Den nye driftsmodellen innebærer 31 foreslåtte tiltak, og ved SINTEF Teknologi og Samfunn er det benyttet en risikoanalytisk tilnærming og utført en (kvalitativ) risikoanalyse[1] [31] av den nye driftsmodellen. I forbindelse med denne oppgaven ble det utført en sekundæranalyse av caset for gjøre en kvalitativ vurdering av endringene, og analysere hvordan de slår ut i de alternative perspektivene. Resultatene sammenlignes så med SINTEF sin risikoanalyse for å undersøke om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming.

3.5.1 Beskrivelse av risikoanalyse utført av SINTEF

Det blir nevnt i rapport fra risikoanalysen [31] at den blir utført for å fungere som beslutningsgrunnlag for hvorvidt de skal gå i gang med en videre implementeringsprosess.

Analysen ble utført for ved å se på konsekvenser i seks kategorier:

1. Organisasjon og ledelse
2. Personell og kompetanse
3. Operasjon/regularitet
4. HMS
5. Økonomi
6. Omdømme

Det ble gjennomført intervju hvor det ble registrert positive og negative utsagn for hver av de 31 innstilte tiltakene i de seks kategoriene. Negative konsekvenser (kommentarer) ble så slått sammen til «klustre» som representerer fellestrekk ved de negative konsekvensene innenfor hver av kategoriene. Det vil si, fellestrekk for flere av de negative konsekvensene gjeldende for flere tiltak. Det nevnes at analysen bygger på risikoanalyseverktøy som HAZID og Grovanalyse. Risikovurderingen er en kvalitativ vurdering av datagrunnlaget. Risiko utrykkes som sannsynlighet ganger konsekvens, hvor konsekvenser ble rangert i tre klasser (se Tabell 3.1) og sannsynlighet beskrives tilsvarende i tre klasser (se Tabell 3.2).

Tabell 3.1: De tre klasssene for rangering av konsekvenser i risikoanalysen [31, s.7].

Klasse	**Symbol**	**Beskrivelse**
1)	+	Liten/ingen
2)	++	Middels
3)	+++	Alvorlig

Tabell 3.2: De tre klassene for rangering av sannsynlighet i risikoanalysen [31, s.7].

Klasse	**Symbol**	**Beskrivelse**
1)	+	Lav
2)	++	Middels
3)	+++	Høy

[1] Risikoanalysen er beskrevet som en konsekvensanalyse i [31] (rapporten).

For hver av klustrene multipliseres sannsynlighet og konsekvens og en får et risikotall. Høy sannsynlighet og høy konsekvens (risikotall = 9) fører til anbefaling av at hovedeelementer i driftsmodell bør revurderes. For klustre med risikotall 4 og 6 kreves det revurdering av kompenserende tiltak i forbindelse med endringene. Risikotall 3 eller lavere fører ikke til behov for kompenserende midler utover det som allerede var anbefalt.

3.5.2 Fremgangsmåte for sekundæranalyse

Basert på det som var kommet frem i litteraturstudiet og gjennom workshops, ble det valgt ut sentrale trekk og egenskaper ved de alternative perspektivene, som det videre ble analysert ut fra i sekundæranalysen (se tillegg B.1 på side 113 for stikkord det ble analysert ut fra). Det vil si at det ble lagt vekt på å vurdere hvordan konsekvenser ville slå ut i forhold til egenskaper for både risikovurdering, risikohåndtering, samt systemkarakteristikker for NAT.

Videre ble det valgt å basere analysen på klustrene med negative kommentarer (konsekvenser) fra appendiks 5 i risikoanalysen [31]. Det vil si samtlige (negative) kommentarer som forskere ved SINTEF Teknologi og Samfunn hadde samlet inn gjennom intervju og workshops i forbindelse med risikoanalysen. Kategoriene «økonomi» og «omdømme» ble ikke inkludert, da de ikke så ut til å innebære noe som kunne slå ut i forhold til sikkerhet for noen av perspektivene. Det ble valgt å gå ut fra kommentarene i risikoanalysen (klustrene), siden det viste seg å være noe knapt med informasjon dersom en bare gjorde en analyse av de foreslåtte tiltakene til ny driftsmodell. Kommentarene som SINTEF hadde samlet inn ville derimot beskrive konsekvenser som kunne følge av tiltakene, og disse kunne dermed vurderes opp mot utvalgte trekk og egenskaper fra de alternative perspektivene. Å basere seg på klustrene i appendiks 5 fra konsekvensnalysen, førte dessverre til at det ikke var noen enkel måte å gjøre en sammenligning mellom hva som ble notert for de ulike kommentarene direkte opp mot tiltakene som kommentarene tilhørte. Likevel ses det at det gav resultater ved å benytte den valgte fremgangsmåten, og det er tvil om hvorvidt ytterligere sammenligning med tiltakene ville ført til andre resultater.

Klustrene med negative kommentarer ble lagt inn i Microsoft Office Excel dokument for analyse (se Figur B.1 på side 121 for bilde av oppsett). Hver enkelt kommentar ble så vurdert opp mot hvert av stikkordene for de ulike perspektivene, og det ble notert hvordan de kunne tenkes å slå ut. Basert på en gjennomgang av kommentarene ble det også utviklet kategorier for å samle kommentarer som berørte de samme forholdene. Ved gjennomgang av notater for hvert av de ulike stikkordene ble det dermed enklere å plukke ut ulike forhold, og lage til en oppstilling av resultatene (jf. delkap. 9.1). Antallet kommentarer som ble merket av for hvert stikkord har ikke så mye å si, det er heller hvor mange ulike forhold som nevnes som er interessant for vurderingene for de alternative perspektivene, og kategoriene ble benyttet til å få frem dette. I tillegg gikk enkelte av kommentarene igjen i de ulike kategoriene i risikoanalysen. Videre oppstilling av resultatene ble så benyttet til å illustrere og svare på hvordan sikkerhet ser ut gjennom de alternative perspektivene.

For å undersøke om det var trekk ved IO som ikke ble plukket opp av RA tilnærming, ble det utført en vurdering av de samlede notatene for alle perspektivene i Excelarket opp mot kommentarene fra risikoanalysen. I tillegg ble det også forsøkt å se hvordan de samlede resultatene fra sekundæranalysen ville stille seg i forhold til konklusjonene fra risikoanalysen. Resultatene fra dette er diskutert i delkap. 9.3.

3.6 Reliabilitet og validitet

3.6.1 Reliabilitet

Når det gjelder reliabilitet i forhold til resultatene i denne undersøkelsen, så er det klart at de subjektive vurderingene i forbindelse med sekundæranalysen vil være noe ulike, alt etter hvem

som foretar de. I tillegg er det også notert mulige feilkilder i forbindelse med selve analysen (jf. delkap. 3.8). Dette vil nok senke reliabiliteten for resultater basert på analysen.

Hva en plukker opp av de viktigste trekkene for perspektivene, og videre benytter til å vurdere hva de ulike tilnærmingene gir svar på, kan også tenkes å endre seg noe fra person til person, samtidig som hva en velger av litteratur vil ha en del å si. Det er nok noe av svakheten ved kvalitativ forskning, at en ikke vil få nøyaktig samme svar når undersøkelsen blir gjentatt, siden det er basert på subjektive vurderinger. Men ved å gjøre rede for forskningsprosessen og vise hvordan en kommer frem til resultatene øker det troverdigheten til resultatene.

I forhold til at risikoanalysen skal representere risikoanalytisk tilnærming, ses det også at dette bare illustrerer ett eksempel på hvordan risikoanalytisk tilnærming kan fungere i forhold til IO.

Når det kommer til kriterier for når de ulike tilnærmingene til risikohåndtering kan benyttes, så kan det sies at reliabiliteten til disse styrkes ved at de er basert på resultater fra undersøkelser av litteratur, samt empiri fra workshops og analyse av IO-case.

3.6.2 Validitet

Når det gjelder validitet, i forhold til hvorvidt det er undersøkt hva ulike tilnærminger til sikkerhet gir svar på, så ses det at fremgangsmåten med litteraturstudiet sammen med input fra workshops, og videre analyse med utgangspunkt i stikkord fra de alternative tilnærmingene, har ført til svar på alle spørsmålene.

Presentasjon av hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på, er hovedsaklig basert på en rekke kilder som kan sies å være anerkjente innen fagområdene. Det er gjennomført sammenligning av tilnærmingene og laget til ulike oppstillinger i tabeller, og det ses at metoden har gitt svar på problemstillingen. Men det er selvfølgelig begrenset hvor mye litteratur en kan få lest til en slik oppgave, og slik sett kunne en nok fått et mer valid svar ved å undersøke flere kilder.

Ved å gjøre sekundæranalyse av SINTEF sin risikoanalyse, basert på vurdering av kommentarer opp mot stikkord fra de ulike tilnærmingene, ble det mulig å utvikle en presentasjon av hvordan sikkerhet ser ut gjennom de alternative perspektivene. Det ble lagt vekt på de negative konsekvensene, men det ses at det også kunne vært interessant å gøre en nærmere vurdering av de positive kommentarene for å få et bredere bilde av sikkerhet.

I forhold til å undersøke trekk ved IO som ikke ble plukket opp av risikoanalytisk tilnærming, førte fremgangsmåten til at det ble identifisert kompleksitet, noe som kan sies å være et trekk ved IO. Muligens kunne en gjennomført en mer detaljert analyse og fanget opp mer nyanserte trekk, men det var ingen åpenbare måter for dette.

Selve IO-caset vurders som relevant for å beskrive de viktigste trekkene ved IO i dag. Men IO er også i konstant utvikling, og slik sett vil ikke resultatene være valide over lengre tid.

Basert på resultatene fra analyse og litteraturstudie ble det også mulig å utlede kriterier for når de ulike tilnærmingene kan benyttes. Det ses at disse muligens kunne vært noe mer spesifikke.

Hovedfunn og konklusjon, sammen med tabeller for sammenligning (delkap. 8.1), vurderinger av IO og systemkarakteristikker (delkap. 8.3) og punkt fra likheter og ulikheter (delkap. 8.2), er presentert for en gruppe forskere ved SINTEF Teknologi og Samfunn med bakgrunn i fagområdet, og dette ses å heve validiteten.

3.7 Generaliserbarhet

Resultatene fra hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på, kan sies å være generaliserbare i den grad at de både sier generelt hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på, og samtidig i forhold til det som kan sies å være generelle trekk ved IO. I delkap. 8.3 «IO og systemkarakteristikker», er også tilnærmingene vurdert opp mot det som kan sies å være generelle trekk ved IO. Dermed kan en si at resultatene fra denne delen av problemstillingen også til en viss grad kan generaliseres til andre bransjer som har tatt i bruk IO. Som for eksempel sykehus, trafikkstyring og lignende.

For resultatene fra sekundæranalysen, så er det klart at disse har sine begrensninger ved at de er basert på bare ett case. Det er rimelig at IO-caset viser det som er vanlige endringer som følge av overgang til IO for oljeplattformer i dag, men risikoanalysen viser bare ett eksempel på hvordan RA tilnærming kan fungere i forhold til IO-relaterte endringer. Resultatene fra sikkerhet sett gjennom alternative perspektiver på sikkerhet, kan dermed sies å ha en begrenset grad av overførbarhet for lignende IO-case i petroleumsindustrien.

Resultatene omkring trekk som ikke fanges opp av RA tilnærming, samt kriteriene som er foreslått, kan sies å være såpass generelle at de også kan være overførbare til andre bransjer som benytter IO.

3.8 Mulige feilkilder

Litteraturstudie

- Det kan være at det er detaljer ved de ulike tilnærmingene som er oversett og ikke har blitt plukket opp i litteraturstudiet. Det vil være mulig å finne andre detaljer enn det som er plukket opp i denne analysen, det er selvsagt begrensninger i hvor mange kilder en kan undersøke og hvor nøye en kan studere hver kilde.

Analyse

- Ved redigering av Excelark for analyse, er det muligheter for at det ved tilfeldighet har blitt slettet avmerkinger, at de kan ha blitt lagt inn på feil plass og lignende. En kan dermed ha gått glipp av enkelte kommentarer for noen av stikkordene det ble analysert ut fra.
- Kommentarer i risikoanalysen ble til en viss grad tatt ut av sammenheng, og det kan dermed være mulighet for feiltolkninger.
  - En gjennomgang av det originale tabellen med kommentarene tydet på at dette ikke skulle være et stort problem for de fleste kommentarene, siden de var forståelige og forklarende i seg selv. Enkelte kommentarer var derimot ikke like beskrivende, men etter hvert som en har gått gjennom disse en rekke ganger, kjenner en de igjen. Samtidig var det også, gjennom hele prosessen, mulig å spore de tilbake til det originale dokumentet.
- Generelt kan det være vanskelig for utenforstående, som ikke har videre kjennskap til drift av oljeplattform, å vite noe om bakgrunn for kommentarene. Dersom en konsekvens for eksempel berører plattformsjef-land, er det vanskelig å vite nøyaktig hvordan det faktisk vil slå ut i forhold til drift, det må bli noen antagelser.
- Ved vurdering av kommentarer opp mot stikkordene kan det være at det til tider har blitt oversett enkelte detaljer (i forhold til stikkordene), og at konsekvenser som skulle blitt plukket opp ikke ble det.

3.9 Vurdering av gjennomført metode

Litteraturstudie og workshops

I litteraturstudiet ble det lagt vekt på å forsøke å gjøre en grundig undersøkelse av hva de ulike tilnærmingene til risikohåndtering innebærer. Mye tid ble brukt på å lese og notere fra en rekke ulike kilder innen RA tilnærming, samt studere sentrale bøker relatert til de alternative perspektivene. Dette vurderes som hensiktsmessig for å få til en god fremstilling av hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på. Detaljer for de ulike tilnærmingene kan også vise seg å være viktige i forhold til blant annet å gjøre videre analyse ut fra alternative perspektiver og når en skal diskutere kriterier. Men det er selvsagt begrensninger i hvor mange kilder en rekker å undersøke, og hvor mye tid en kan benytte på å studere hver av de. Som nevnt i delkap. 3.8 «Mulige feilkilder» kan det være at detaljer ved tilnærmingene, som kunne påvirket fremstillingen, er utelatt. Det blir selvsagt en avveining av hvor mye tid en kan sette av til litteraturstudie. Ut fra resultater og erfaring med tidsbruk for videre analyse, ses det at det var en hensiktsmessig fordeling av tid. En kunne også gått for en mer overordnet presentasjon av tilnærmingene, og fått mer tid til analyse, men det kan igjen føre til at det er vanskelig å få si hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på, og kan gjøre det vanskelig å få til en grundig analyse og til slutt diskutere kriterier.

Notater fra deltagelse på workshops har vært nyttige som input til fremstillingen av de ulike tilnærmingene. Workshops har gitt en grundigere kjennskap til emnet ved at en får med seg uttalelser fra fagpersonell, samt notater produsert av de i forbindelse med workshops.

Inntrykket etter gjennomføring av oppgaven er at litteraturgrunnlaget og notater fra workshops har ført til at det kunne gjøres en grundig analyse av IO-case, og en god fremstilling av hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på.

Analyse

Å undersøke hvordan sikkerhet ser ut gjennom alternative perspektiver, og om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell RA tilnærming, viste seg å være svært krevende. Som forklart i delkap. 3.5.2 var det hensiktsmessig å gå ut fra konsekvensene (kommentarene) i risikoanalysen [31], siden det var knapt med informasjon dersom en bare baserte seg på selve tiltakene fra ny driftsmodell for HVF.

I denne oppgaven ble det lagt vekt på å benytte sekundæranalysen av risikoanalysen gjennom de alternative perspektivene, til å undersøke om disse kunne avsløre trekk som ikke ble plukket opp ved RA tilnærming. Det kan tenkes at det ville vært mulig å undersøke problemstillingen på andre måter uten å sammenligne direkte med resultater fra de alternative perspektivene, men ut fra vurdering av tilgjengelig materiale i risikoanalysen var det ingen åpenbar måte å få det til på.

Noe som kunne vært aktuelt, var å få til en enda mer detaljert analyse av de positive konsekvensene fra risikoanalysen. Ved å blant annet fått satt opp resultatene slik som for de negative konsekvensene. Men fokuset for oppgaven ble lagt på de negative konsekvensene, siden det gjerne er de som kan sies å være viktig å få vurdert for sikkerheten sin del. Tidsbegrensninger førte til at det ikke kunne gjøres en like grundig analyse av de positive konsekvensene. Det ses selvsagt at disse også vil være viktige for en beslutningstaker i forbindelse med risikohåndtering. Det kunne vært interessant å vurdere om positive kommentarer ville redusere eller muligens «fjerne» risiko i forhold til vurderingen i risikoanalysen.

Det ses at det som kan sies å være de viktigste trekkene og egenskapene ved de alternative perspektivene er dekket i analysen, men det kan nok tenkes at det er muligheter for å benytte flere stikkord i analysen.

Selve fremgangsmåten for analysen kan sies å ha fungert bra i forhold til at det var mulig å gjennomføre vurderingene og få til en oppstilling av resultater. Kategoriseringen av kommentarene gjorde det enklere å identifisere de som omtalte det samme, og gjorde det mulig å få til en oppstilling som presenterte hvordan sikkerhet så ut gjennom de alternative perspektivene. Resultatene bidro også til å svare på om det var trekk ved IO som ikke ble fanget av RA tilnærming.

En svakhet ved fremgangsmåten i analysen kan nok være at det for enkelte av stikkordene som kommentaren ble vurdert opp mot, kunne være vanskelig å huske alle detaljer. For eksempel ved analyse av kompleksitet, kan det være vanskelig å gjøre vurderinger selv om en har listen med kriterier foran seg (Tabell 5.1), siden det er mange kriterier. Tilsvarende er det også for vurderinger i forhold til prinsippene for HRO, hvor det kan være vanskelig å ha en fullstendig oversikt over hva Weick og Sutcliffe [43] legger i dem. Men det ble selvsagt forsøkt å gjøre analysen så grundig som mulig, ut fra den tid som var tilgjengelig.

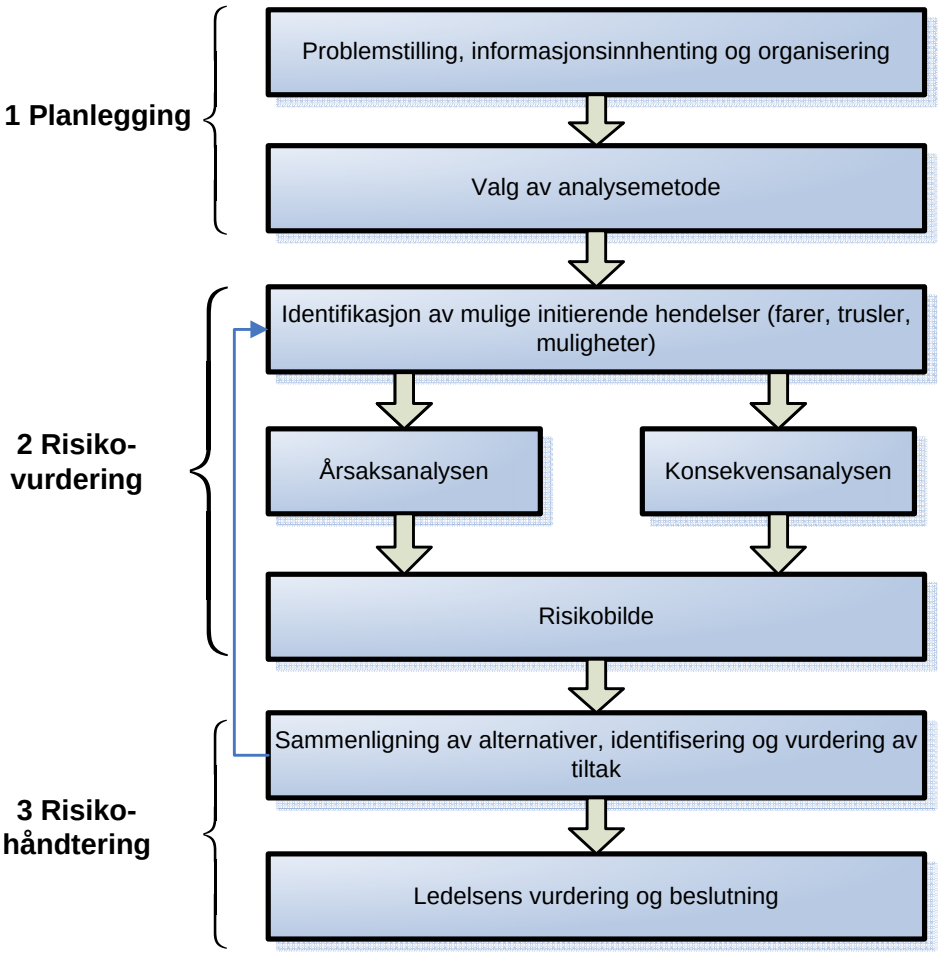
Generelt

Metoden førte til svar på alle deler av oppgaven. Det var en krevendes oppgave, spesielt med tanke på sekundæranalysen av risikoanalysen. Det bemerkes at det hovedsakelig er forskjeller som ligger i ulykkesmodellene mellom alternative perskektiver og RA tilnærming, som gjenspeiler seg i de ulike delene av resultatene. Mye av nytteverdien ved oppgaven ligger nok i å ha undersøkt hva RA tilnærming innebærer, og satt opp en sammenstilling av denne og de alternative tilnærminger til risikohåndtering. I tillegg har en fått testet i praksis hvordan det er å benytte de alternative perspektivene til analyse av empiri fra IO-relaterte endringer, og dette kan være til nytte for videre forskning innen området

Kapittel 4

Risikoanalytisk tilnærming

I dette kapittelet presenteres risikoanalytisk tilnærming til sikkerhet. Først gis det en kort presentasjon av sikkerhetsstyring, basert på boken «Veiledning til NS 5814» av Rausand [44], sammen med en kort beskrivelse av risikostyring basert på Aven et al. [56]. Deretter følger en presentasjon av de ulike elementene i risikoanalyseprosessen. Risikoanalyseprosessen er her basert på Aven et al. [56] sin inndeling, og inneholder planlegging, risikovurdering og risikohåndtering (se Figur 4.1).



Figur 4.1: Risikoanalyseprosessens ulike trinn (basert på fig. 1.4 i [56, s.21]).

4.1 Sikkerhetsstyring og risikostyring

4.1.1 Sikkerhetsstyring

I veiledning til NS 5814 [44] presenteres sikkerhetsstyring. Det nevnes det at sikkerhetsstyring innebærer å sette mål og akseptkriterier for risikoen i virksomheten. Ut fra overordnede målsetninger utvikler en akseptkriterier, som videre kan benyttes til å spesifisere krav. Disse må selvsagt også tilfredsstille gjeldende lover og regler. Det nevnes at det bør stilles krav til [44, s.6]:

- sikkerhetsfunksjoner (innebygd sikkerhet, fysiske barrierer)
- beredskap (for mennesker, miljø og materielle verdier)
- arbeidsmiljø (fysisk/kjemisk, ergonomisk, psykososialt)
- sikkerhetsmessige driftskrav (rutiner for å ivareta sikkerhet, indre/ytre miljø i driftsfasen).

Kravene må ofte gjennomgås og vurderes gjennom de ulike fasene for virksomheten, for eksempel som følge av modifikasjoner, driftsendringer eller teknologisk utvikling.

Ulike teknikker brukes til å kartlegge hvordan en ligger an i forhold til målsetningene, og vil avsløre om det er nødvendig å sette i verk tiltak for å nå målene. Tiltak beskrives som å etablere nye krav og spesifikasjoner for virksomheten.

Sikkerhetsstyring må være en kontinuerlig aktivitet gjennom alle fasene for et prosjekt (prosjektering, bygging, oppstart, osv.). Det nevnes at sikkerheten ivaretas gjennom sikker håndtering av aktiviteter i prosjektet eller ved drift, og samtidig gjennom å benytte ulike metoder som risikoanalyser, sikkerhetsgjennomganger og ulykkesetterforskning.

Risikoanalyser kan, som sagt, benyttes til å avsløre om risikoen er høyere enn akseptkriteriene basert på mål og krav. I tillegg til å benytte risikoanalysen som et kontrollverktøy, nevnes det at den også kan benyttes for å spesifisere krav til design i prosjekteringsfasen. I driftsfasen kan risikoanalyser benyttes til å vurdere effekt av endringer, samt analysere årsaker til problemer som har oppstått. Risikoanalyseprosessen er nærmere omtalt i delkap. 4.2.

Videre omtales avvikshåndtering som en del av sikkerhetsstyringen, det vil si avvik fra spesifiserte krav. Det anbefales å ha på plass rutiner for å håndtere disse, med klart definerte ansvars og myndighetsforhold. Ved funn av avvik må en vurdere risikoreduserende tiltak, som videre kan medføre spesifisering av nye krav til systemet. Det nevnes at det bør være obligatorisk å gjennomføre konsekvensanalyser før en gjør forandringer, både for forandringer i forhold til tekniske endringer og for forandringer i organisering av arbeidet.

Vurdering av tiltak bør gjøres for flere tiltak samlet, og vurderingen bør inkludere kompetanse fra arbeidstaker og ledelse. En bør utføre konsekvensberegninger, blant annet i forhold til kostnader og nytte. Videre omtales det også som nyttig å lage årlig handlingsplan for miljø- og sikkerhetsforhold. Tiltakene i denne vil gjerne berøre forhold som for eksempel ombygninger/modifikasjoner, opplæring, vedlikeholdsrutiner og lignende, som igjen kan ses å berøre bakenforliggende årsaker til ulykker.

Oppfølging av tiltak må skje i forhold til å sikre at de blir iverksatt, og i forhold til å kontrollere virkningen. For sistnevnte vil nye risikoanalyser eller oppdatering av disse være sentralt. I forbindelse med oppfølging nevnes det at det er problematisk å vurdere effekten av tiltak enkeltvis, da en gjerne har kombinasjoner av tiltak og gradvise forandringer.

4.1.2 Risikostyring

Det følgende er basert på Aven et al. [56] delkap. 1.2 og 1.3.

Aven et al. definerer risikostyring som følger [56, s.17]:

> «Med risikostyring forstås alle tiltak og aktiviteter som gjøres for å styre risiko. Risikostyring handler om å balansere konflikten mellom å utforske muligheter på den ene siden, og å unngå tap, ulykker og katastrofer på den andre siden»

Sentralt i risikostyring er å ta beslutninger under usikkerhet. En må ofte velge mellom ulike alternativer som skal oppfylle mål og krav for virksomheten. Ulike analyser som for eksempel risikoanalyser, kost-nytteanalyser, kost-effektivitetsanalyser og ulike vurderinger vil danne et grunnlag for slike valg.

Aven et al. beskriver at en beslutningsstrategi tar hensyn til effekt på risiko slik den fremkommer i risikoanalysen, og samtidig usikkerheten som ikke fanges i risikoanalysen. Beslutninger blir dermed basert på både det som fremkommer gjennom analyser, og i tillegg bruk av forsiktighetsprinsippet og føre-var-prinsippet. Det vil si at en viser forsiktighet dersom det er knyttet usikkerhet til konsekvensene.

4.2 Risikoanalyseprosessen

4.2.1 Planlegging

Planlegging av risikoanalyse innbærer i følge NS 5814:2008 [16]:

- Igangsetting, problembeskrivelse og målformulering
- Organisering av arbeidet
- Valg av metoder og datagrunnlag
- Etablering av systembeskrivelse

I NS 5814:2008 [16] beskrives det at målet for risikoanalysen skal spesifisere hvilke typer risiko som skal vurderes. Videre skal blant annet omfang og detaljeringsnivå veies opp mot problemets kompleksitet og størrelse.

For personell som skal delta i risikoanalysen, er det stilt krav om at de samlet har kunnskap og erfaring med bruk av risikoanalyse. De må også ha kunnskap om analyseobjektet og aktuelle farer, samt ha kunnskap om *«samspillet mellom analyseobjektet og andre forhold, internt og eksternt»* [16, s.8]. I tillegg nevnes det at det er nødvendig med kjennskap til relevante fag, som for eksempel matematiske og statistiske fag.

Valg av risikoanalysemetode skal i følge NS 5814:2008 være basert på hva som gir solid beslutningsstøtte, sett i lys av rammebetingelsene. Det beskrives følgende parametre som vil påvirke valg av analysemetode [16, s.8]:

- problemstilling;
- ressurser;
- risikoakseptkriterier;

- planlagt metodikk for risikohåndtering;
- tilgang på data.

I forhold til avgrensninger av analysen, nevnes det i NS 5814:2008 at beskrivelsen av analyseobjektet skal inkludere [16, s.9]:

- fysiske avgrensninger;
- funksjonelle avgrensninger;
- organisatoriske avgrensninger;
- fase(r) som analyseres;
- relevante omgivelser;
- eksisterende barrierer og beredskap.

Det påpekes også at forutsetninger, antakelser og forenklinger må vurderes i forhold til om de er rimelige or realistiske. Effekten av disse på analyseresultatene må vurderes, og de må dokumenteres.

4.3 Risikovurdering

Risikovurdering blir som regel sett på som en del av risikoanalyseprosessen, og inkluderer både risikoanalyse og evaluering av risiko. I det følgende presenteres disse nærmere.

4.3.1 Risikoanalyse

Risikoanalyse er i dag et svært nyttig verktøy for å identifisere risiko for menneske, miljø og materielle verdier. Den benyttes innen en rekke ulike bransjer, spesielt der hvor det er muligheter for ulykker med relativt store konsekvenser, som for eksempel i tog, luftfart, kjernekraft og petroleumsindustri [45]. Det varierer hva ulike personer og institusjoner legger i definisjonen av risikoanalyse, men i følge Haugen [52] kan generelt risikoanalyse beskrives som et forsøk på å svare på følgende fire spørsmål:

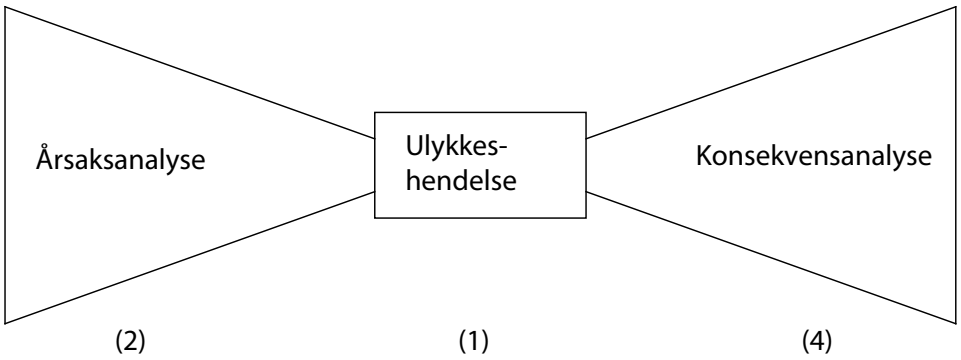
1. Hva kan gå galt?
2. Hvorfor skjer det?
3. Hvor sannsynlig er det?
4. Hva er konsekvensene?

I anerkjente standarder som ISO 17776:2000 «Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment» for offshore produksjonsplattformer, og NS 5814 «Krav til risikovurderinger» finner en følgende definisjoner av risikoanalyse:

ISO 17776:2000 [6, s.3]: *«use of available information to identify hazards and to estimate risk.»*

NS 5814:2008 [16, s.6]: *«Systematisk fremgangsmåte for å beskrive og/eller beregne risiko. Risikoanalysen utføres ved kartlegging av uønskede hendelser og årsaker til og konsekvenser av disse.»*

En benytter seg altså av ulike metoder og teknikker for å identifisere uønskede hendelser, og videre identifiserer en årsakene til og konsekvensene av disse, for så å estimere og beskrive den totale risikoen (som regel ved kombinasjon av sannsynlighet og konsekvens, se definisjon av risiko i delkap 4.3.2). Dette baserer seg på bowtie-ulykkesmodellen illustret i Figur 4.2.



Figur 4.2: Bowtie-ulykkesmodell (modifisert etter [45, s.89]).

Figur 4.2 illustrerer hvordan en uønsket hendelse kan ha flere utløsende årsaker, og videre hvordan denne kan ha en rekke mulige konsekvenser (konsekvensspektrum [52]). Tallene i figuren svarer til spørsmålene presentert innledningsvis. Det finnes en rekke metoder og teknikker som enten dekker bare noen av disse spørsmålene, eller som også kan benyttes i flere ulike deler av risikoanalysen.

Aven et al. [56, s.15] beskriver følgende grunner til å gjennomføre en risikoanalyse:

- Etablere et risikobilde
- Sammenligne ulike alternativer og løsninger med hensyn til risiko
- Identifisere forhold (aktiviteter, systmer, komponenter osv.) som har stor betydning i forhold til risiko.
- Få frem hvilken effekt ulike tiltak har på risikoen

I følge Vatn [37] vil en risikoanalyse konsentrere seg om å identifisere et utvalg med scenarioer som er aktuelle for den beslutningen som skal tas. Det er dermed ikke mål om å undersøke alle typer risiko.

4.3.2 Viktige definisjoner

I forbindelse med risikoanalyse er det noen begreper som kan være viktige å ha definert for forstå nærmere hva som undersøkes.

Fare/trussel («hazard/threat»)

NS 5814 [16, s.5]: *«Handling eller forhold som kan føre til en uønsket hendelse»*

ISO 17776:2000 [6, s.2]: *«Potential source of harm»*

Fare/trussel kan altså beskrives som en situasjon/forhold med potensial for skade på menneske, materiell eller miljø. Dette kan deles opp i tilfeldige farer (fare/hazard) fra for eksempel naturkatastrofer og tekniske farer [52], og planlagte og tilsiktede farer (trussel/threat) som for eksempel terror [36].

Uønsket hendelse («accidental event/undesired event»)

NORSOK Z-013 [5, s.5]: *«event or chain of events that may cause loss of life, or damage to health, the environment or assets»*

NS 5814:2008 [16, s.6]: *«hendelse som kan medføre tap av verdier» («Merknad 1: Tap av verdier kan gjelde for eksempel liv/helse, miljø, materielle verdier, funksjoner, samfunnsverdier eller omdømme»)*

ISO 17776:2000 (definert for «hazardous event») [6, s.2]: *«incident which occurs when a hazard is realized»*

Uønsket hendelse kan altså generelt beskrives som en hendelse med mulighet for skade på menneske, materiell eller miljø. Haugen [52] nevner at i praksis er det første betydelige avvik fra «normal» regnet som uønsket hendelse (accidental event). I følge Aven et al. [56], kan en si at uønsket hendelse inngår i det som betegnes som initierende hendelse, som også kan ses å inkludere positive hendelser (økonomi). En risikoanalyse kan brukes til å identifisere begge deler [56].

Ulykke («accident»)

ISO 17776:2000 [6, s.3] («incident, accident»): *«event or chain of events which cause, or could have caused, injury illness and/or damage (loss) to assets, the environment or third parties»*

ISO 17776 sin definisjon av «incident» og «accident» ser ut til å være for nestenulykke og ulykke. Av Haugen [52] beskrives ulykke som en hendelse som har resultert i uønskede konsekvenser for menneske, miljø eller materielle verdier. Mens uønskede hendelser som (med små modifikasjoner) kunne resultert i skade, betegnes som nestenulykker («incidents/near accident/near miss»).

Risiko

Det eksisterer heller ingen entydig definisjon av risiko, men de fleste baserer seg på frekvens eller sannsynlighet, sammen med konsekvens [36].

NORSOK Z-013 [5, s.7]: *«combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm» « NOTE - Risk may be expressed qualitatively as well as quantitatively. Probability may be expressed as a probability value (0-1, dimensionless) or as a frequency, with the inverse of time as dimension.»* Det nevnes også at risikoaversjon ikke skal inkluderes i kvantitativt uttrykk av risiko, men det kan være aktuelt i risikovurderingen.

NS 5814:2008 [16, s.5]: *«uttrykk for kombinasjonen av sannsynligheten for og konsekvensen av en uønsket hendelse»*

Ifølge disse definisjonene kan altså risiko uttrykkes med mål for konsekvens og sannsynlighet for en uønsket hendelse.

Vatn [36] presenterer Kaplan [53] sin definisjon av risiko som nyttig for å kommunisere og vurdere risikobildet. Kaplan beskriver risiko med følgende tre variabler (S_i, l_i, $\mathbf{x}_i$). Der S vil si scenario, som igjen kan defineres som en mulig kjede med hendelser som kan lede til ulykke eller uønsket hendelse. l beskriver frekvens eller sannsynlighet for scenarioet, og $\mathbf{x}$ er en vektor med mulige konsekvenser som kan følge av scenarioet. Risikobildet kan da uttrykkes som et sett av slike scenarioer med tilhørende sannsynligheter og konsekvenser. Risiko kan ses å være svarene på spørsmål 1, 3 og 4 presentert innledningsvis, for å kunne uttrykke risiko må en altså utføre en risikoanalyse.

Aven et al. [56] definerer generelt risiko forbundet med en aktivitet ved å fokusere på konsekvens og usikkerhet: *«Risiko er definert ved kombinasjon av mulige fremtidige hendelser/konsekvenser og tilhørende usikkerhet (C, U)»* [56, s.30]. Her er C mulige konsekvenser, som forøvrig også inkluderer hendelsene (A) som kan føre til konsekvensene. U er da usikkerheten knyttet til C, og er avhengig av hvem som gjennomfører analysen, og beskrives som *«noens usikkerhet om hva C vil bli»* [56, s.30]. Risiko ved en aktivitet beskrives videre som *«Usikkerheten om og alvorligheten av konsekvensene av aktiviteten»* [56, s.30]. Alvorligheten spesifiseres som størrelse, intensitet, utstrekning osv, og er knyttet til hva menneske verdsetter (liv, miljø, penger osv.).

I Aven et al. sin definisjon blir altså risiko sett på som usikkerhet i forhold til alvorligheten av konsekvensene. Dersom en for eksempel beskriver usikkerhet med sannsynlighet, kan en ut i fra sannsynlighetsfordelingen for ulike konsekvenser og alvorlighetsgraden av disse si noe om risikoen [56]. Noe som kan ses å svare til de tidligere nevnte definisjonene av risiko, med sannsynlighet og konsekvens. Men det nevnes likevel at usikkerhet generelt ikke kan erstattes med sannsynlighet. I videre beskrivelse av risiko inkluderer Aven et al. både sannsynlighet og usikkerhet. Der sannsynlighet beskrives som et redskap for å uttrykke usikkerhet om for eksempel C basert på bakgrunnskunnskap (K). Det poengteres at sannsynlighet er et ufullkomment redskap, siden *«usikkerhet kan være skjult i bakgrunnskunnskapen K»* [56, s.32].

Sårbarhet

NS 5814:2008 [16, s.6]: *«manglende evne hos et analyseobjekt til å motstå virkninger av en uønsket hendelse og til å gjenopprette sin opprinnelige tilstand eller funksjon etter hendelsen»*

Aven et al. [56, s.33] diskuterer begrepet sårbarhet og presenterer følgende definisjon: *«Med sårbarhet av et system mener vi kombinasjonen av mulige konsekvenser og usikkerhet, gitt at systemet utsettes for en initierende hendelse».* Hva konsekvensen av en hendelse blir, avhenger av hvor sårbar den eller det som blir utsatt for den er. De mener sårbarhet konsentrerer seg om konsekvensene, gitt at en hendelse har inntruffet. Til konsekvensene er det knyttet usikkerhet, og de uttrykker sårbarhet ved (C, U | A), hvor C er konsekvens, U er usikkerhet og A er hendelsen.

Risikoakseptkriterier

NORSOK Z-013 [5, s.7]: *«criteria that are used to express a risk level that is considered tolerable for the activity in question»* I tillegg spesifiseres det at risikoakseptkriterier vil være utgangspunkt for videre risikoreduksjon i henhold til ALARP-prinsippet.

NS 5814:2008 [16, s.6]: *«kriterium som legges til grunn for beslutning om akseptabel risiko»* Det spesifiseres at disse kan uttrykkes med ord eller tall, og at akseptabel risiko er *«risiko som aksepteres i en gitt sammenheng basert på gjeldende verdier i samfunnet og virksomheten».* I tillegg nevnes det at risikoakseptkriteriene kan være basert på myndighetskrav, standarder, erfaring, teoretisk kunnskap og normer.

ISO 17776:2000 [6, s.3] (definert for: «tolerable risk»): *«risk which is accepted in a given context based on the current values of society»*

Risikoakseptkriterier beskriver altså grenseverdi for hva som er høyest aksepterte nivå med risiko. Det finnes ulike måter å bestemme hva som er akseptabel risiko, blant annet har en ALARP, GAMAB, MEM og føre-var-prinsippet («precautionary principle») [52]. ALARP vil kort forklart si at en har en uakseptabel region med risiko, en region hvor en tolererer risiko dersom nytten er vesentlig større enn kostnadene ved å redusere risiko (ALARP region), og en nedre region hvor en generelt aksepterer risiko [36]. En må altså etablere et mål for hvor mye en er villig til å betale i forhold til reduksjon i risiko [36]. GAMAB kan oppsummeres med at nye systemer bør være minst like trygge som eksisterende systemer [52]. MEM vil si at nye systemer ikke skal øke den «tekniske risiko» betydelig [52]. Føre-var-prinsippet vil si at en skal ta forbehold

om at en ikke vet nok om konsekvensene knyttet til en aktivitet, og derfor likevel introduserer risikoreduserende tiltak.

Risikoakseptkriterier kan for eksempel uttrykkes med tallverdi for maksimum FAR verdi («fatal accident rate»), som vil si forventet antall omkommet pr. 10^8 eksponerte timer, eller maks PLL («potential loss of life»), som vil si forventet antall omkommet pr. år. Disse kan også kombineres med for eksempel ALARP prinsippet [52].

4.3.3 Ulike typer risikoanalyser

Som nevnt tidligere finnes det ulike typer risikoanalyser, og hvilke av disse som er relevante, og graden av detaljering som er nødvendig, vil avhenge av formålet med analysen (hvilke beslutninger som skal tas [37]). Noen metoder fokuserer mest på identifisering av uønsket hendelse og årsak (venstre side i bowtiemodell, Figur 4.2), mens andre kan være relevant for å utlede konsekvenser (høyre side i bowtie-ulykkesmodell) [56]. Uavhengig av hva som fokuset er i analysen beskriver Aven et al. [56, s.14] tre hovedkategorier for risikoanalysemetoder som kan benyttes:

- forenklet risikoanalyse
- standard risikoanalyse
- modellbasert risikoanalyse

De forenklede risikoanalysene nevnes av Aven et al. som uformelle kvalitative fremgangsmåter, for eksempel i form av idèdugnader og gruppediskusjoner. Risikoen fra disse analysene presenteres i en grov skala (f.eks. lav, middels høy). Standard risikoanalyse beskrives som en mer formalisert fremgangsmåte enten av kvalitativ eller kvantitativ art, hvor det benyttes anerkjente risikoanalysemetoder og mer omfattende presentasjon av risiko (for eksempel HAZOP og grovanalyse). Videre beskrives de modellbaserte metodene som hovedsakelig kvantitative metoder, med bruk av teknikker som for eksempel hendelsestreanalyse og feiltreanalyse.

Det finnes analysemetoder som tar for seg rent tekniske forhold, og i tillegg kartleggings- og analysemetoder for å vurdere menneskelige og organisatoriske faktorer [44]. Albrechtsen og Grøtan [59, s.55] presenterer følgende reduksjonistiske[1] metoder (basert på Øien et al. [40]):

Tabell 4.1: Oversikt over reduksjonistiske metoder for risikoanalyse (tilpasset etter [59, s.55]).

	Metodetype	**Beskrivelse**	**Eksempler**
Reduksjonistiske metoder	Kvantitative risikoanalyser	Identifisere og vurdere mulige uønske hendelser, basert på kvantitative data	QRA, PRA
	Teknisk pålitelighetsanalyse	Kvantifiserer teknisk pålitelighet. Input til kvant.risikoanalyser	FMEA, FTA, PDS
	Menneskelig pålitelighetsanalyse	Kvantifiserer sannsynligheten for menneskelig feilhandling i arbeidsprosesser. Input til kvant.risikoanalyser	CREAM, HEART
	Organisatorisk risikoanalyse	Analyse av effekten av organisatoriske og ledelsesmessige faktorer i relasjon til kvantitative risikoanalyser	BOA, MANAGER, MACHINE, SAM, I-RISK, ORIM
	Oppgaveanalyse	Human-factors metode for vurdering av menneskelige handlinger og beslutninger. Også basis for menn.pålitelighetsanalyser	HFAM, HTA, TTA
	Kvalitative risikoanalyser	Identifisere og vurdere mulige uønskede hendelser, kvalitative vurderinger	PHA, HAZOP, JSA

Identifisering av farer

Haugen [52] nevner at identifisering av farer muligens er en av de viktigste delene i risikoanalyse, siden de farene som ikke blir identifisert heller ikke vil bli inkludert i videre analyse og tatt høyde for ved risikohåndtering. For å identifisere farer kan en benytte en rekke ulike teknikker, Vatn [36, s.15] nevner for eksempel:

- Examine similar existing systems
- Review previous hazard analyses for similar systems
- Review hazard checklists and standards
- Consider energy flow through the system
- Consider inherently hazardous materials
- Consider interactions between system component
- Review operation specifications, and consider all environmental factors
- Use brainstorming in teams
- Consider human/machine interface
- Consider usage mode changes
- Try small scale testing, and theoretical analysis

[1] Reduksjonistisk tilsier at delene kan analyseres hver for seg, og helheten kan representeres som summen av disse [40]

- Think through a worst case what-if analysis

I videre strukturering av risiko er det også vanlig å inkludere identifisering av uønskede hendelser [36]. Noen kjente metoder som inkluderer deler av de presentere elementene er FMECA, HAZOP og «What-if analysis», Grovanalyse (PHA), MORT [36, 52, 44]. Ulike metoder vil være aktuelle, alt etter om en ser på farer innen for eksempel prosess, menneske, organisasjon og så videre [36].

Identifisering av årsaker og sannsynlighet

For de uønskede hendelsene skal det identifiseres årsaker, og ut i fra analyse av årsaker og hendelsesforløp skal det estimeres sannsynlighet (frekvens) for hver hendelse [16]. Haugen [52] nevner tre vanlige fremgangsmåter for å kvantifisere frekvens:

- Bruk av historisk data
- Bruk av analytiske modeller
- Bruk av ekspert-bedømmelser

En kan benytte metoder som for eksempel «influence analysis» og pålitelighets-blokkdiagram [52]. Den vanligste modell for analyse av årsaker beskrives som feiltreanalyse [36]. Historisk data kan brukes til å predikere antall ganger en hendelse vil inntreffe, og som input til sannsynligheter for at ulike hendelser i feiltreet skal inntreffe [56]. I forhold til bruk av data nevner Haugen [52] at det er viktig å vurdere relevans av data, blant annet i forhold til alder og hvilken teknologi og industri den er fra. En må ta høyde for endringer i teknologi og effekten av «extreme events» [52].

I feiltreanlyse går en ut fra at tilstander er binære, enten virker en komponent eller så har den sviktet [37]. Dermed er det vanskelige å modellere dynamiske tilstander. Vatn [37] nevner Markovanalyse, Mulitistate analyse og Monte Carlo som alternative metoder for dynamiske systemer.

Identifisering av konsekvenser

Konsekvenser for de uønskede hendelsene skal identifiseres. I følge NS 5814:2008 [16] skal en se på både umiddelbare konsekvenser og de som viser seg etter en viss tid. Det kan være snakk om konsekvenser i forhold til blant annet liv og helse, materielle verdier, miljø, samfunnsverdier og omdømme [44]. Hendelsestre beskrives som den vanligste modell for konsekvensanalyser [56, 36]. For hver av de konsekvensreduserende barrierene i hendelsestreanalysen, kan en benytte feiltreanalyser for å analysere årsaker til at disse eventuelt feiler og vurdere effekten av tiltak [56]. Aven et al. [56] nevner at det er viktig å vurdere avhengigheter mellom systemer og barrierer i slike analyser. Vatn [37] påpeker at hendelsestreanalyse har begrensninger ved at den modellerer hendelsesforløpet sekvensielt og ikke tar hensyn til dynamikk. Vatn foreslår Cause Consequence Analysis (CCA) som en forbedret hendelsestreanalyse, hvor en kan ta med «looper» i hendelsesforløpet. Det nevnes for øvrig også at metoden er lite brukt, da den krever høy analytisk kompetanse og bruk av verktøy.

Vatn [36] omtaler også mulighet for «risk influence modelling» (RIM), i forhold til å modellere effekt av faktorer som kan ses å ha en innvirkning på risiko (Risk Influencing Factors (RIF)), men hvor en ikke kan fastsette et direkte «årsak-virkning forhold» mellom faktorene og risiko. Det kan være trening av vedlikeholdspersonell, kompetanse, stress, prosedyrer og lignende [36, 54]. En kan da for eksempel modellere effekten av dette i forhold til påliteligheten til en barriere i et hendelsestre.

Vurdering av konsekvenser kan blant annet være basert på modellberegninger (simuleringer) av fysiske fenomener, som for eksempel spredning av gass, eksplosjoner, brann og sammenstøt [52, 16]. De kan også baseres på erfaringer og forsøk [16].

I NS 5814:2008 [16] nevnes det at konsekvensanalysen avsluttes på et detaljeringsnivå som er hensiktsmessig ut fra:

- Målet med risikovurderingen og beslutninger som skal tas;
- Avgrensningene som er gjort tidligere i analysen;
- Tilgangen til relevante/nøyaktige data.

Beskrivelse av risiko

Basert på de foregående analysene kan en så utvikle en beskrivelse av risiko. Risiko uttrykkes som en kombinasjon av frekvens (sannsynlighet) og konsekvenser. Den skal fremstilles slik at den kan brukes som grunnlag for de beslutningene som skal fattes [16]. Vatn [37] nevner FAR, PLL og f-N kurver (frequency – Number of fatalities [56]) som vanlige metoder for å fremstille risiko. Vatn kommenterer også at det er viktig for beslutningstaker at de antagelser og forutsetninger som er lagt til grunn i analysen også presenteres.

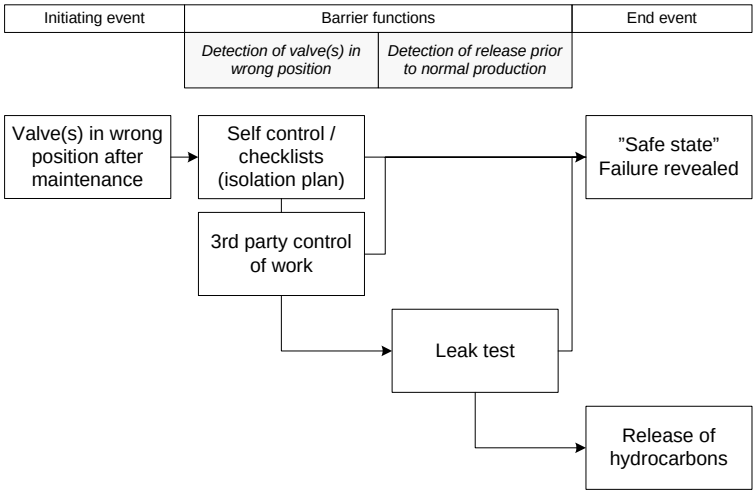
4.3.4 Organisatoriske faktorer

Øien [39] presenterer organisatoriske faktorer i forhold til risikoanalyse. Det nevnes at teknikker for risikovurdering så langt (2007) bare dekker tekniske og menneskelige aspekter eksplisitt. Mens ulykkesgranskning har inkludert organisatoriske faktorer siden 1980-tallet, var det fortsatt problemer med «human reliability analysis» (HRA) for risikovurderinger på den tiden. Fokuset på organisatoriske faktorer i risikovurdering startet først tidlig på 1990-tallet. Et problem med vurdering av organisatoriske faktorers effekt på sikkerhet, er at store ulykker er sjeldne slik at det er vanskelig å finne direkte mål på sikkerhet, en må benytte indirekte mål. Det nevnes at ingen av de eksisterende rammeverkene er fullt modne metoder som kan inkludere effekt av en organisatorisk modell på den totale risiko, men metoden ARAMIS trekkes frem som en mulig kandidat. Det vil kreve mer forskning for å utvikle metoder, men for øyeblikket (2007) er det liten innsats på området.

BORA

I artikkel av Aven et al. [54] presenteres BORA som en metode for kvantitativ vurdering av risiko for olje og gass produksjonsplattformer, som inkludere tekniske så vel som operasjonelle forhold. Det nevnes at BORA er et forsøk på å tilpasse ideer fra kvantitative risikoanalyser som MANAGER, MACHINE, WPAM, SAM, I-RISK og ARAMIS, til en metode som tar hensyn til plattformspesifikke faktorer, både med hensyn til tekniske, menneskelige, operasjonell og organisatoriske faktorer. BORA går ut på å modellere endringer i risiko ved hjelp av barriere-blokk-diagram, hendelsestre («event trees»), feiltre («fault trees») og «risk influence modeling» (RIM).

Et barriere-blokk-diagram beskriver hendelses-scenarioet og effekt av barriere-systemer på sekvensen (se Figur 4.3 for eksempel på barriere-blokk-diagram). Hendelsestre benyttes i kvantitativ analyse av scenarioene, og feiltre brukes for å beskrive ytelsen til sikkerhetsbarrierene, og blir koblet til hendelsestreet. «Influence diagram» brukes til å analysere hvordan «risk influencing factors» påvriker utløsende hendelse og hendelser i hendelsestreet.



Figur 4.3: Eksempel på barriere-blokk-diagram [54, s.2].

Det beskrives følgende steg i metoden [54, s.2]:

1. Development of a basic risk model.
2. Assignment of industry average frequencies/probabilities of initiating events and basic events.
3. Identification of risk influencing factors (RIFs) and development of risk influence diagrams.
4. Assessment of the status of RIFs.
5. Calculation of industry average frequencies/probabilities of initiating events and basic events.
6. Calculation of installation specific risk, incorporating the effect of technical systems, technical conditions, human factors, operational conditions, and organizational factors.

I barriere-blokkdiagrammet blir det inkludert barrierer som er av ikke-fysisk art, og en må dermed inkludere menneskelige og operasjonelle faktorer i risikomodellen. Sannsynligheten for at en barriere (menneskelig eller organisatorisk) skal feile og der igjen sannsynlighet for utløsende hendelser, blir analysert ved hjelp av feiltre med input fra databaser, gjennomsnittsverdier fra industri eller ekspert-bedømmelser.

«Risk influence modeling» benyttes for å inkludere plattformspesifikke sannsynligheter for utløsende hendelser og for barrieresystemene. Det vil variere hvilke «risk influencing factors» (RIFs) som påvirker de mange ulike utløsende hendelsene, og det anbefales to ulike metoder for å identifisere RIFs. En «top-down» tilnærming med sjekkliste, og en «bottom-up» tilnærming hvor hendelsene som skal vurderes er utgangspunktet.

Figur 4.4 viser de ulike gruppene med RIFs som bør vurderes, og videre generelle RIFs innen hver av disse.

RIF group	Generic risk influence factors
Personal characteristics	Competence
	Working load / stress
	Fatigue
	Work environment
Task characteristics	Methodology
	Task complexity
	Time pressure
	Tools
	Spares
Characteristics of the technical system	Equipment design
	Material properties
	Process complexity
	HMI (labels, alarms, ergonomic factors)
	Maintainability/accessibility
	System feedback
	Technical condition
Administrative control	Procedures
	Disposable work descriptions
Organizational factors / operational philosophy	Programs
	Work practice
	Supervision
	Communication
	Acceptance criteria
	Management of changes

Figur 4.4: RIF innen ulike grupper [54, s.4].

En bør identifisere RIFs for hver utløsende hendelse i hendelsestreet og hver «basic event» i feiltreet. Personell som kjenner de operasjonelle aktivitetene for plattformen bør involveres i identifisering av RIFs. For hver hendelse anbefales det å gjøre en avgrensning til de seks viktigste RIFs, og helst færre (for å gjøre analysen håndterbar).

RIFs blir så gitt en karakter («score»), og det foreslås å basere disse på resultater fra TTS (Teknisk Tilstand Sikkerhet) verifikasjoner, andre muligheter er også Risikonivå på Norsk Sokkel (utgis av Petroleumstilsynet) og MTO analyser av hendelser («incidents»). Ellers kan en basere seg på ekspert-bedømmelser av status til RIFs for en spesifikk plattform. Det gis eksempel med en karakterskala fra A til F.

De industri-gjennomsnittelige sannsynlighetene som er benyttet i risikomodellen (barriereblokk-diagram, feiltre, hendelsestre) blir så justert basert på vurderingen av RIFs. Karakteren til RIFs gis en tallverdi og statusen til en RIF beregnes ut fra denne.

Den spesifikke sannsynligheten P_{rev} for en installasjon beregnes ved [54, s.4]:

$$P_{rev} = P_{ave} \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot Q_i \tag{4.1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \tag{4.2}$$

Hvor P_{avg} er industri-gjennomsnittelig sannsynlighet, W_i er vekting av betydningen for en gitt RIF, Q_i er et mål på status til RIF nr. i, og n er antallet RIFs. For å kvantifisere status på RIFs er det mange muligheter, det foreslås en metode basert på ekspertbedømmelse av høy og lav grense for sannsynlighet. Det gis følgende eksempel [54, s.4]:

$$Q_i = \left\{ \begin{array}{c} P_{low}/P_{ave} \ if \ s_i = A \\ 1 \ if \ s_i = C \\ P_{high}/P_{ave} \ if \ s_i = F \end{array} \right\} \tag{4.3}$$

Hvor P_{low} og P_{high} er nedre og øvre grense for P_{rev}, og bestemmes av ekspertbedømmelse, videre er s_i karakter for RIF nr. i. Vekten (w_i) til en RIF kan settes ved for eksempel å gi den viktigste en vekt på 10 og videre 8-6-4-2 for de resterende. Disse normaliseres slik at summen av vektene er lik 1.

Ved å benytte P_{rev} som input i risikomodellen (hendelsestre/feiltre) kan en beregne ny plattformspesifikk risiko.

4.3.5 Utfordringer for risikoanalyse

Øien og Rausand nevner artikkel «Risikoanalyse. Tilbakeblikk og utfordringer» [45] en rekke utfordringer omkring analysemetodene og bruken av risikoanlysene. Blant annet i forhold til analyse av bakenforeliggende årsaker, nevnes det at risikoanalyser ofte avsluttes når en har funnet de direkte årsakene til uønskede hendelser. Det hevdes at bakenforeliggende årsaker, som menneskelige og organisatoriske forhold, ikke blir vurdert i særlig grad. I og med at stadig flere sektorer undergår store organisatoriske endringer, nevnes det at dersom risikoanalyser skal gi et virkelig bilde av risikoen, må slike faktorer inkluderes og vurderes i risikoanalysene.

I forhold til risikoindikatorer og oppfølging av risiko, kommenteres det videre at de fleste kvantitative risikoanalyser, utenom PSA/PRA («Probabilistic Safety Assessment / Probabilistic Risk Assessment») som benyttes for kjernekraftverk, er *«'statiske' og lite egnet som underlag for å treffe beslutninger knyttet til drift og vedlikehold»* [45, s.105]. Det nevnes at tekniske og organisatoriske risikoindikatorer til bruk i driftsfasen for offshoreindustrien i den senere tid har blitt utviklet av SINTEF og NTNU i «indikatorprosjektet» [41]. De tekniske ble utviklet med utgangspunkt i risikoanalyse for en gitt innretning, og de organisatoriske er basert på organisatorisk risikomodell som påbygning til risikoanalysen. Utvikling av organisatoriske risikoindikatorer beskrives som mer komplisert og kontroversiell enn for de tekniske risikoindikatorene, men også som svært viktige.

Oppdatering av risikoanalyse nevnes som en viktig del av det ulykkesforebyggende arbeidet. Risikoanalysen bør oppdateres når feil og nestenulykker intreffer. Det bør undersøkes om slike hendelser var dekket av analysen, og den bør oppdateres ved behov.

4.3.6 Risikoevaluering

Av ABS [4] betegnes risikoevaluering og presentering, som evaluering av risiko forbundet med de ulike uønskede hendelsene som ble identifisert og beskrevet med hensyn på årsaker og frekvens i risikoanalysen. Til dette kan en benytte seg av både kvalitative og kvantitative metoder. En enkel kvalitativ metode, vil for eksempel være subjektiv vurdering av risiko, hvor en gir hvert scenario en risikobetegnelse som lav, middels eller høy.

I følge NS 5814:2008 består risikoevaluering av [16, s.13]:

1. Sammenligning av identifisert risiko med kriterier for akseptabel risiko.
2. Identifikasjon av tiltak og deres risikoreduserende effekt.
3. Dokumentasjon av arbeidet samt definering av anbefalinger.

Aven et al. [56] nevner at ved risikoevaluering undersøker en om risiko er høy, eller for høy og så videre, noe som vil inngå i risikohåndteringen, se delkap. 4.4 for mer om risikohåndtering.

4.4 Risikohåndtering

Den følgende beskrivelsen av risikohåndtering er basert på Aven et al. [56] kap. 5.

Aven et al. definerer risikohåndtering med følgende ord: *«Risikohåndtering er prosessen og implementeringen av virkemidler for å modifisere risiko, herunder virkemidler for å unngå, redusere, optimalisere, overføre risiko.»* [56, s.69] og deler risikohåndtering inn i følgende to aktiviteter [56, s.69]:

- Sammenligning av alternativer, identifisering og vurdering av tiltak
- Ledelsens vurdering og beslutning

Risikoanalysen kan brukes på ulike måter for å gi beslutningsstøtte. Blant annet til å se på endringer i risiko, vurdering om risiko er akseptabel, og for sammenligning av ulike løsninger og tiltak. Eksempler på teknikker for slike vurderinger er kostnadseffektivitet, kost-nytteanalyse, risikoakseptkriterier og ALARP-vurderinger. De ulike analysene gir mulighet for å sammligne risiko og økonomi, og det nevnes at slike analyser også har sine begrensninger og svakheter som det må tas hensyn til. De gir ikke et endelig svar på hva som er den riktige beslutningen.

Tiltak som implementeres kan enten være sannsynlighetsreduserende eller konsekvensreduserende. Ved identifisering av tiltak er det vanlig å ta utgangspunkt i de hendelsene som bidrar mest til risiko. I forbindelse med generering av tiltak i en ALARP-prosess nevnes det at denne ikke vil fungere etter hensikt dersom en bare er ute etter å tilfredsstille risikoakseptkriteriene. Dersom risikoakseptkriteriene er lette å innfri vil det resultere i svake insentiver til å identifisere tiltak. For å forbedre prosessen med å etablere forslag til tiltak foreslås det å for eksempel identifisere løsninger og tiltak som kan redusere risiko med 10 %, 50 % og 90 %.

Tiltak kan ha både positiv og negativ innvirkning på sikkerhet eller økonomi. Det beskrives for eksempel hvordan bruk av kjemikalier for å redusere personellrisiko, kan ha negativ innvirkning på risiko for ytre miljø. Tiltakene vurderes uansett med de samme metodene som nevnt tidligere. For enkelte tiltak vil det være nok med en grovvurdering, mens andre må gjennom en mer detaljert analyse- og vurderingsprosess for å avgjøre om de bør implementeres. I tillegg til å vudere tiltak ut i fra kost-nytte og lignende, blir det også nevnt at det bør vurderes faktorer som usikkerhet og styrbarhet. Det vil si usikkerhet knyttet til fenomener, konsekvenser og forutsetninger. Styrbarhet går på hvor lett det er å kontrollere og redusere usikkerhet og oppnå ønsket utfall.

Beslutningen som tas med hensyn på tiltak, vil være forankret i vurderingenen av tiltakene, samt etablerte designprinsipper og standarder. Det nevnes at ledelse i stor grad bør være involvert i risikostyringsprosessen, spesielt i en ALARP-prosess. Å delegere beslutningsprosessen og benytte retningslinjer som for eksempel risikoakseptkriterier eller kost-effektivitetsindeks kan ha uheldige effekter, fordi [56, s.74]:

1. Beslutningskriterier basert på risikotall (sannsynligheter og forventningsverdier) alene fanger ikke opp alle aspekter av risiko, kostnader og nytte.
2. Ingen metode har en presisjon som forsvarer en mekanisk beslutning basert på om resultatet er over eller under et kriterium.
3. Det er en lederoppgave å ta beslutninger under usikkerhet, og en leder bør i størst mulig grad kjenne til de risikoer og usikkerheter som eksisterer innenfor de områder og prosesser der vedkommende har ansvar.
4. At det blir fokus på beregningene og tallene, og ikke på beslutningene.

4.4.1 Risikoreduksjon

Haugen [52] presenterer energi-barriere-modellen og Haddon [64] sine ti strategier for risikoreduksjon. Basert på disse har en følgende prioriteringer [52, lecture 12-1, s.9]:

- First we try to remove the hazard
- Then we try to reduce the magnitude of the hazard
- Then we try to prevent accidental events from happening
- Then we try to reduce the consequences
- Then we try to reduce the effects on people

Påliteligheten til risikoreduserende midlene bør avgjøre prioriteten. Først bør en prioritere passive tekniske løsninger, som for eksempel brannbeskyttelse. Deretter følger aktive løsninger, som for eksempel automatisk brannslukking, og til slutt prosedyrer, trening og lignende virkemidler [52].

Effektene til risikoreduserende midler måles blant annet etter (basert på [52, lecture 12-1, s.12]):

- hvor mye de reduserer risiko
- om de vil ha effekt på flere farer
- hvor lenge effekten vil vare
- hvor robust midlet er, om det vil ha en effekt
- negative bi-virkninger
- kostnader (kost-nytte)

4.5 Oppsummering

Systemkarakteristikker

Sekvensiell modell (Energi barriere og Bow-tie)

Statisk (statisk bilde av systemet)

System vanligvis beskrevet ved lineære hendelseskjeder

Risikoanalyse er ofte avgrenset (fysisk, funksjon, organisatorisk)

Risikovurdering

Identifikasjon av:

- Farer (uønsket hendelse)
  - Brainstorming
  - Sjekkliste
  - Vurdering av energistrømmer, farlig materiale og lignende

  - etc.
- Årsak
  - Bruk av historisk data
  - Bruk av analytiske modeller
  - Bruk av ekspert-bedømmelser
- Konsekvens
  - Hendelsestre
    - Sekvensielt
  - Cause Consequence Analysis
    - Kan ta med «looper» i hendelsesforløpet
    - Krever høy kompetanse og mye arbeid
  - Risk Influence Modelling (RIM)
    - Faktorer som påvirker risiko indirekte
  - Modellberegninger
    - Spredning av gass og lignende

Ulike typer kvalitative eller kvantitative risikoanalyser kan benyttes, alt etter formålet med analysen (hvilke beslutninger som skal tas). Risikoanalyser for vurdering av menneskelige, organisatoriske og tekniske faktorer.

Risikohåndtering

Risikoanalyse som beslutningsstøtte

Tiltak:

- Sannsynlighetsreduserende
- Konsekvensreduserende

Prioritet:

1. Passive tekniske løsninger
2. Aktive tekniske løsninger
3. Prosedyrer, trening o.l

Benytter gjerne Haddon sine ti strategier for risikoreduksjon, og designprinsipper og standarder.

Evaluering av tiltak:

- Kost-nytteanalyse
- Kostnadseffektivitet
- Risikoakseptkriterier
- ALARP-vurderinger
- Bør også vurdere faktorer som usikkerhet (knyttet til fenomener, konsekvenser og forutsetninger)

Beslutninger ut fra den usikkerhet som ikke fanges i analysene, bruk av føre-var-prinsippet og forsiktighetsprinsippet. Forsiktighetsprinsippet når det er usikkerhet knyttet til konsekvensene.

Sammenligning av risiko og økonomi. Analysene gir ikke et entydig svar, en må ta hensyn til begrensninger og svakheter i analysen.

Risiko

- sannsynlighet for og konsekvens av identifiserte uønskede hendelser (scenarioer).
- Det blir også lagt vekt på antagelser knyttet til beregningen av risiko (se tillegg A.1 Workshop 2).
- Resultater fra diskurs vil også kunne inkluderes (se tillegg A.1 Workshop 2)

Sårbarhet

Definisjon av sårbarhet kan oppsummeres som følger: Hvor sårbart et system er avgjør hvor store konsekvenser en uønsket hendelse vil få, gitt at den intreffer.

Kapittel 5

Normal Accidents Theory

Den følgende presentasjonen av «Normal Accident Theory» er først og fremst basert på bok av Perrow «Normal Accidents - Living with high risk technology» [23], og i tillegg rapport av Rosness et al. «Organisational Accidents and Resilient Organisations: Five Perspectives» [49].

5.1 Normal accidents

I teori om «Normal Accidents» mener Charles Perrow [23] at en kan skille mellom to typer ulykker, komponentfeil-ulykker («Component failure accidents») og systemulykker («Systems accidents»). Komponentfeil-ulykker beskrives som ulykker med utgangspunkt i feil («failure») i èn eller flere komponenter, som for eksempel del, enhet eller undersystem, hvor feilen forplanter seg videre i en forventet sekvens. Til forskjell innebærer systemulykker uventede interaksjoner mellom feil. Det vil si at begge har utgangspunkt i komponentfeil, men systemulykker karakteriseres av at flere feiler samtidig og det oppstår uventede interaksjoner.

Komponentfeil-ulykker hvor feil forplanter seg i forventede sekvenser vil en i stor grad kunne avdekke i risikoanalyser (for eksempel FMECA) [49], men i forhold til systemulykker vil det være vanskelig å se for seg alle mulige måter det kan oppstå interaksjoner mellom sviktende komponenter. Det er vesentlig flere måter det kan oppstå interaksjoner mellom feil i komponenter, enn det er komponenter som kan feile [49].

Uventede interaksjoner kan oppstå mellom (vanlige) feil i design, utstyr, operatør, prosedyrer og omgivelsene. Slike interaksjoner er svært vanskelige for designere å se på forhånd, og for operatører som observerer interaksjonen vil det være vanskelig å finne ut hva en skal gjøre i tide. Tendensene for uventede interaksjoner i et system omtaler Perrow som kompleks interaktivitet. I tillegg til interaksjoner, nevner Perrow også graden av koblinger mellom komponenter i systemet som avgjørende for hvor sårbart et system vil være for systemulykker. Tette koblinger vil blant annet påvirke hvor hurtig og i hvor stor grad feil forplanter seg videre i systemet.

Perrow hevder at de fleste høyrisikosystemer i stor grad er preget av egenskaper som kompleks interaktivitet og tette koblinger, og at det for slike systemer er uunngåelig med systemulykker. Han mener det kan kalles «normal-ulykker» siden det vil forekomme uventede interaksjoner mellom feil («failure») i slike systemer.

For noen systemer kan en gjøre endringer i organisasjonsmodell og innføre tekniske løsninger som reduserer kompleksitet og tette koblinger. Men for enkelte vil det kreves organisasjonsmodell som innholder motsetninger og tekniske løsninger som øker den interaktive kompleksiteten og tette koblinger. Perrow mener derfor at det er enkelte systemer en ikke vil kunne kontrollere på en god måte, og dersom konsekvensene av ulykker for systemene er høy, bør en gi de opp, nedskalere eller redesigne (for eksempel kjernekraft, atomvåpen).

5.2 Komplekse og lineære interaksjoner

Med hensyn på hvordan feil i systemer kan virke sammen («interact») definerer Perrow to typer karakteristikker som kan prege et system, det kan være lineære eller komplekse interaksjoner.

5.2.1 Komplekse interaksjoner

Komplekse interaksjoner beskrives av Perrow [23, s.77-78] som:

> «Complex interactions are those in which one component can interact with one or more other components outside of the normal production sequence, either by design or not by design.»

Komplekse interaksjoner er uforutsigbare og uventede (ulineære) interaksjoner. Systemet var ikke designet for de, og ingen forutså at de kunne oppstå. De er gjerne ikke synlige eller de er vanskelige å forstå i det de inntrer. Komplekse interaksjoner vil si at det er forgreninger i stier mellom komponenter, tilbakekoblingssløyfer og hopp mellom ulike lineære sekvenser.

Kilder til komplekse interaksjoner kan være i form av komponenter som brukes til å oppfylle flere funksjoner i et system samtidig («common-mode function»). Feil på en slik komponent vil da føre til at flere funksjoner feiler, og interaksjonene blir i større grad ulineære. I forsøk på å redusere «commonmode-failures» introduseres det ofte redundante komponenter, men dette kan også ses å øke kompleksiteten i systemet og kan være en ekstra kilde til feil.

Perrow nevner også nærhet mellom komponenter som kilde til kompleks interaktivitet. Nærhet kan føre til at det oppstår uventede interaksjoner mellom komponentene. Perrow beskriver for eksempel hvordan et tankskip ble utsatt for hull i skroget hvor oljetank og pumperom møtes. Nærhet mellom disse førte dermed til at det kom olje inn i pumperom og videre inn i motorrom, hvor det antente.

Komplekse systemer vil også være preget av ukjente eller utilsiktede tilbakekoblingssløyfer. Rosness et al. [49] nevner at endringer i en komponent kan utvikle seg gjennom positive tilbakekoblinger, kan bli dempet av negative tilbakekoblinger eller endre seg til det motsatte gjennom kombinasjoner av tilbakekoblinger. Tilbakekoblingssløyfer kan for eksempel være et resultat av å øke effektiviteten til et system («common-mode functions») [49].

I komplekse systemer kan det å justere en del påvirke en annen gjennom tilbakekoblinger og ulike stier mellom komponentene. Komplekse systemer krever vanligvis flere kontrollparametre for å overvåke og kontrollere systemet, enn for lineære systemer. En må kunne kontrollere de ulike interaksjonene. Automatisering kan redusere antallet kontrollere, men det kan også redusere systemets fleksibilitet, ved at operatører ikke kan gripe inn og reparere mindre feil uten å stenge ned en enhet eller et undersystem. Automatiserte systemer vil også ha problemer med å identifisere kilder til feil, og det kan ses å øke kompleksiteten i systemet.

I tillegg til at det er mange interaksjoner en må kontrollere i komplekse systemer, mener Perrow at informasjon om tilstandene til komponentene ofte er basert på indirekte kilder. Det vises for eksempel til Three Mile Island ulykken (1979) hvor det ikke var noe direkte mål for strømning av kjøleveske i reaktor. I stedet måtte det estimeres ut i fra indirekte indikatorer, og i disse var det forstyrrelser som gjorde målingene upålitelige.

Begrenset forståelse av prosesser nevnes som en faktor som gjør det vanskelig å redusere den interaktive kompleksiteten. Dette er ofte tilfellet for industrier som utfører «tranformeringsprosesser» av råmaterialer, som kjemikalieprosessering og kjernekraft.

5.2.2 Lineære interaksjoner

Lineære interaksjoner beskriver Perrow [23, s.77] som følger:

> «Linear interactions are those interactions of one component in the DEPOSE system (Design, Equipment, Procedures, Operators, Supplies and materials, and Environment) with one or more components that precede or follow it immediately in the sequence of production»

Lineære interaksjoner vil altså være forutsigbare og forventede sekvenser av feil i et system. For eksempel i form av feil på samlebåndsproduksjon, hvor feilen forplanter seg til neste komponent nedover i linjen og produktene hoper seg opp oppover i linjen. For slike systemer mener Perrow [23] at det ikke vil spille noen rolle om det er snakk om tusenvis eller millioner av komponenter, det er lett å oppdage feilen og forutse hvordan den vil påvirke de omliggende stasjonene.

Lineære systemer er ofte karakterisert ved at komponenter er spredt. Det er ikke bruk av «common-mode functions» som krever nærhet. I tillegg er det få koplinger mellom ulike deler av produksjonssekvensen, slik at deler lett kan plukkes ut og repareres.

Mens personell i komplekse systemer ofte er spesialiserte i sine oppgaver, har personell i lineære systemer mer generell kunnskap og kan overta hverandres arbeidsoppgaver. Dette gjør det også lettere for de å identifisere gjensidige avhengigheter og håndtere de før de resulterer i ulykker. Tilsvarende som for personell kan materiale og utstyr som benyttes i lineære systemer i stor grad substitueres, og dermed har en flere muligheter for å forhindre og håndtere feil.

Perrow nevner også at det er minimalt med tilbakekoblingssløyfer i lineære systemer. Det er færre interaksjoner mellom kontrollparametre og de er desentraliserte ved at de er koblet på spesialisert utstyr. I tillegg får en direkte og nøyaktig informasjon fra målere.

Tabell 5.1 på neste side oppsummerer karakteristikker ved komplekse og lineære systemer.

Tabell 5.1: Karakteristikker ved komplekse og lineære systemer (tilpasset etter Tabell 3.1 i [23, s.88]).

nr.	Complex Systems	nr.	Linear Systems
1.1	Tight spacing of equipment	2.1	Equipment spread out
1.2	Proximate production steps	2.2	Segregated production steps
1.3	Many common-mode connections of components not in production sequence	2.3	Common-mode connections limited to power supply and environment
1.4	Limited isolation of failed components	2.4	Easy isolation of failed components
1.5	Personnel specialization limits awareness of interdependencies	2.5	Less personnel specialization
1.6	Limited substitution of supplies and materials	2.6	Extensive substitution of supplies and materials
1.7	Unfamiliar or unintended feedback loops	2.7	Few unfamiliar or unintended feedback loops
1.8	Many control parameters with potential interactions	2.8	Control parameters few, direct, and segregated
1.9	Indirect or inferential information sources	2.9	Direct, online information sources
1.10	Limited understanding of some processes (associated with transformation processes)	2.10	Extensive understanding of all processes (typically fabrication or assembly processes)

	Summary Terms		
nr.	**Complex systems**	**nr.**	**Linear systems**
1.a	Proximity	2.a	Spacial segregation
1.b	Interconnected subsystems	2.b	Dedicated connections
1.c	Common-mode connections	2.c	Segregated subsystems
1.d	Limited substitutions	2.d	Easy substitutions
1.e	Feedback loops	2.e	Few feedback loops
1.f	Mulitiple and interconnecting controls	2.f	Single purpose, segregated controls
1.g	Indirect information	2.g	Direct information
1.h	Limited understanding	2.h	Extensive understanding

De fleste systemer vil først og fremst være preget av lineære interaksjoner. Selv de mest komplekse systemene vil ha større grad av lineære interaksjoner enn komplekse. Men også de mest lineære systemene vil ha noen kilder til komplekse interaksjoner (for eksempel omgivelsene). Perrow mener en bør karakterisere systemer ut i fra hvilken grad de er preget av komplekse og lineære interaksjoner. Lineære systemer har svært få komplekse interaksjoner sammenlignet med komplekse systemer.

5.3 Tette og løse koblinger

I tillegg til komplekse og lineære interaksjoner, karakteriserer også Perrow systemer ut fra hvorvidt de er tett eller løst koblet.

Tette koblinger vil si at det ikke er særlig grad av buffere mellom komponenter. Forstyrrelser sprer seg hurtig fra en komponent til en annen. Løse koblinger derimot, gir mulighet til å fange opp uventede forstyrrelser uten at det destabiliserer systemet. I tett koblede systemer må en ved design av systemet forutse hva en trenger av buffere og redundans. I løst koblede systemer vil en i større grad ha mulighet til å improvisere for å håndtere feil.

Perrow trekker frem fire punkter med karakteristikker av tette og løse koblinger i systemer. For det første mener Perrow at tett koblede systemer i større grad har tidsavhengige prosesser. På grunn av egenskaper ved prosessen, eller ofte også effektivitetskrav, kan en ikke tillate forsinkelser. For løst koblede systemer derimot, vil en kunne takle forsinkelser og en kan stoppe opp prosessene uten at det påvirker produktene.

For det andre vil det være vanskelig å endre rekkefølgen for utføring av prosesser i tett koblede systemer. Det er gjerne bare en måte å utføre prosessen på, mens det for løst koblede systemer vil være mulig å endre rekkefølgen dersom det oppstår forstyrrelser.

For det tredje vil ofte prosessene i tett koblede systemer være designet slik at det bare er en måte å nå produksjonsmålet. Det vil være vanskelig å bytte ut råvarer og legge om produksjonen (vannkraftverk, kjernekraftverk og lignende). I løst koblede systemer derimot, har en flere alternative måter å produsere på.

For det fjerde mener Perrow at tett koblede systemer har lite slakk. Det vil blant annet si at det er viktig å operere med riktige og presise menger, og at det er vanskelig å bytte ut ressurser og utstyr i produksjon. I løst koblede systemer vil en i større grad ha rom for å sløse med ressurser og gjøre ting om igjen.

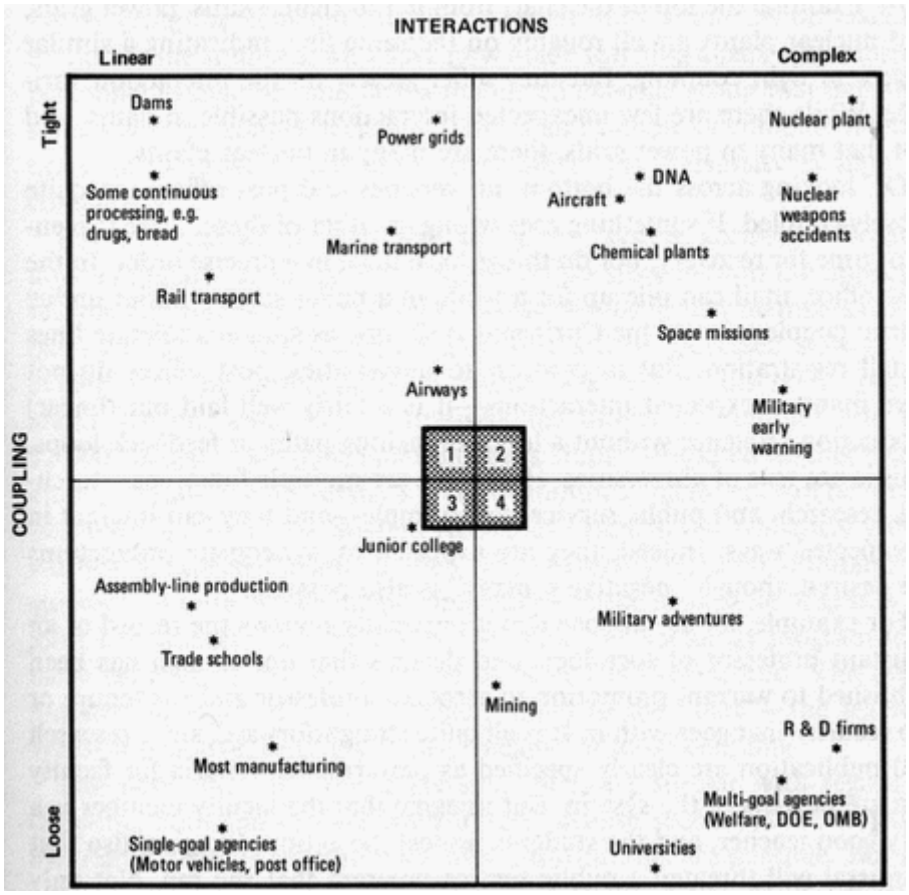
Tabell 5.2 oppsummerer tendensene for tett og løst koblede systemer.

Tabell 5.2: Tendenser for tett og løst koblede systemer (tilpasset etter Tabell 3.2 i [23, s.96]).

nr.	Tight Coupling	nr.	Loose Coupling
3.1	Delays in processing not possible	4.1	Processing delays possible
3.2	Invariant sequences	4.2	Order of sequences can be changed
3.3	Only one way to achieve goal	4.3	Alternative methods available
3.4	Little slack possible in supplies, equipment, personnel	4.4	Slack in resources possible
3.5	Buffers and redundancies are designed-in, deliberate	4.5	Buffers and redundancies fortuitously available
3.6	Substitution of supplies, equipment, personnel limited and designed in.	4.6	Substitutions fortuitously available

5.4 Håndtering av kobling og kompleksitet

Figur 5.1 viser hvordan Perrow karakteriserer ulike systemer ut i fra kobling og interaksjoner.



Figur 5.1: Karakterisering av systemer etter koblinger og interaksjoner (Figur 3.1 i [23, s.97]).

Perrow argumenterer for ulike strategier for å kontrollere systemene alt etter hvordan de er preget av interaksjoner og koblinger.

For systemer som har stor grad av komplekse interaksjoner og er løst koblet, vil det være potensial for uventede interaksjoner mellom feil. Men de løse koblingene gir rom for å håndtere feil og forstyrrelser før de utvikler seg til ulykker. For å utnytte dette potensialet mener Perrow at kontroll av slike systemer bør være desentralisert. Vanligvis vil operatører av systemet være de som kan oppdage forstyrrelser først, og bør derfor ha frihet til å håndtere de. De må ha mulighet til å undersøke systemet, samhandle med hverandre og ha autoritet til å gjøre endringer i ulike avdelinger.

I systemer preget av tette koblinger og lineære interaksjoner, vil feil oppstå i forventede sekvenser og være synlige, men de tette koblingene vil føre til at feil forplanter seg hurtig i systemet. Det vil være dårlig med tid for den enkelte operatør til å undersøke systemet og samtidig ha oversikt over hva som blir gjort i andre deler av systemet. Å håndtere feil i slike systemer krever hurtig og koordinert respons [49], noe som tilsier at kontroll av systemet må være sentralisert. Respons bør være planlagt på forhånd, og det bør gjennomføres øvelser på håndtering av krisesituasjoner.

For systemer som er løst koblede og lineære kan en velge enten sentralisering eller desentralisering, begge vil fungere for å kontrollere systemet.

Det oppstår derimot et organisatorisk dilemma når systemer er preget av komplekse interaksjoner og tette koblinger [49]. Kompleksitet håndteres best med desentralisering, men de tette koblingene tilsier sentralisering. Det kan være muligheter for å kombinere disse formene for organisering (jf. romfart), men Perrow påpeker at dette ofte virker vanskelig for rimelig komplekse og tett koblede systemer, og er muligens umulig for svært komplekse og tett koblede systemer. Perrow mener det vil oppstå spenninger mellom de to formene for kontroll, og at organisasjonen

vil bruke mye energi på å håndtere dette. Dermed er det ingen god måte å organisere for å håndtere kompleksitet og tette koblinger, og systemet vil være utsatt for systemulykker.

Tabell 5.3 oppsummerer de ulike formene for organisering for å håndtere koblinger og interaksjoner.

Tabell 5.3: Ulike former for organisering for å håndtere interaksjoner og koblinger (basert på Figur 9.2, i [23, s.352]).

		Interaksjoner	
		Lineære	**Komplekse**
Koblinger	**Tette**	Sentraliser for å håndtere tette koblinger	Sentraliser for å håndtere tette koblinger, desentraliser for å håndtere komplekse interaksjoner mellom feil. (Organisatorisk dilemma)
	Løse	Sentraliser eller desentraliser, begge vil fungere.	Desentraliser for å håndtere komplekse interaksjoner.

5.5 Risikoreduksjon

Basert på Perrow sin teori om at ulykker opptrer som følge av uoverensstemmelse mellom egenskapene til et system og organisering for å kontrollere det, trekker Rosness et al. [49, s.25] frem fem strategier for risikokontroll:

1. With a complex system, you should try to reduce the degree of interactive complexity.
2. With a tightly coupled system, you should seek ways to loosen the couplings.
3. If you have to live with a high degree of interactive complexity, you should build a decentralized organization.
4. If you have to live with tight couplings, you should centralize your organization.
5. If your system has catastrophic potential, and you are not able to apply any of the above strategies, then you should discard your system.

Ut i fra punkt fem kommer det altså frem at Perrow mener en må gi opp enkelte teknologier.

5.6 Oppsummering

Systemkarakteristikk

Systemer er karakterisert ut fra koblinger og interaksjoner. Uventede interaksjoner mellom små (vanlige) feil er grunnlag for større ulykker (systemulykker).

Risikovurdering

Mer en sårbarhetsvurdering med karakterisering av hvordan systemet er preget av tette og løse koblinger, samt lineære og komplekse interaksjoner (jf. Figur 5.1).

Risikohåndtering

- Reduksjon av kompleksitet
- Løse opp i tette koblinger
- Ulike former for organisering:
  - Sentralisering for å håndtere tette koblinger
  - Desentralisering for å håndtere kompleksitet
- Ingen god måte å håndtere systemer som er både komplekse og tett koblede.

Sårbarhet

- Komplekse og tett koblede systemer vil ha særlig stort potensial for systemulykker. (Sammenfall av (normale) hendelser som fører til større ulykker).
- Manglende sentralisert styring for tett koblede systemer, eller manglende desentralisert styring for komplekse systemer kan også gjøre systemet sårbart.

Kapittel 6

Resilience Engineering

Den følgende presentasjonen av Resilience Engineering er hovedsakelig basert på boken «Resilience Engineering – Concepts and precepts» [30] av Hollnagel et al., og i tillegg artikkel av Grøtan i boken «Robust arbeidspraksis» [57] og artikkel av Hollnagel i «Ergonomics Australia» [29], samt presentasjoner av Hollnagel.

6.1 Resilience Engineering

I boken «Resilience Engineering – Concepts and precepts» hevder Hollnagel et al. [30] at arbeidet med sikkerhet stort sett er basert på etterpåklokskap, selv innenfor forskning så vel som i industrien. Dermed vil en alltid være påvirket av det som har hendt tidligere når en prøver å forutsi hva som kan skje i fremtiden, og dette kan ses å begrense den «nødvendige forestillingsevnen» som er viktig for sikkerheten. Også i risikoanalyse vil en basere seg på tidligere erfaringer når en prøver å forutsi hva som kan gå galt for nye systemer [57]. Videre har en i arbeidet med metoder og teknikker for vurdering av risiko bare endret disse stegvis, etter hvert som det har oppstått tilfeller med feil som ikke kunne forklares. En har da inkludert nye elementer, som for eksempel menneskelige feil og organisatoriske feil. Ved å bare endre metodene ut fra tidligere erfaringer, hevder Hollnagel [29] at en vil ha et konstant etterslep i forhold til den hurtige utviklingen av sosio-tekniske systemer, hvor det er stadig mer kompleksitet og endringer i risiko.

Resilience Engineering (RE) presenteres som en ny måte å tenke på i forhold til sikkerhet. I stedet for å basere seg på hva som har hendt, vektlegges proaktivitet ved at en prøver å se fremover og tilpasse seg. I RE anses feil og suksess for å kunne forklares ut fra det samme grunnlaget [57]. I det daglige vil den enkelte arbeider oppnå suksess i arbeidet ved en god avveining mellom det å jobbe effektivt og det å være oppmerksom på feil og forutse mulige farer. Feil oppstår når presset for effektivitet ikke gir tid til å være tilstrekkelig grundig og forsiktig, og det blir svikt i tilpasningsprosessen [57]. For at en organisasjon skal overleve økonomisk må en være effektiv, og for å ta vare på sikkerheten må en tillate ansatte å være grundige i arbeidet (Efficiency Thoroughness Trade-Off, ETTO [30]). Hollnagel et al. [30, s.3] hevder at feil («failure») på individuelt eller systemnivå, skjer som følge av *«temporary inability to cope efficiently with complexity»*, mens suksess kommer av resiliens i form av å *«recognise, adapt to and absorb variations, changes, disturbances, disruptions, and surprises – especially disruptions that fall outside the set of disturbances the system is designed to handle»*.

I tidligere tankegang om sikkerhet har en vært ute etter å begrense menneskene sine muligheter til å påvirke systemene, da de ble ansett som upålitelige komponenter, i et ellers feilfritt system. Dermed ble det gjerne introdusert løsninger med automatisering for å beskytte systemene mot menneskelige feilhandlinger. I tradisjonell risikoanalytisk tilnærming går en gjerne ut fra at en kan definere en sikker normalsituasjon, og at ulykker representerer en sekvensiell (lineær) hendelseskjede med basis i avvik fra normalsituasjonen [57]. I RE fokuseres det derimot på uventet

kompleks samhandling. RE tar høyde for ikke-sekvensielle (ulineære) systemiske ulykkesmodeller hvor det ses at ulykker kan oppstå som følge av kompleks samhandling. Det vil si at ulykker kan være resultat av uventede koblinger og interaksjoner (sammenfall) mellom forskjellige hendelser og funksjoner. RE baserer seg på at ytelsen («performance») i komplekse systemer vil variere både på grunn av variasjoner i omgivelsene og variasjoner i undersystemer. Det kan ikke defineres en sikker normalsituasjon, i stedet ses det at hva som er en sikker tilstand hele tiden vil endre seg [57]. I RE blir derfor menneskene sin «performance variability» sett på som positivt, i den forstand at den vil være nødvendige for å kunne hanskes med de komplekse systemene. Menneskene må tilpasse seg og reagere på de uventede koblingene og interaksjonene, de må dekke over manglene i systemene og forutse mulige farer.

RE beskrives som *«... a paradigm for safety management that focuses on how to help people cope with complexity under pressure to achieve success»* [30, s.6]. En resilient organisasjon må ha en kontinuerlig innsats for å oppnå sikkerhet. Det må hele tiden søkes å forutse muligheter for svikt, en må være klar over at omgivelsene er i konstant endring. En måte å måle resiliens beskrives ved evnen til å forutse den varierende risikoen før skade inntreffer.

Hollnagel et al. [30] mener at de grafiske metodene i risikovurdering, i form av hendelsestre og feiltre, ikke kan gi tilstrekkelig beskrivelse av de komplekse samhandlingene som kan føre til ulykker. Uten å fokusere på komplekse sammenfall av hendelser beskrives det som vanskelig å forklare hvordan et stabilt system gradvis eller plutselig kan bli ustabilt. Komplekse systemer er dynamiske, og de kan av og til komme inn i en tilstand av dynamisk ustabilitet. For slike systemer må det være mulighet for at det kan tilpasse seg varierende forhold. Noe som er vanskelig å designe på forhånd, da en ikke kan ta høyde for alle mulige situasjoner som kan oppstå. En må søke å holde systemene dynamisk stabile, og begrense mulighetene for at endringer fører systemet ut av kontroll. Hollnagel et al. introduserer i denne sammenheng begrepet «demping» som en beskrivelse av å redusere avvik og oscilleringer i et system. En må kunne håndtere endringer som oppstår uten at dette fører systemet ut av kontroll. Det nevnes at [30, s.16]:

> «The essence of resilience is therefore the intrinsic ability of an organisation (system) to maintain or regain a dynamically stable state, which allows it to continue operations after a major mishap and/or in the presence of a continuous stress.»

For å reagere på eller gjenvinne seg fra en forstyrrelse i systemet, må en gjøre endringer, og disse kan ha negative bi-effekter på resten av systemet og kan føre det ut av kontroll. Ved å reagere tidlig er det sannsynelig at en ikke trenger å gjøre store endringer, og en kan unngå at det påvirker resten av systemet i særlig grad. Det vil dermed si at systemet oppnår høyere resiliens. Hollnagel et al. [30, s.16] gir en modifisert definisjon av resiliens i form av:

> «... resilience can be modified to be the ability of a system or an organisation to react to and recover from disturbances at an early stage, with minimal effect on the dynamic stability.»

Det hevdes videre at utfordringene for systemsikkerhet er å hanskes med ustabilitet, og at metoder og prinsipper fra RE vil være til hjelp for å unngå ustabilitet.

Grøtan [57] poengterer at ordet «resilience» vil peke mot to ulike situasjoner. Det vil både si at en organisasjon vil overleve og gjenoppstå etter en ulykke, og at den vil være bedre i stand til å unngå ulykker gjennom fleksibilitet og tilpasning.

I RE fokuserer en ikke på årsaker til ulykker, men i stedet ser en etter mulige sammenfall av hendelser og funksjoner. I et system vil det være naturlige variasjoner som er viktige for læring og utvikling, men som også kan resultere i avvik og uønskede hendelser [59]. Sammenfall av hendelser vil være naturlige og uunngåelige, og det ses altså at ulykker kan oppstå selv om det ikke hendte noe uvanelig (under «normal performance»). Begrepet «funksjonell resonans» benyttes som beskrivelse for hvordan ulike normale variasjoner blant funksjoner og hendelser til

sammen (ved resonans) kan føre til større uventede (ulineære) variasjoner (avvik og uønskede hendelser). For å avdekke hvordan det kan oppstå mulige kombinasjoner og sammenfall for hendelser og funksjoner, foreslås det av Hollnagel et al. [30] en «Functional Resonance Accident Model» (FRAM), se delkap. 6.1.3 på neste side.

6.1.1 Egenskaper ved resiliente systemer (tid, kunnskap, kompetanse og ressurser)

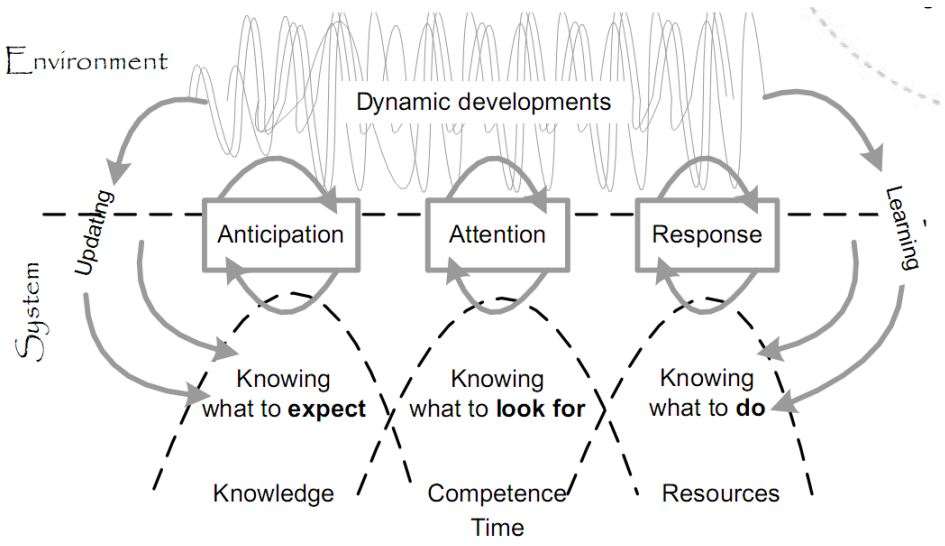
For å holde et system under kontroll må en kunne eliminere uønsket variabilitet i systemet og fra omgivelsene. Uventede hendelser kan føre til at en mister kontroll over systemet. En viktig egenskap ved RE er nettopp at en ikke mister kontrollen, men kan gjenvinne seg og fortsette. Av størst betydning er det derfor å kunne si noe om når det er stor sannsynlighet for at det vil oppstå uventede hendelser. For å beholde kontrollen beskrives det av Hollnagel et al. [30] som viktig å vite hva som har hendt tidligere, hva som skjer i nåtid og hva som kan skje i fremtiden, så vel som å vite hva en skal gjøre og ha de nødvendige ressursene til å gjøre det. Forhold som påvirker hvor godt et system yter og når og hvordan en mister kontroll, vil være mangel på tid, mangel på kunnskap og mangel på ressurser.

Mangel på **tid** oppstår ofte som følge av at en ikke har sett fremover, og en blir begrenset til reaktive handlinger. Videre mister en tid på å bare kunne handle etter at et forhold har oppstått, og en må ofte bruke tid på å få tak i de nødvendige ressursene til å håndtere det. Hollnagel et al. mener derfor at et system som er begrenset til bare tilbakekobling etter hvert vil havne på etterskudd og miste kontroll.

Kunnskap beskrives som viktig for å vite hva en skal forvente og hva en skal fokusere på. Utover dette må en også ha kunnskap som hjelper en å se fremover og tenke utover det en har av erfaringer, en må «forvente det uventede». Det vil si å se etter mer enn bare det opplagte, en egenskap som omtales som «requisite imagination» (nødvendig forestillingsevne) og er meget sentral i tankegangen bak RE.

Kompetanse og ressurser nevnes som viktig for et system sin evne til å kunne reagere rasjonelt. En må ha kompetanse for å vite hva en skal gjøre, så vel som ressursene til å gjøre det.

De overnevnte egenskapene vil være viktige for å holde et system under kontroll, og må utøves kontinuerlig for at systemet skal være resilient. En må hele tiden være oppmerksom på og klar til å reagere på mulige overraskelser og forstyrrelser i systemet og fra omgivelsene. Figur 6.1 viser egenskapene som kreves i et resilient system. Den illustrerer også hvordan en må oppdatere sin kunnskap, kompetanse og ressurser basert på læring fra suksess og feil.



Figur 6.1: Krav til egenskaper for resiliente systemer [33, s.31] (originalt gjengitt etter [30, s.350]).

Hollnagel et al. mener RE krever *«a constant sense of unease that prevents complacency»* [30, s.356]. Sikkerhet er en dynamisk prosess, og en kan ikke gå ut i fra statiske «bilder», eller se etter separate uavhengige faktorer og modellere ulykker som *«chains og causality»* [30, s.357].

6.1.2 «Tractable» og «Intractable»

I forhold til Perrow [23] sin beskrivelse av komplekse systemer, velger Hollnagel [29] i stedet å fokusere på hvor lett det er å «håndtere og kontrollere» et system, og benytter uttrykkene «intractable» og «tractable» som ytterpunkter. Et system eller en prosess er intractable [29, s.36]:

- if the principles of functioning are only partly known or even unknown,
- if descriptions are elaborate with many details, and
- if the system may change before the description is complete

Et «tractable» system eller prosess er definert som det motsatte.

6.1.3 FRAM

Med utgangspunkt i klassifisering av systemer etter hvorvidt de er «tractable/intractable» og hvor tett koblede de er, mener Hollnagel [29] at ulike metoder for vurdering av risiko bør karakteriseres ut i fra hvilke systemer de kan ses å gjøre rede for (fremstille). En metode må velges ut i fra hvilket formål og system den passer til. For eksempel foreslås dominomodellen (Heinreich [32]) for løst koblede og styrbare systemer.

Hollnagel [29] mener at for problemer som er vanskelige å forstå er det også vanskelig å finne betydningsfull risiko. Hendelsene en er ute etter skjer gjerne sjelden og uregelmessig, og ut fra tradisjonelle risikomodeller er det vanskelig å fastsettet hva konsekvensene vil bli, og de tilhørende sannsynelighetene for disse. Selv for den risiko som kan vurderes vil det være vanskelig å foreslå effektive tiltak.

I følge Hollnagel kan, som nevnt tidligere, ulykker være et resultat av koblinger og interaksjoner som vanligvis ikke vil beskrives som feil, og dermed blir de ikke identifisert i tradisjonelle risikoanalyser. Under uvanlige omstendigheter kan vanlige handlinger føre til ulykker. Mellom variabiliteten til ulike funksjoner kan det altså av og til oppstå resonans som kan føre til at funksjonen går utover normale grenser [27]. Konsekvensene kan så videre spre seg gjennom tette koblinger [27]. Ut fra dette hevdes det at en ikke kan forklare ulykker ved å se på enkeltdeler av sosio-tekniske systemer, som operatører eller grensesnitt, men en må se på hvordan «normal performance variability» kan føre til ulike uventede koblinger. I risikovurderingen må en altså se på både de vanlige feilmekanismene, og de feil som kan oppstå ut i fra «normal performance variability».

«Functional Resonance Accident Model» (FRAM) presenters som en metode for ulykkesundersøkelser og risikovurdering som baserer seg på at ulykker kan oppstå som følge av uventede kombinasjoner av «normal performance variability». I stedet for å ha fokuset på komponenter og strukturer, beskriver en systemfunksjoner. Ved å fokusere på funksjoner er det ikke et problem dersom beskrivelsen av systemet er «intractable».

Metoden inneholder følgende steg [29, s.43]:

1. Define the purpose of modelling and describe the situation being analysed. The purpose can be either risk assessment of accident investigation.
2. Identify essential system functions and characterize each function by six basic parameters (input, output, time, control, pre-conditions, resources).
3. Characterise the (context dependent) potential variability using a checklist. Consider both normal and worst case variability.
4. Define functional resonance based on possible dependencies (couplings) among functions.
5. Identify barriers for variability (damping factors) and specify required performance monitoring.

Den følgende oppsummeringen av metoden er basert på presentasjon av Hollnagel [28].

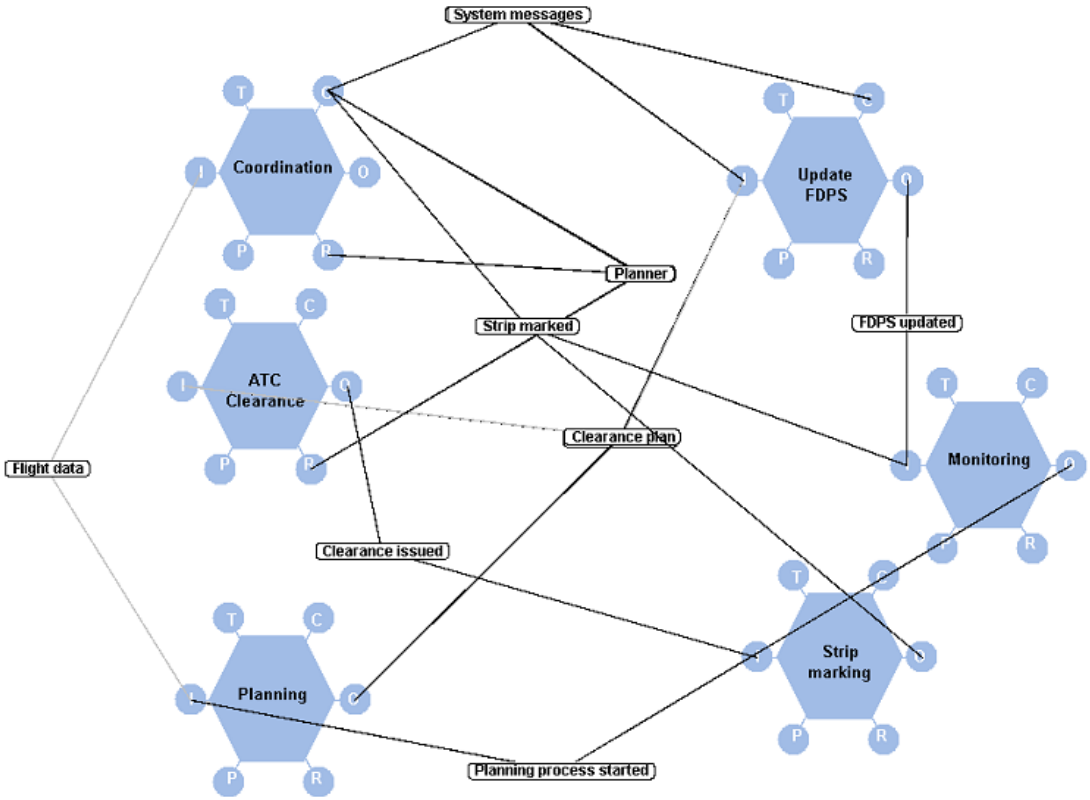
Første steg i FRAM er å definere hensikten med modellen og situasjonen som skal analyseres, før en går over til å identifisere ulike funksjoner ved systemet (steg 2). Til å identifisere funksjoner forslår Hollnagel [28] ulike teknikker, som for eksempel arbeidsbeskrivelser, «designcase», «task analysis», feltobservasjoner og lignende. Funksjonene karakteriseres så ved følgende parametre (basert på [28, s. 5]):

- tilgjengelig **tid**,
- hvilken **input** som er nødvendig
- hva som må være oppfylt før funksjonen kan utføres («**preconditions**»)
- hva som **kontrollerer** funksjonen (planer, prosedyrer, og lignende)
- hva som blir resultatet av funksjonen («**output**»)
- hvilke **ressurser** som er nødvendige (energi, hardware, arbeidskraft og lignende)

Hollnagel forslår videre (steg 3) å karakterisere den potensielle variabiliteten ved å ta utgangspunkt i «common performance conditions» (for eksempel tilgjengelige ressurser, trening og erfaring osv.) og rangere disse i forhold til om de er for eksempel «adequate» «inadequate» eller «unpredictable».

I steg 4 gjør en så en vurdering av hvorvidt «common performance conditions» kan føre til økt variabilitet og videre hvordan slik variabilitet kan utvikle seg og påvirke ulike funksjoner. For de

ulike funksjonene som kan ha økt variabilitet må en identifisere avhengigheter til andre funksjoner (identifisere koblinger), ved å se på hvilke andre funksjoner som bruker samme input, ressurser, «preconditions», osv. Dette kan gjøres ved hjelp av visualiseringskart hvor en har oversikt over alle funksjoner og tilhørende parametre, se Figur 6.2.



Figur 6.2: Visualiseringskart for identifisering av koblinger mellom funksjoner (polygon) [28, s.19].

Til slutt foreslår Hollnagel å identifisere barrierer som enten er fysiske, funksjonelle, symbolske eller immaterielle. Fysiske vil si at de forhindrer utførelse av en handling eller konsekvenser fra å spre seg, og disse er alltid på (vegg, gjerde, sikkerhetsglass og lignende). Med funksjonelle menes barrierer som kan være av eller på, disse gjør det umulig å utføre en handling og forhindrer konsekvenser når de er på (for eksempel låser, passord, distanse). Symbolske barrierer krever tolkning for å fungere (signal, alarmer og lignende). Immaterielle barrierer kan være i form av lover og regler.

6.2 Oppsummering

Systemkarakteristikker

- «Tractable» og «intractable»
- Dynamisk
- Variabilitet
- Systemisk ulykkesmodell

Risikovurdering:

FRAM:

- Identifisere funksjoner
- Identifisere muligheter for variabilitet
- Identifiser hvordan variabilitet kan påvirke andre funksjoner gjennom koblinger (felles parametre)

Generelt:

- Kontinuerlig oppmerksomhet.

Risikohåndtering:

- Proaktive tiltak
- Læring av suksess og feil
- Tilgjengelig og tilstrekkelig med tid, kunnskap, kompetanse og ressurser
- Evne til å gjenkjenne, tilpasse seg, og absorbere variasjoner, endringer, forstyrrelser og lignende, og gjenvinne kontroll (tilpasning). Mulighet for å gjøre endringer uten at systemet blir ustabilt (demping).
- ETTO (Efficiency Thoroughness Trade-Off)
- FRAM: introduksjon av barrierer

Risiko

Variabilitet kan være nyttig samtidig som det kan føre til uønskede hendelser.

Sårbarhet

- Et system kan være sårbart dersom en ikke er proaktiv og søker å forutse muligheter for svikt.
- Mangel på kontinuerlig overvåkning
- Ikke tilgjengelig nok tid, tilstrekkelig med kunnskap eller kompetanse og ressurser til å håndtere uønsket variabilitet (uventede hendelser)
- Ikke tilpasningsdyktig

Kapittel 7

High Reliability Organisations

I dette kapittelet presenteres teori om HRO basert på litteratur av Weick og Sutcliffe [43], samt artikkel av Rosness et al. [49].

7.1 High Reliability Organisations (HRO)

Teori om HRO tar utgangspunkt i studier av hvordan mennesker og organisasjoner organiserer seg for å oppnå høy ytelse under forhold hvor feil kan få svært alvorlige konsekvenser. Hangarskip («nuclear»), lufttrafikk-kontroll, kjernekraftverk, akuttmedisin og lignende, er eksempler på systemer må være pålitelige for å forhindre alvorlige ulykker. Det er systemer med kompleks teknologi hvor det vil oppstå flere uventede hendelser. I stor grad systemer som ut fra Perrow sin «Normal Accidents Theory» (kap. 5), ikke burde være mulig å håndtere på noen god måte. Weick og Sutcliffe [43] mener dette er organisasjoner som kontinuerlig opererer under vanskelige forhold, men er organisert på måter som gjør at de har færre store ulykker enn øvrige organisasjoner. De betegnes derfor som «High Reliability Organisations» (HRO).

7.1.1 «Mindful management»

Weick og Sutcliffe mener suksessen for HRO delvis kan forklares med evnen til å være årvåken («mindful»). De har evne til å oppfatte svake signaler på uventede hendelser, og håndtere de på et tidlig stadium. Det hevdes at små hendelser er grunnlag for store ulykker. Små hendelser er vanskelige å plukke opp, men vil være lettere å håndtere på et tidlig stadium, før de blir større og tydelige avvik. Det nevnes at håndtering av det uventede vil kreve at en håndterer små hendelser med sterke reaksjoner. Foruten å håndtere signaler på hendelser som er under utvikling, har HRO også fokus på resiliens og gjenopprettning av systemets funksjon dersom en ikke klarer å forhindre hendelser.

Hvilke forventninger en har om fremtiden vil påvirke hva en retter oppmerksomheten mot, og en har ofte lett for å søke opp og godta bevis for at disse stemmer, mens en overser motbevis. Dermed kan en risikere å overse uventede hendelser før de utvikler seg til mer alvorlige og komplekse hendelser som er vanskeligere å håndtere. I stedet for å slå seg til ro med sine forventninger om fremtiden eller hvile på sin suksess, forsøker HRO å være årvåkne i forhold til det uventede. De oppdaterer kontinuerlig sin informasjon for å kontrollere om forventningene stemmer. En HRO tar høyde for at en ikke har erfart alle mulige måter et system kan feile på, og at en ikke er klar over alle mulige hendeleser som kan oppstå. Weick og Sutcliffe mener en må etablere en «mindful infrastructure» for å unngå å stole på forventningene, hvilket innebærer at en kontinuerlig gjør følgende [43, s.2]:

- Tracks small failures
- Resists oversimplification
- Remains sensitive to operations
- Maintains capabilities for resilience
- Takes advantage of shifting locations of expertise

«Mindfulness» defineres forøvrig som *«a rich awareness of discriminatory detail»* [43, s.32]. Hvilket kan sies å innebære at personell er oppmerksomme på omgivelsene de handler i, på forskjeller i detaljer og avvik fra forventninger.

Punktene for «mindful infrastructure» utgjør prinsippene for HRO og er nærmere beskrevet i delkap 7.1.2. Det tre første omhandler organisasjonen sin evne til å forvente de uventede problemene og forhindre at de inntrer, mens de to resterende omhandler organisasjonen sin evne til å håndtere de etter at de har inntrådt.

7.1.2 Prinsipper for HRO

Evne til å forvente det uventede:

«HRO principle 1: Preoccupation with failure»

HRO har altså et stort fokus på feil, siden små feil til sammen kan føre til alvorlige konsekvenser, *«managing the unexpected often means that people have to make strong responses to weak signals»* [43, s.8]. Ved å fange opp feil tidlig har en som regel flere måter å håndtere de på og mulighet til å lære av de. HRO har fokus på rapportering av feil og læring av nestenulykker. Det nevnes også at de unngår selvtilfredshet som kan følge av å oppleve suksess med tanke på sikkerhet. De unngår dermed å redusere sikkerhetsmarginene og mulighetene for redundans. De er også opptatt av å forutse, spesifisere og kommunisere de feilene de vil unngå.

«HRO principle 2: Reluctance to simplify»

HRO unngår forenklinger siden det kan føre til at en overser viktige detaljer. Det nevnes at HRO tar hensyn til at verden er kompleks, ustabil og uforutsigbar, og forsøker å «se» så mye som mulig. De forsøker å se verden på ulike måter og inviterer til skepsis. Selv for nye, men likevel kjente hendelser, bør en unngå å hvile på tidligere erfaringer, siden det kan være skjulte ulikheter mellom tidligere hendelser og de nye.

Samhandling («interaction») mellom ansatte nevnes som en måte å redusere forenkling. Ved at personell med ulik bakgrunn drøfter feil som har oppstått kan en få bredere innsikt i hva som har skjedd, hva som kan gjøres og hva konsekvensene kan bli.

«HRO principle 3: Sensitivity to Operations»

HRO har fokus på drift/operasjoner, de har oppmerksomhet overfor arbeidet som foregår ved «frontlinjen» og hvordan det faktisk blir utført. Det nevnes at personell som har god oversikt over situasjonen («situational awareness») kontinuerlige kan gjøre endringer og dermed forhindre små feil fra å akkumulere og utvikle seg. I forhold til «sensitivity to operations» er det viktig at det er lagt til rette for at personell er villige til og tør å kommunisere om forholdene i operasjon. Slik at en blant annet vet alt en trenger å vite for at systemet skal fungere effektivt, og har god oversikt over operasjonene.

Evne til å håndtere det uventede:

«HRO principle 4: Commitment to Resilience»

Siden ingen systemer vil være feilfrie er HRO opptatt av «resilience». Resiliente systemer har evne til å kunne fortsette drift når de blir utsatt for påkjenninger, eller gjenopprette drift etter påkjenninger. Det nevnes at HRO utvikler egenskaper *«to detect, contain, and bounce back from those inevetable errors that are part of an indeterminate world»* [43, s.14]. Feil må forhindres i å utvikle seg og en må kunne improvisere løsninger, slik at systemet ikke blir slått ut. I denne sammenheng er blant annet personell med ulik erfaringer og trening viktig for HRO. Resiliens innebærer også at en har evne til å lære av feil, og gjøre nytte av lærdommen ved senere anledninger.

HRO antar at de vil bli overrasket, og er opptatt av å ha tilgjengelig ressurser til å håndtere endringer hurtig. Det nevnes blant annet at de arbeider for å utvikle *«knowledge, capability for swift feedback, faster learning, speed and accuracy of communication, experimental variety, skill at recombination of existing response repertoires, and comfort with improvisation.»* [43, s.73].

«HRO principle 5: Deference to Expertise»

Det nevnes at HRO har fokus på mangfoldighet, og at dette gjør de i stand til å observere mer i komplekse omgivelser og bedre rustet til å takle kompleksitet som blir oppdaget. I HRO blir avgjørelser tatt ved «frontlinjen». I stedet for å la avgjørelser gå strengt etter rang, blir avgjørelser ledet til de med mest ekspertise uavhengig av rang, siden rang og ekspertise ikke nødvendigvis henger sammen. Å gå strengt etter rang kan føre til at en overser ekspertise, HRO vil derimot forsøke å se hva de ved «fronten» vet.

7.1.3 Revisjoner

Ut fra idèen om «mindfulness» og derunder de fem prinsippene for HRO, foreslår Weick og Sutcliffe ulike revisjoner som kan hjelpe en organisasjon med å bli oppmerksom på om den arbeider «mindful» eller er «mindless». Disse vil også avsløre hva en kan fokusere på for å oppnå en mer «mindful» organisasjon. Revisjonene gjennomgås ikke nærmere i denne oppgaven.

7.1.4 Kultur

I tillegg til prinsippene for HRO er kultur også et viktig grunnlag for å oppnå «mindfulness» i organisasjonen. En må ha en kultur som oppfordrer til å være «mindful». Personell må føle aksept og støtte fra hverandre for «mindfull acts», som for eksempel å avsløre sine egne feil og feil i antagelser. Holdninger som går mot «mindful acts» må en forsøke å undergrave. Kultur defineres av Weick og Sutcliffe som både *«how we do things around here»* og *«what we expect around here»* [43, s.115]. Forventninger til hvordan ting gjøres viser seg i holdninger og oppførsel. Kultur gir større grad av felles prioriteringer og likheter i måter å handle på.

Det nevnes at en kan oppnå fordeler fra både sentralisering og desentralisering ved at personell er sentralisert rundt et fåtall kjerneverdier, som de på egenhånd handler ut fra. For å legge til retter for en «mindful» kultur må ledelsen sine verdier, holdninger og overbevisninger reflektere at det er ønskelig med «mindfulness». Disse må kommuniseres på en troverdig og konsistent måte.

For å oppnå «mindfulness» må en ofte bevege seg mot en mer informert kultur. Underkulturer for rapportering, rettferdighet, fleksibilitet og læring vil være viktige for å sikre en informert kultur.

7.1.5 Små steg mot «mindfulness»

For å få en organisasjon til å bevege seg mot en mer «mindful» tilstand, foreslår Weick og Sutcliffe en rekke små steg som kan tas i bruk. Noen er generelle og noen er relatert til HRO-prinsippene presentert tidligere. En del av stegene er valgt ut i forhold til IO, og oppsummert i de følgende punktene:

Generelt

- «Carry your expectations lightly.» Å stole for mye på forventninger kan føre til at en overser viktige detaljer. Det nevnes at en bør svekke sine forventninger og stole på at personell kan håndtere det som måtte oppstå.
- «Balance centralization with decentralization.» Desentralisering gir evne til å håndtere hendelser lokalt, og sentralisering gir evne til koordinere respons og holde oversikt ved større hendelser. HRO må balansere sentralisering og desentralisering for å kunne dra nytte av begge deler (jf. delkap 7.1.4 om kultur).
- «Let culture do the controlling.» En bør ikke overdrive virkemidler for kontroll.

«HRO principle 1: Preoccupation with failure»

- «Create awareness of vulnerability.» En må gjøre ansatte oppmerksomme på hvordan det kan oppstå feil.
- «Create an error-friendly learning culture.» En må legge til rette for deling av informasjon om og læring av feil.

«HRO principle 2: Reluctance to simplify»

- «Put a premium on interpersonal skills.» Ulike meninger og synspunkt kan føre til konflikter. Derfor er det viktig å utvikle gode evner til å håndtere disse.
- «Treat all unexpected events as information.» Nærmere undersøkelses av uventede hendelser kan avsløre at det er noe gale med andre deler av systemet (svake signaler).

«HRO principle 3: Sensitivity to Operations»

- «Reward contact with the frontline.» For å øke «sensitivity to operations» bør ledere belønnes for kontakt med de i «frontlinjen».
- «Speak up» En må si i fra dersom en ser noe uventet, og ikke stole på at noen andre skal gjøre det.
- «Develop skeptics.» Det nevnes at skepsis er en form for redundans, det fører til dobbel kontroll og kan avsløre flere detaljer.
- «Use rich media, and encourage people to listen.» Den rikeste kommunikasjonskanalen vil være ansikt til ansikt, mens detaljer går tapt når en beveger seg til telefon, skriftlige (personlige/formelle) og så videre. Håndtering av uventede hendelser vil kreve rikest mulig kommunikasjonskanal.
- «Spend time on the front end of operations.» Det nevnes at personell må vite *«what they're doing and why they are doing it.»* [43, s.156]. Hvordan en orienterer personell om oppgaver kan påvirke deres evne til å se «det uventede».

«HRO principle 4: Commitment to Resilience»

- «Enlarge competencies and response repertoires.» Trening kan øke personell sin evne til å håndtere ulike situasjoner og gjør de i stand til å legge merke til flere detaljer, noe som igjen gir høyere grad av resiliens.

«HRO principle 5: Deference to Expertise»

- «Beware of the fallacy of centrality.» Eksperter må ha et realistisk syn på sine kunnskaper. Det er en fare for at eksperter antar problemer ikke eksisterer dersom de ikke er klar over de. Det er også en fare for at andre vil la være å opplyse ekspertene, siden de antar at de allerede vet om problemene.
- «Create flexible decision structures.» Ekspertise er ikke nødvendigvis avhengig av rang. Når det oppstår problemer bør en la avgjørelser gå til de med mest ekspertise uavhengig av rang.

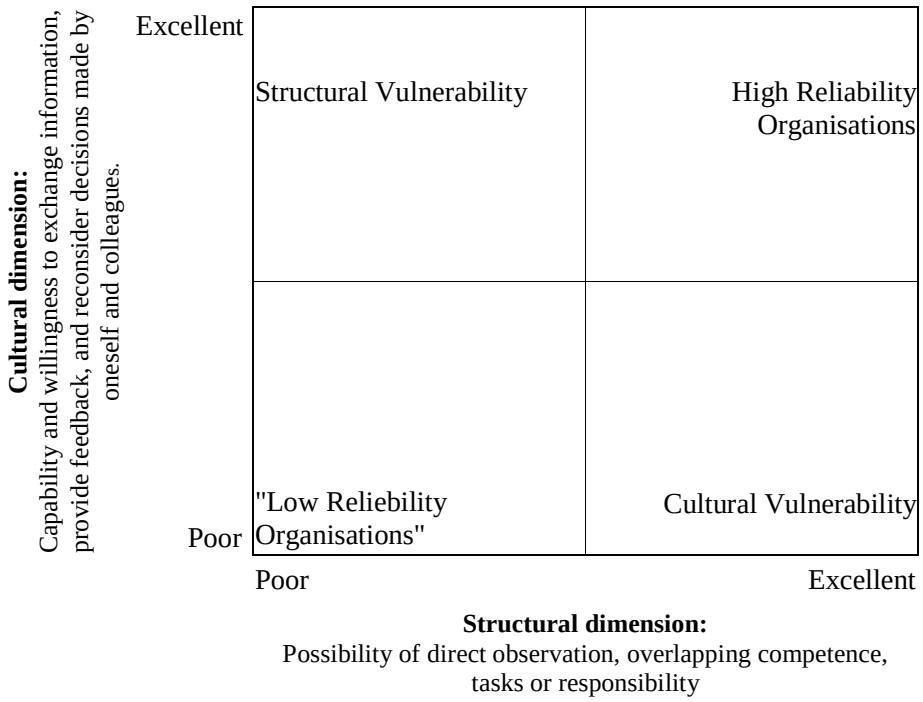
7.2 Organisatorisk redundans

Ifølge Rosness et al. [49] mener LaPorte og Consolini [61] at HRO oppnår høy pålitelighet gjennom å benytte seg av redundans. Personell med overlappende ansvar og kompetanse, og mulighet for øyekontakt og kommunikasjon, er i stand til å plukke opp og korrigere hverandres feil i det de inntrer. Rosness et al. [50] betegner dette som «organisatorisk redundans», og mener slik redundans vil avhenge av to dimensjoner.

Den første er strukturell/instrumentell dimensjon for organisatorisk redundans, denne beskrives som *«possibility of direct observation, overlapping competence, tasks or responsibility»* [49, fig 4, s.31]. Viktige aspekter i denne dimensjonen vil blant annet være utvikling av individuell og kollektiv kompetanse, sammen med muligheter for og kvaliteten på ulike kommunikasjonskanaler.

Den andre er en kulturell dimensjon som beskrives ved *«capability and willingness to exchange information, provide feedback, and reconsider decisions made by oneself and colleagues.»* [49, fig 4, s.31]. Det er blant annet viktig å etablere en kultur hvor personell rapporterer feil og kan observere hverandres arbeid uten at det svekker tilliten.

En HRO må altså ha fokus på begge dimensjonene for å legge til rette for god organisatorisk redundans, se Figur 7.1. Det bør nevnes at organisatorisk redundans kan ses å falle inn under en del av punktene til Weick og Sutcliffe presentert i listen over.



Figur 7.1: De to dimensjonene for organisatorisk redundans (gjengitt etter Figur 4 i [49, s.31]).

7.3 «Spontaneous reconfiguration»

LaPorte og Consolini [61] mener også at HRO har en evne til å gjennomføre «spontaneous reconfiguration» når det oppstår kriser og krevende situasjoner. Det nevnes for eksempel hvordan en på hangarskip vanligvis følger et militært system med klare kommandolinjer, men når situasjonen krever det blir handlingsmønsteret mer fleksibelt og resilient. Kompetanse blir avgjørende for hvem som får autoritet i stedet for rang, og samhandlingen blir mer uformell. Hierarki nevnes som mindre effektivt for å håndtere dynamiske situasjoner, men kan funger i stabile perioder. Det bør nevnes at Weick og Sutcliffe [43] er inne på noe av det samme i sitt HRO prinsipp 5 «Deference to expertice».

7.4 Oppsummering

Systemkarakteristikk

Fokus på «det uventede». Uventede hendelser kan blant annet oppstå som følge av små feil som akkumulerer og blir større avvik (uventede hendelser).

Risikovurdering:

- HRO prinsipp 1-3
  - Kontinuerlig søk og vurdering av feil.
  - Unngår å gjøre forenklinger, vil se så mye som mulig.
  - Verden er kompleks, ustabil og uforutsigbar.

  - Oppmerksomhet overfor arbeidet som foregår ved «frontlinjen» og hvordan det faktisk blir utført

- Små steg mot «mindfulness» (prinsipp 1-3)

Risikohåndtering:

- HRO prinsipp 4 og 5
  - Resilience – evne til å fortsette drift når det blir utsatt for påkjenninger, eller gjenopprette drift etter påkjenninger.
  - Evne til improvisasjon
  - Avgjørelser ved «frontlinjen», etter ekspertise i stedet for rang.
- Små steg mot «mindfulness» (prinsipp 4 og 5)
- Organisatorisk redundans
- Evene til «spontaneous reconfiguration»

Sårbarhet

Organisasjon som ikke opererer med «mindfulness» (HRO prinsipp 1-5), har liten grad av organisatorisk redundans og dårlig evne til å rekonfigurere for å håndtere kriser.

Kapittel 8

Sammenligning og vurdering av tilnærminger

8.1 Sammenligning av de ulike tilnærmingene

I det følgened presenteres tabeller for sammenligning av tilnærmingene. Tabell 8.1 «Sammenligning av de ulike tilnærmingene» er i hovedsak basert på teori om hvert av perspektivene i de foregående kapitlene, og viser en oppstilling av hva en kan si de ulike tilnærmingene vektlegger innen risikovurdering, risikohåndtering, risiko, sårbarhet og systemkarakteristikker. Tabell 8.2 viser det som kan sies å være fordeler og begrensninger ved de ulike tilnærmingene, slik en kan tolke det ut fra presentasjonen av perspektivene i de foregående kapitlene. Videre diskuteres det og listes opp, det som kan sies å være likheter og ulikheter ved tilnærmingene, basert på teorikapitlene og Tabell 8.1 og 8.2.

I delkap. 8.3 følger en diskusjonen omkring «IO og systemkarakteristikker», som er basert på teori om IO presentert i delkap. 2.1 i innledning (se også tillegg C.1 for punktvis oppsummering av IO, basert på delkap. 2.1). For hver av tilnærmingene forsøkes det å vurdere egenskaper ved IO opp mot systemkarakteristikkene presentert i Tabell 8.1.

Basert på det som har kommet frem i litteraturstudiet, workshops og videre sammenligning av tilnærmingene og vurdering av systemkarakteristikker og egenskaper ved IO, diskuteres det i delkap. 8.4 hva de ulike tilnærmingene til håndtering av risiko kan sies å gi svar på.

Tabell 8.1: Sammenligning av de ulike tilnærmingene.

	Risikoanalytisk tilnærming	**Alternative (systemiske) perspektiver**		
	Risikoanalytisk (RA)	**Resilience Engineering (RE)**	**Normal Accidents Theory (NAT)**	**High Reliability Organisation (HRO)**
Risiko-vurdering	Identifikasjon av: • Farer (Uønsket hendelse) • Årsak • Konsekvens • Ulike kvantitative og kvalitative metoder benyttes alt etter hvilke elementer en er ute etter å identifisere risiko ifht (menneskelige faktorer, organisatoriske osv) og hvilke beslutninger som skal tas.	FRAM: • Identifisere funksjoner • Identifisere muligheter for variabilitet • Identifisere hvordan variabilitet kan påvirke andre funksjoner gjennom koblinger (felles parametre) Generelt: • Kontinuerlig oppmerksomhet	Karakterisering av hvordan systemet er preget av tette og løse koblinger, samt lineære og komplekse interaksjoner. (Sårbarhetsanalyse)	HRO prinsipp 1-3: 1 Preoccupation with failure 2 Reluctance to simplify 3 Sensitivity to Operations Små steg mot «mindfulness» prinsipp 1-3
Risiko-håndtering	• Systematisk fremgangsmåte • Konsekvens-og sannsynlighetsreduserende tiltak basert på ulike former for analyser (kost-nytte, risikoakseptkriterier, ALARP o.l.). • Bør også vurdere faktorer som usikkerhet (knyttet til fenomener, konsekvenser, forutsetninger) • Føre-var-prinsippet, forsiktighetsprinsippet dersom det er usikkerhet knyttet til konsekvensene • Haddon sine ti strategier for risikoreduksjon • Designprinsipper og standarder	• Evne til å gjenkjenne, tilpasse seg, og absorbere variasjoner og gjenvinne kontroll. Mulighet for å gjøre endringer uten at systemet blir ustabilt (demping). • Proaktive tiltak • Læring av suksess og feil • Tilgjengelig og tilstrekkelig med tid, kunnskap, kompetanse og ressurser. • Tilpasning – design/verktøy • ETTO (Efficiency Thoroughness Trade-Off) • FRAM: introduksjon av barrierer	• Reduksjon av kompleksitet • Løse opp i koblinger • Ulike former for organisering for å håndtere systemer preget av enten tette koblinger eller komplekse interaksjoner. • Ingen god måte å håndtere systemer som er både komplekse og tett koblede. • Strukturelle endringer	HRO prinsipp 4 og 5: 4 Commitment to Resilience 5 Deference to Expertise Organisatorisk redundans «Spontaneous reconfiguration» Små steg mot «mindfulness» prinsipp 4 og 5
Risiko	• Sannsynlighet for og konsekvens av identifiserte uønskede hendelser (scenarioer). • Det blir også lagt vekt på antagelser knyttet til beregningen av risiko. • Resultater fra diskurs vil også kunne inkluderes.	• Variabilitet kan være både positivt og negativt		
Sårbarhet	Ikke fokus på hva som gjør et system sårbart, men definisjon av sårbarhet som kan oppsummeres med: Hvor sårbart et system er, avgjør hvor store konsekvenser en uønsket hendelse vil få, gitt at den intreffer.	• Et system kan være sårbart dersom en ikke er proaktiv og søker å forutse muligheter for svikt. • Mangel på kontinuerlig overvåkning. • Ikke tilgjengelig nok tid, tilstrekkelig med kunnskap eller kompetanse og ressurser til å håndtere uønsket variabilitet (uventede hendelser) • Ikke tilpasningsdyktig	• Komplekse og tett koblede systemer vil ha særlig stort potensial for systemulykker. • Manglende sentralisert styring for tett koblede systemer eller manglende desentralisert styring for komplekse systemer kan også gjøre systemet sårbart.	Organisasjon som ikke opererer med «mindfulness» (HRO prinsipp 1-5), har liten grad av organisatorisk redundans og dårlig evne til å rekonfigurere for å håndtere kriser.
System-karkteristikker	• Sekvensiell modell (Energi barriere, Bow-tie) • Lineær • Statisk • Avgrensninger (fysisk, funksjon, organisatorisk)	• «Tractable» og «intractable» • Dynamisk • Variabilitet • Systemisk ulykkesmodell	• Koblinger • Interaksjoner • Uventede interaksjoner mellom små (vanlige) feil er grunnlag for større ulykker (systemulykker).	«Det uventede», uventede hendelser kan blant annet oppstå som følge av små feil som akkumulerer og blir større avvik.

Se s. 39 og utover for mer om begrepene i systemkarakteristikkene til NAT, og videre fra s.47 for RE og fra s.54 og utover for HRO.

Tabell 8.2: Begrensninger og fordeler ved de ulike tilnærmingene.

Begrensninger og fordeler				
	Risikoanalytisk tilnærming	**Alternative (systemiske) perspektiver**		
	Risikoanalytisk (RA)	**Resilience Engineering (RE)**	**Normal Accidents Theory (NAT)**	**High Reliability Organization (HRO)**
Fordeler	• Identifiserer viktige årsak-konsekvensforhold • Forsøker å kvantifisere (beskrive) risiko (sannsynelighet og konsekvens) • Kan vise hva som bidrar mest til risiko • En mengde ulike teknikker og metoder (med fokus på menneskelige, organisatoriske og tekniske faktorer) som kan benyttes for å identifisere og kvantifisere risiko. • Enkel og praktisk å benytte	• FRAM kan identifisere hvor uønsket variabilitet kan oppstå og spre seg, og en kan sette inn barrierer. • Kontinuerlig oppmerksomhet, forberedt på at det vil komme overraskelser, og forsøker å være forberedt på å håndtere og overleve. • Fokus på å være proaktiv • Fokus på dynamikk og variabilitet (system i kontinuerlig endring) • Ser på risiko som både positivt og negativt • Fokus på systemet som helhet	• Enkelt utgangspunkt med to dimensjoner (kobling og interaksjoner) ift å si om systemet er utsatt for systemulykker. • Legger vekt på mulighetene for samspill mellom (normale) feil. • Fokus på systemet som helhet	• Kontinuerlig fokus på å finne små tegn på «det uventede», personell må hele tiden være «årvåkne». • Unngår forenklinger • Mulig å benytte revisjoner for å vurdere hvordan en ligger an ift «mindful» drift. • Fokus på systemet som helhet
Begrensninger	• Forenklinger (detaljering, systembeskrivelse) • Avgrensninger av system: fysiske, organisatoriske osv. • Risikoanalyse begrenset til å identifisere scenarioer og risiko i forhold til de beslutninger som skal tas. • De farer en ikke identifiserer blir heller ikke tatt med videre i analyse og tatt høyde for ved risikohåndtering. • Statisk • Begrenset undersøkelse av bakenforliggende årsaker (menneskelige og organisatoriske forhold)	• FRAM kan være omfattende å gjennomføre • Kan være vanskelig å avgjøre hvor resilient en er	• HRO tilsier at komplekse og tett koblede systemer kan drives med gode resultater. • Tvil om en bare kan være desentralisert eller sentralisert, og ikke kan oppnå begge deler på en gang. • Kan være vanskelig å si hvor en befinner seg i forhold til koblinger og interaksjoner (vanskelig å definere koblinger og interaksjoner).	• Tiltakene for «mindful operation» kan ses å kreve høy disiplin i organisasjonen.
		• De alternative perspektivene kvantifiserer ikke risiko. Vanskelig å gjøre vurdering av økonomi og nytte i forbindelse med tiltak. Tilnærmingene baserer seg på en systemisk modell og det vil være vanskelig å kunne gi et mål på risiko. FRAM peker seg ut som en måte å si noe om risiko på og avgjøre hvor en bør sette inn barrierer, men er ikke ute etter direkte årsaks-virkning forhold.		

8.2 Likheter og ulikheter

8.2.1 Risikovurdering

Når det gjelder risikovurdering, så er det klart at RA tilnærming skiller seg ut ved å gå ut fra antagelse om at en kan identifisere de viktigste uønskede hendelser (scenarioer), sammen med årsaker og konsekvenser for disse. I delkap. 4.3.1 kommer det frem at hva en identifiserer av uønskede hendelser (scenarioer) vil være gitt ut fra hvilken beslutning en skal ta. De vanligste metodene i RA tilnærming kan sies å gå ut fra et statisk bilde av systemet, og vil inkludere at en gjør enkelte forenklinger i forhold til beskrivelse av systemet (jf. delkap. 4.3.5 og 4.2.1). I tillegg må en ofte gjøre fysiske, funksjonelle og organisatoriske avgrensninger. Antagelser og resultater fra diskurs kan inkluderes i fremstilling av risiko (jf. tillegg A.1.2), og disse må presenteres for de som skal vurdere risiko og ta beslutninger.

De øvrige perspektivene er basert på en systemisk ulykkesmodell, hvor det tas hensyn til at verden er kompleks, og at det kan oppstå interaksjoner mellom hendelser på måter som vil være svært vanskelig å forutse og beskytte seg mot. De har noe ulike tilnærminger til å håndtere dette, også med tanke på det som kan sies å være risikovurdering.

I forhold til RE mener Hollnagel [30] at sikkerhet er en dynamisk prosess, og at en ikke kan modellere ulykker som «chains of causality», slik de vanligste metodene i RA tilnærming baserer seg på (jf. delkap. 6.1). Metoden FRAM, som er knyttet til RE, kan benyttes til å avsløre hvor en kan forvente økt variabilitet, og videre muligheter for «funksjonell resonans» (sammenfall av hendelser). Denne fokuserer på funksjoner og hvordan «common performance conditions» kan føre til økt variabilitet og påvirke andre funksjoner gjennom koblinger (jf. delkap. 6.1.3). Basert på FRAM kan en identifisere hvor en bør sette inn barrierer for å hindre uønsket variabilitet i å spre seg.

I NAT perspektivet kan risikovurderingen, eller kanskje mer en vurdering av sårbarhet, sies å være en karakterisering av mulighet for komplekse interaksjoner og grad av koblinger. Et system vil være særlig utsatt for systemulykker dersom det er preget av høy grad av kompleksitet og tette koblinger. RA tilnærming kan se ut til å nærme seg noe av denne tankegangen, dersom en tar i betraktning kommentar i forbindelse med Workshop 2. Hvor det nevnes at dersom et system er så komplekst at det ikke kan beskrives, så vil sannsynligheten for ulykke nærme seg 1, og en bør ikke realisere systemet (alt etter akseptkriterier) (se tillegg A.1). Slik sett kan en si at RA tilnærming til en viss grad tar i betraktning kompleksitet.

Til forskjell fra NAT, gir teori om HRO en fremgangsmåte for å håndtere «det uventede», en HRO tar forbehold om at verden er kompleks, ustabil og uforutsigbar (jf. delkap. 7.1.2). HRO prinsipp 1 - 3 kan ses på som en måte å organisere og drive en organisasjon for å oppnå en, mer eller mindre, kontinuerlig «risikovurdering». I motsetning til RA tilnærming, som kan ses å basere seg på et mer statisk bilde av systemet, er personell i en HRO kontinuerlig «årvåkne» overfor signaler på «det uventede». HRO har også et konstant fokus på feil og vil fange opp små signaler så tidlig som mulig. I motsetning til RA tilnærming så unngår en også å gjøre forenklinger, en HRO forsøker å «se» så mye som mulig (jf. delkap. 7.1.2).

Noe av den samme kontinuerlige oppmerksomheten finner en i RE perspektivet. Hvor det legges vekt på evne til å blant annet forutse og være i stand til å oppfatte uønsket variabilitet fra omgivelser og i systemet. Det kan dermed ses å være felles med HRO prinsipp 1 sitt kontinuerlige fokus på å identifisere små signaler på hendelser, og prinsipp 3 om å være sensitiv til operasjoner.

Oppsummering

Likheter:

- Høy kompleksitet for et system vil i RA tilnærming si at ulykke er svært sannsynelig, og det er dermed til en viss grad på linje med NAT.
- De alternative perspektivene har til felles at de representerer systemiske perspektiver.
- RE sitt fokus på kontinuerlige oppmerksomhet kan ses å være felles med HRO prinsipp 1 sitt fokus på å identifisere små tegn på feil, og prinsipp 3 i forhold til å ha sensitivitet til operasjoner. Begge kan sies å være opptatt av å forutse og oppfatte uventede hendelser.

Ulikheter:

- RA tilnærming mener en kan identifisere de viktigste uønskede hendelsene (scenarioer), sammen med årsaker og konsekvenser for disse. De øvrige tilnærmingene representerer systemiske perspektiver, hvor det ses at ulykker kan oppstå som følge av uventede sammenfall av hendelser, som er vanskelig eller umulig å forutse.
- RA tilnærming kan sies å gå ut fra et statisk bilde av systemet. I HRO derimot, bør personell hele tiden være «årvåkne» overfor signaler på det uventede, og i RE vektlegges også kontinuerlig oppmerksomhet.
- De vanligste metodene i RA tilnærming modellerer ulykker som hendelseskjeder. RE mener sikkerhet er en dynamisk prosess, NAT har fokus på komplekse interaksjoner og HRO ser på verden som kompleks, ustabil og uforutsigbar.
- RA tilnærming gjør forenklinger, mens det i HRO er fokus på å unngå forenklinger og «se» så mye som mulig.

8.2.2 Risikohåndtering

I RA tilnærming vil en gjerne fokusere på å identifisere risikoreduserende tiltak, og vurdere disse ut fra blant annet hvor mye de kan sies å redusere risiko og hvor mye tiltakene koster (kost-nytte vurderinger), ofte benyttet sammen med ALARP prinsippet. Sentralt er barrierer-tenkning og Haddon [64] sine ti strategier for risikoreduksjon.

I motsetning til RA tilnærming har de alternative perspektivene ingen spesifikk definisjon av hva risiko er, i stedet kan det sies at det er fokus på hva som gjør et system sårbart, og heller hvordan en kan organisere for å håndtere risiko ut fra dette. Økonomiske vurderinger og mål på risiko, og der igjen kost-nyttevurderinger, er ikke inkludert i noen av de alternative perspektivene. I forhold til barrieretenkningen i RA tilnærming, kan det nevnes at RE har et noe lignende fokus på barrierer i sin FRAM (jf. delkap. 6.1.3), hvor de benyttes til å forhindre spredning av uønsket variabilitet. I tillegg ses det at resiliente egenskaper også kan innebære tekniske løsninger.

I forhold til NAT perspektivet kan fokuset for risikohåndtering sies å være forsøk på å redusere kompleksitet og løse opp i koblinger, og videre ta i bruk ulike former for organisering (sentralisering og desentralisering), dersom en sitter igjen med enten et komplekst eller tett koblet system (jf. delkap. 5.5). Har en både et komplekst og tett koblet system, må en forvente systemulykker. Å innføre flere tekniske løsninger og redundans, slik en gjerne ville identifisert i en risikoanalyse, kan gjøre systemet ytterligere komplekst og tett koblet. Men det må nevnes at for RA tilnærming det er først og fremst prioritert å fjerne faren, og videre, helst ta i bruk passive løsninger i forhold til barrierer (jf. delkap. 4.4.1). Det kan dermed være at en er på linje med NAT og reduserer kompleksiteten i systemet. Tekniske løsninger kan forøvrig også redusere kompleksitet i et system (jf. delkap. 5.1).

Ut fra teori om HRO kommer det frem at en kan drive organisasjoner preget av kompleksitet og tette koblinger på en måte som gjør de i stand til å unngå ulykker. I forhold til risikohåndtering kan det trekkes frem HRO prinsipp 4 og 5, sammen med mulighet for organisatorisk redundans og evne til å endre handlingsmøster (spontan rekonfigurasjon). HRO prinsipp 4 trekker inn resilience i forhold til å være forberedt på å håndtere «det uventede», og unngå at hendelser utvikler seg. Både HRO og RE har fokus på å håndtere uventede hendelser dersom en ikke kan forhindre de. Også NAT kan sies å ha fokus på håndtering av uventede hendelser, ved hjelp av ulike former for organisering.

RE kan sies å ha fokus på at en skal kunne oppholde seg i komplekse omgivelser (ekstremistan, jf. tillegg A.2), noe som kan ses å være felles med teori om HRO. RE og HRO har altså fokus på hvordan en skal legge til rette for å håndtere komplekse systemer, som NAT gjerne ville hevdet er utsatt for systemulykker.

RA tilnærming kan ses å nærme seg de øvrige tilnærmingene sitt fokus på «det en ikke kan se for seg» («det uventede», sammenfall av hendelser), ved at en inkluderer føre-var-prinsippet og forsiktighetsprinsippet dersom det er knyttet usikkerhet til konsekvensene (jf. delkap. 4.1.2).

Oppsummering

Likheter:

- I likhet med RA tilnærming, tar RE inn barrieretenking gjennom FRAM, for å forhindre spredning av uønsket variabilitet. RE, i likhet med RA tilnærming, kan også inkludere tekniske løsninger.
- RA tilnærming vil først forsøke å fjerne faren, og videre benytte passive tekniske løsninger. Noe som kan ses å ha paralleller til NAT sitt fokus på å redusere kompleksitet.
- HRO trekker inn resilience i prinsipp 4. Både RE og HRO har fokus på å håndtere uventede hendelser, dersom en ikke kan forhindre de. NAT kan også sies å legge vekt på å organisere for å håndtere hendelser (i systemer som er enten komplekse eller tett koblet).
- RE har fokus på egenskaper som gjør at en kan håndtere komplekse interaksjoner (jf. tillegg A.2), og er dermed til en viss grad på linje med HRO, som tilsier at en kan drifte komplekse systemer med gode resultater.
- RA tilnærming kan ses å nærme seg de øvrige perspektivene sitt fokus på «det en ikke kan se for seg», ved å gå ut fra føre-var-prinsippet og forsiktighetsprinsippet dersom det er usikkerhet knyttet til konsekvensene.

Ulikheter:

- RA tilnærming baserer seg på å vurdere tiltak ut fra økonomi og risikoreduksjon, ofte i kombinasjon med ALARP. Slike vurderinger inngår ikke i de alternative perspektivene. De kan sies å fokusere på hva som gjør et system sårbart (systemiske perspektiver), og hvordan en kan organisere for å håndtere risiko ut fra dette.
- HRO og NAT i konflikt, NAT mener en kan organisere for å håndtere enten komplekse eller tett koblede systemer. HRO tilsier at en kan håndtere både komplekse og tett koblede systemer. RE kan også sies å ha fokus på hvordan en kan oppholde seg i komplekse omgivelser.
- RA tilnærming vil gjerne ta i bruk flere tekniske løsninger og redundans, noe som ut fra NAT kan gjøre systemet ytterligere komplekst og tett koblet.

8.2.3 Systemkarakteristikker

Når det gjelder systemkarakteristikker, så er det naturlig å nevne forskjell i form av at de alternative perspektivene er systemiske perspektiver, og baserer seg altså på systemiske ulykkesmodeller. Det vil, som nevnt tidligere, si at de mener ulykker kan oppstå som følge av uventet sammenfall av hendelser. I NAT perspektivet er det fokus på de to dimensjonene interaksjoner og koblinger som gjør et system utsatt for systemiske ulykker. I forhold til NAT sin kompleksitet, vil RE i større grad vektlegge hvor lett det er å «håndtere og kontrollere» systemet (jf. «tractable/intractable», se delkap. 6.1.2), og kan sies å ha større vekt på dynamiske egenskaper, i tillegg til at det er vanskelig å beskrive systemet og mange detaljer ved det. Videre, i forhold til NAT sine komplekse interaksjoner, har RE fokus på variabilitet, og mener dette vil ha både positive og negative følger. I teori om HRO legges det som sagt vekt på å plukke opp små signaler på «det uventede» (uventede hendelser), og det fokuseres på å håndtere en kompleks og uforutsigbar verden (jf. delkap. 7.1.2). Dette kan dermed ses å ta utgangspunkt i NAT sin beskrivelse av systemer.

RA tilnærming kan sies å ta utgangspunkt i en mer sekvensiell modell (bowtie, energi-barriere), og ulykker modelleres ofte som lineære hendelseskjeder. Utgangspunktet for en risikoanalyse blir gjerne et statisk bilde av systemet. Det kan benyttes metoder som gir mulighet for dynamisk modellering med flere tilstander og «looper» i hendelsesforløpet, men disse er gjerne omfattende og krevende å benytte (jf. delkap. 4.3.3).

En stor del av metodene i RA tilnærming er reduksjonistiske, og en analyserer altså deler av systemet for seg selv, i motsetning til de alternative perspektivene hvor det ses at helheten er noe mer enn summen av enkeltdelene [40]. I tillegg gjøres det ofte avgrensninger i forbindelse med en risikoanalyse, og en fokuserer på bidragene til risiko ut fra beslutningen som skal tas. Dermed er det ikke samme fokuset på helheten av systemet som for de alternative perspektivene.

Oppsummering

Likheter:

- De alternative perspektivene er systemiske og tar utgangspunkt i systemisk ulykkesmodell.
  - I forhold til NAT sin kompleksitet, vil RE vektlegge hvor lett det er å «håndtere og kontrollere» systemet («tractable/intractable»).
  - RE, har i likhet med NAT, fokus på at ulykker kan oppstå som følge av sammenfall av hendelser som ikke nødvendigvis er utenom det normale. I tillegg ses det i RE at variabilitet kan være både positivt og negativt.
  - HRO tar også utgangspunkt i at verden er kompleks, ustabil og uforutsigbar, og har fokus på «det uventede» i systemet.

Ulikheter:

- I motsetning til de alterantive perspektivene, kan RA tilnærming sies å ta utgangspunkt i en sekvensiell ulykkesmodell. Hendelser modelleres ofte som lineære hendelseskjeder, og en går ut fra et mer statisk bilde av systemet. (Det er muligheter for mer komplisert simulering, jf. delkap. 4.3.3)
- RA tilnærming benytter gjerne reduksjonistiske metoder, hvor enkeltdeler analyseres for seg selv og deretter ses sammen. De øvrige perspektivene kan ses å være holistiske, hvor helheten er mer enn summen av enkeltdelene [40].
  - RA tilnærming må ofte gjøre avgresninger i forbindelse med analyse av systemet.
  - RA tilnærming analyserer bidrag til risiko ut fra hvilken beslutning som skal tas.

8.3 IO og systemkarakteristikker

8.3.1 IO og systemkarakteristikker for NAT

For å vurdere egenskaper ved IO opp mot interaksjoner og koblinger, tas det utgangspunkt i Perrow [23] sine karakteristikker, gjengitt i Tabell 5.1 og 5.2. Der hvor det har vært mulig å knytte argumenter direkte til Perrow sine kriterier for interaksjoner og koblinger, er det i teksten satt inn parenteser med tall i. Disse refererer til numrene som er lagt inn Tabell 5.1 og 5.2 for hver av karakteristikkene.

Interaksjoner

Kompleksitet

Det virker tydelig at en oljeplattform er et system preget av høy interaktiv kompleksitet og tette koblinger. For eksempel har en tegn på kompleksitet i form av nærhet mellom utstyr (1.1), de spesialiserte delene i systemet (1.6), muligheter for ukjente tilbakekoblinger (1.7) og kompleksiteten i prosessen i seg selv (1.10). Det er også naturlig å anta at det er tett koblet system, i form av at buffere må være på plass på forhånd (3.5), vanskelig å håndtere forsinkelser (3.1) og begrensninger i måter å legge om rekkefølge på prosesser (3.3).

Med innføringen av IO er det snakk om tekniske endringer, i tillegg til endringer i arbeidsprosesser. Den største tekniske endringen så langt i utviklingen av IO, er nok IKT-infrastrukturen som danner mye av grunnlaget for endring av arbeidsprosesser, og derunder samhandling mellom on- og offshore. IKT kan ses å øke kompleksiteten i systemet ved at det er enda en komponent som kan feile, både i hardware og software. Som nevnt av Grøtan og Albrechtsen [59], kan for eksempel mulighet for hacking og virus føre til tvil om det er dette eller instrumentfeil som er årsaken. De som sitter i operasjonsrom har gjerne ikke kompetanse til å vite at avvik muligens skyldes hacking, og en risikerer at en setter i gang tiltak på feil grunnlag og bidrar til negativ utvikling av en situasjon [25].

Med det nye IKT-grunnlaget er det fare for å miste en kommunikasjonskanal, samtidig som det kan være muligheter for at feil i IKT-infrastrukturen påvirker andre deler av systemet gjennom tette koblinger og komplekse interaksjoner. Introduksjon av nye tekniske løsninger, som for eksempel automatisering, fjernstyring og lignende, kan også i seg selv ses å være grunnlag for økende kompleksitet i et system.

Når det kommer til de menneskelige og organisatoriske endringene som IKT er grunnlag for, så kan det tenkes at det er vanskelig å forutse hvordan det kan oppstå komplekse interaksjoner mellom feilhandlinger, missforståelser og lignende, som igjen kan virke sammen med tekniske feil. Det kan for eksempel tenkes at den nye formen for samhandling med kommunikasjon gjennom lyd og bilde, som er en noe fattigere kommunikasjonskanal enn ansikt til ansikt, kan føre til tap av informasjon. Det kan oppstå missforståelser, feiltolkning, ulike oppfatninger av virkeligheten og lignende, som kan være grunnlag for komplekse interaksjoner [59]. Den nye formen for samhandling mellom operatør og leverandør kan, som nevnt av Grøtan og Albrechtsen [59], føre til uklarheter i grensesetting, relasjoner og ansvarsfordeling. Noe som også kan være grunnlag for komplekse interaksjoner, og kan være spesielt kritisk dersom de først viser seg ved håndtering av krisesituasjoner. I et IO system kan det være krevende å ha oversikt over hvordan roller, oppgaver og lignende er koblet, og hvilke mulige «tilbakekoblinger» en kan ha. Det kan være vanskelig å vite hvem som er avhengig av informasjon av hvem, og hvordan feil informasjon kan spre seg. Videre kan det tenkes at krav til effektivitet og utføring av oppgaver i parallell, kan øke muligheten for komplekse interaksjoner (1.7). Lavere bemanning offshore kan også tenkes å føre til at de som er igjen oppfyller flere roller, og kan ses på som «common-mode function» (1.3).

Hvordan leverandører og operatører er knyttet og avhengige av hverandre, kan også være vanskelig å ha oversikt over. Dersom IO fører til at èn leverandør betjener flere installasjoner kan dette ses på som en «common-mode function» som kan føre til komplekse interaksjoner (1.3).

En annen sak er at IO er i konstant endring med utforskning av nye teknologier (jf. tillegg A.2.2), noe som i seg selv kan være en kilde til komplekse interaksjoner. Hurtig introduksjon av ny teknologi og endringer i arbeidsprosesser, kan føre til at en ikke har mulighet til å vurdere i tilstrekkelig grad hvordan det kan oppstå uventede interaksjoner mellom svikt.

I en rapport fra SINTEF [25] om hva IO egentlig innebærer, beskrives det et scenario hvor en ekstern leverandør i India overvåker status til SIS («safety instrumented systems») for en operatør i Norge, via internettforbindelse. Leverandør i India får opp melding om at de har mistet kontakt med en viktig ESD («emergency shutdown») funksjon for et av satelittfeltene de overvåker. De er ikke klar over at operatør er utsatt for hacker angrep og derfor har mistet internettforbindelse. Leverandør i India må benytte telefon for å få kontakt med personell hos operatør, noe som forøvrig ikke er vanlig rutine. Når de får kontakt med operatør og forklarer situasjonen, tilsier prosedyre at en bør stenge ned produksjonen for del som er rammet. Men på grunn av press for å holde leveranser (energikrise i Europa) blir personell i tvil, og det bestemmes å fortsette som før. De vet imidlertid ikke at leverandør av brønnkontrollutstyr er i ferd med å finne ut at det er grov teknisk svakhet på utstyret som kan stoppe datatrafikk i nærhet av ESD, og i tillegg er det muligheter for at utstyret er infisert av virus fra en underleverandør. Hos leverandør i India er det tatt i bruk ny programvare som personell ikke har vent seg til, og det er derfor vanskelig for de å finne ut av feilen angående status for ESD.

Dette scenarioet illustrerer hvordan løsninger IO bringer kan få mer komplekse samspill mellom feil eller situasjoner i andre deler av systemet.

Linearitet

Egenskaper ved IO som kan ses å gi grunnlag for økende linearitet i systemet, kan være i form av at personell har flerfaglig kompetanse, og at det legges opp til større grad av samarbeid mellom disiplinene (jf. delkap. 2.1). Dermed økes muligheten for å observere gjensidige avhengigheter (2.5) og håndtere hendelser uten at de resulterer i større ulykker. Tilsvarende kan også de ekstra øynene onshore og oversikten de har over operasjoner på tvers av skift («shared situational awareness» [42]), øke forståelse for prosess (2.10) og mulighet for å se gjensidige avhengigheter (2.5). At det er tilgjengelig data fra målere (direkte informasjon) (2.9) og samtidig tilgjengelig for flere, kan også ses på som noe som gir et mer lineært system. I tillegg kan offshorepersonell med ansvar for planlegging, utføring og rapportering av egne arbeidsoppgaver, også sies å føre til en mer lineær prosess.

Tabell 8.3 oppsummerer egenskaper ved IO som kan føre til økt kompleksitet eller mer linearitet.

Tabell 8.3: Egenskaper ved IO som kan føre til økt kompleksitet eller mer linearitet.

Interaksjoner	
Komplekse	**Lineære**
Introduksjon av ny IKT-infrastruktur kan ses å øke mulighetene for komplekse interaksjoner (feil i hardware og software)	Eksperter følger med fra land og kan oppfatte signaler på feil (personell med mer generell kunnskap, som kan identifisere gjensidige avhengigheter) (2.5)
Kan være vanskelig å se hvordan det kan oppstå komplekse interaksjoner mellom feilhandlinger, missforståelser og lignende, som igjen kan virke sammen med tekniske feil.	Målere gir direkte informasjon (2.9)
IO er i konstant endring. Nye arbeidsprosesser og ny teknologi introduseres (vanskelig å vurdere muligheter for komplekse interaksjoner)	Flerfaglig kompetanse for personell offshore og større grad av samhandling mellom disipliner offshore kan øke mulighet for å identifisere gjensidig avhengighet. (2.5)
Det kan være vanskelig å ha oversikt over hvordan roller, oppgaver og lignende er koblet og hvilke mulige tilbakekoblinger en kan ha.	Onshore holder oversikt på tvers av skift og har «Shared situational awareness» (øker forståelse av prosess) (2.10)
Utføring av oppgaver i parallell. Effektivitetskrav kan øke mulighetene for komplekse (uventede) interaksjoner (1.7).	En person har ansvar for planlegging, utføring og rapportering av arb. oppgaver. Noe som kan føre til en mer lineær prosess i arbeidet.
Kan være kompleksitet omkring koblinger mellom operatør og leverandør. En leverandør som betjener flere plattformer kan ses på som en «common-mode function» som kan øke kompleksiteten. (1.3)	
Lavere bemanning offshore kan føre til at de som er igjen må oppfylle flere roller, og kan ses på som «common-mode function» (1.3)	

Parenteser med tall i referer her til numrene i Tabell 5.1

Koblinger

Egenskaper ved IO som tyder på tette koblinger

Selve IKT-infrastrukturen kan nok ses på som et tett koblet system, hvor feil i hardware og software kan spre seg hurtig i nettverket. I stor grad et system hvor det vil være nødvendig å designe inn redundans og buffere på forhånd (3.5).

Samhandlingen som IKT-infrastrukturen muliggjør, kan igjen ses å gjøre koblingen mellom on- og offshore tettere. Dersom kommunikasjonslinjen faller bort, vil effekten selvsagt være umiddelbar med hensyn på styring og ledelse fra land. Redundans og buffere må være på plass på forhånd for å sikre kommunikasjon (3.5). En kan si at IO i dag bare vil fungere dersom en har mulighet for kommunikasjon (samhandling), og slik sett er det begrenset med muligheter å utføre «prosessen» på (3.3).

Endringer i arbeidsprosessen, som for eksempel utføring av oppgaver i parallell, og i tillegg nedbemanning og forventninger om høyere effektivitet, kan føre til at det blir mindre rom for slakk (3.4), redusert mulighet til å takle forsinkelser (3.1) og legge om produksjon (3.3), og slik sett gjøre systemet tettere koblet.

Egenskaper ved IO som tyder på løsere koblinger

En sentral egenskap ved IO som kan sies å gi løsere koblinger, er samhandlingen og støtten fra onshore. Kontakt med land kan føre til at det er flere måter å utføre oppgaver på (administrative oppgaver, problemløsning) (4.3), og kan sies å gi slakk med hensyn på ressurser (personell) (4.4). Land fungerer som en buffer når det kommer til å løse problemer, ta over administrative oppgaver (4.5), og i forhold til å holde oversikt på tvers av skift.

Tabell 8.4 oppsummerer egenskaper ved IO som kan føre til tettere eller løsere koblinger.

Tabell 8.4: Egenskaper ved IO som kan føre til tettere eller løsere koblinger.

Koblinger	
Tette	**Løse**
Kommunikasjon mellom on- og offshore kan ses på som en tett kobling. Samhandling er grunnleggende for IO, ingen andre måter å kommunisere på dersom det ikke er designet inn redundans. (3.3, 3.5)	Kontakt med land kan gi flere måter å utføre oppgaver på (4.3), det kan ses å gi slakk i ressurser (personell til å utføre oppgaver) (4.4) Land fungerer som en buffer mhp å løse problemer, ta over administrative arbeidsoppgaver og lignende. De fungerer som redundans mhp kunnskap og oversikt. (4.5)
Tette koblinger i IKT infrastruktur, feil sprer seg hurtig og vil kreve redundans og buffre designet på forhånd (3.5)	
Oppgaver som utføres i parallell, samt forventninger om høyere effektivitet, kan føre til mindre slakk (3.4), redusert muligheter til å takle forsinkelser (3.1) og legge om «produksjon» (3.3)	
Lavere bemanning kan ses å gi mindre slakk mht. personell offshore (3.4) (Dersom en bare har akkurat nok personell)	

Parenteser med tall i referer her til numrene i Tabell 5.2

Organisering

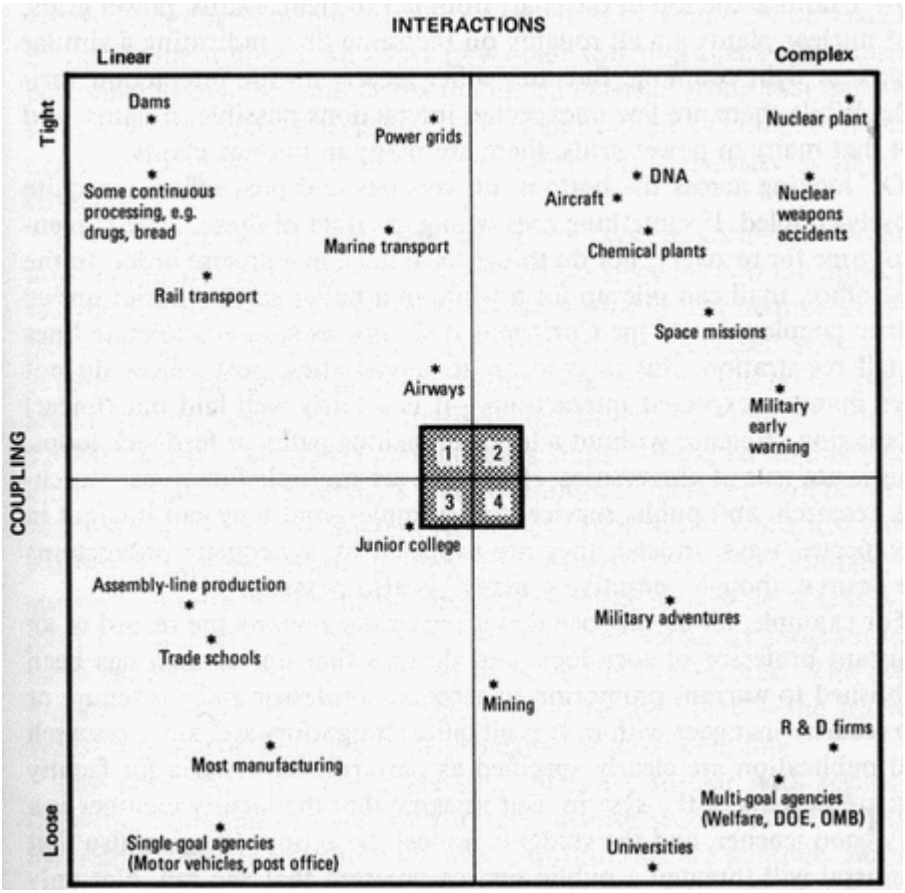
Organisering er ikke tatt med som en del av systemkarakteristikkene til NAT, men kan være interessant å se på i forhold til å avgjøre om IO gir muligheter for både sentralisering og desentralisering, og dermed fordeler i forhold til håndtering av både tette koblinger og kompleksitet.

Egenskapene ved IO kan tyde på at det blir både en mer sentralisert og samtidig mer desentralisert organisering. Offshore kan fortsatt styre seg selv og har mulighet til å håndtere komplekse hendelser. For Kristin-plattformen til StatoilHydro, ble det blant annet nevnt at de ansatte i større grad er selvstyrte, og at avgjørelser helst skal tas på så lavt nivå som mulig [42]. Noe som styrker muligheten for å håndtere komplekse hendelser.

Sentralisering, i form av ledelse og ekspertise onshore, kan ses å bidra til å håndtere situasjoner hvor feil sprer seg hurtig gjennom tette koblinger. Onshore kan da bidra med oversikt og koordinering av respons. Men det er en fare for å miste kommunikasjon med land, og slik sett føre til at systemet mangler sentralisert styring i krisesituasjoner. Det bør forøvrig nevnes at det ved besøk hos en norsk operatør sine IO-fasiliteter på land, ble nevnt at det er lagt opp til at offshore skal styre seg selv i krisesituasjoner (jf. tillegg C.2).

Oppsummering

Slik det er presentert i det foregående, ser IO ut til å inneholde en del elementer som kan øke kompleksitet, og samtidig elementer som tyder på tette koblinger. Spesielt er det økende kompleksitet og tette koblinger i form av ny IKT teknologi, og muligens etter hvert i form av økt automatisering. Videre kan det nok være vanskelig å ha oversikt over hvordan roller, oppgaver og lignende er koblet, og hvilke mulige tilbakekoblinger en kan ha. Men dette må tas i betraktning av egenskaper ved IO som løser opp koblinger og gir mer linearitet. Hva som vil prege systemet mest er vanskelig å si, men det kan virke som om IO tar systemet ytterligere opp til høyre i Perrow sin figur med kobling og interaksjoner, se Figur 8.1.



Figur 8.1: Perrow sin karakterisering av ulike systemer i forhold til interaksjoner og koblinger (Figur 3.1 i [23, s.97]).

8.3.2 IO og systemkarakteristikker for Resilience Engineering

«Intractable/tractable»

I forhold til kompleksitet i NAT er det, som nevnt tidligere, klart at en oljeplattform er et ganske komplekst system. Tilsvarende kan det også sies å være et system som er vanskelig å «håndtere og kontrollere» («intractable», jf. delkap. 6.1.2). Når det kommer til hvor godt en kjenner prinsippene for funksjon for en oljeplattform, så er det klart at det er vanskelig å ha oversikt over alle funksjonene og prosessene om bord på en oljeplattform. Beskrivelse av systemet for en oljeplattform er nok i stor grad det en kan kalle en komplisert beskrivelse med mange detaljer. Og videre er systemet i konstant endring, både gjennom slitasje, kjemiske prosesser (tilstander) og påvirkninger fra omgivelser.

Introduksjon av IO kan ses å gjøre oljeplattform som et system mer «intractable», siden det er en prosess som er i kontinuerlig utvikling, både ved at det tas i bruk ny teknologi og ved at det gjøres endringer i arbeidsprosesser. IO kan nok beskrives i forhold til funksjonalitet, men det kan være vanskelig å gi beskrivelse av de mange mulighetene for kommunikasjon mellom personer, koblinger mellom operatør og leverandør, samt de ulike situasjonene som kan oppstå. Forholdene under samhandling vil nok også være dynamiske og i konstant endring.

Selve IKT-infrastrukturen kan ses å gjøre systemet noe mer uoversiktlig med tanke på funksjoner, og muligens vanskeligere å forstå. I tillegg vil den legge til flere detaljer i beskrivelsen av systemet. Tilsvarende vil det nok også være for øvrig teknologi, i form av for eksempel automatisering og fjernstyring.

Samtidig ses det også at IO kan gjøre systemet mer «tractable», ved at det er mer sanntidsdata og informasjon tilgjengelig for flere. En oppnår også mer gjennomsiktig drift ved at personell fra ulike disipliner involverer seg i hverandres arbeid. Personell på land kan følge med på drift offshore, ledelse onshore kan holde oversikt på tvers av skift og eksperter kan bidra i problemløsning. IO kan også sies å gjøre systemet mer «tractable» ved å øke tilgjengelighet for personell.

Dynamikk og variabilitet

I forhold til dynamikk og variabilitet, virker det naturlig å anta at dette vil være til stede i stor grad i selve prosessene på en oljeplattform. Slitasje på utstyr og plutselige endringer av tilstander i prosess, kan nok føre systemet ut i en form for dynamisk ustabilitet. Med IO vil det være mulighet for dynamikk i selve arbeidsprosessene og teknologien, og i IO vil disse i tillegg være i konstant utvikling. I de nye formene for samhandlingen som introduseres med IO, kan det sies å være dynamikk i form av at det vil være ulike aktivitetsnivåer og ulike situasjoner som oppstår, blant annet på grunn av håndtering av variabilitet i prosess på plattform.

Ytelsen (utførelse) til personell i IO vil nok variere, alt etter situasjon. Det kan tenkes at økte forventninger til effektivitet ved innføring av IO, kan føre til mer stress og større arbeidsbelastning for personell. Flere ting som skjer på en gang og høyt tempo kan medføre muligheter for økt variabilitet. Det kan også tenkes at uklarheter i kommunikasjon mellom on- og offshore kan være grunnlag for økt variabilitet.

I forhold til ny IKT kan det tenkes at variabilitet fra omgivelsene, og muligens også i selve hardware, kan påvirke IKT-infrastrukturen, og dermed mulighet for samhandling mellom on- og offshore.

Oppsummering

Enkelte elementer ved IO kan føre til at systemet blir mer «intractable», kilder til dynamikk og variabilitet kan en finne både i samhandling, utviklingen av IO og IKT-infrastrukturen. Med et

system som kan sies å være «intractable» og inneholde tegn på variabilitet og dynamikk, vil det nok være muligheter for sammenfall av hendelser som resulterer i ulykker (systemulykker). Det kan tyde på at RE er et aktuelt perspektiv i forhold til IO.

Tabell 8.5 oppsummerer vurdering av egenskaper ved IO og systemkrakteristikker for RE.

Tabell 8.5: Oversikt over egenskaper ved IO vurdert opp mot systemkarakteristikker for RE.

«Intractable»	«Tractable»	Dynamikk	Variabilitet
• Oljeplattform et «intractable» system i seg selv. • IO i kontinuerlig utvikling (teknologi, arbeidsprosesser). • IO kan nok beskrives ift funksjoner, men det kan være vanskelig å beskrive de mange mulighetene for kommunikasjon mellom personer, og de ulike situasjonene som kan oppstå. Tilstander vil være i konstant endring (se dynamikk og variabilitet). IKT kan gjøre: • systemet mer uoversiktlig (vanskeligere å forstå) med tanke på funksjoner. • systemet mer detaljert med tanke på beskrivelsen av systemet.	• Mer sanntidsdata og informasjon tilgjengelig for flere. • Mer gjennomsiktig drift ved at personell fra ulike disipliner involverer seg i hverandres arbeidsoppgaver. • Flere følger med fra land. • Ledelse onshore holder oversikt på tvers av skift. • IO gjør det mer «kontrollerbart» ved at det øker tilgjengelighet på personell. IKT kan gjøre systemet: • lettere å «kontrollere», ved at flere kan følge med og flere kan involveres i problemløsning.	• Dynamikk i teknisk system på oljeplattform. • Dynamikk (ustabilitet) i IO, siden det er i kontinuerlig utvikling. (Ny teknologi, nye arb.prosesser). • Dynamikk i tilstander i IO (ulike aktivitetsnivåer). Situasjoner endrer seg fra lav aktivitet til høy aktivitet hvor det er mye kommunikasjon frem og tilbake.	• Generelt (og også i IO) vil det være variabilitet i: ytelse til personell, i omgivelser og teknisk utstyr (hw og sw). • Økte forventninger til effektivitet kan føre til stress og større arbeidsbelastning, noe som kan føre til økt variabilitet i ytelse (utførelse) for personell. • Uklarheter i kommunikasjon mellom hav og land kan være grunnlag for variabilitet. • Forventninger om effektivitet og flere ting som skjer på en gang (oppgaver i parallell) i høyt tempo, kan medføre muligheter for økt variabilitet.

8.3.3 IO og systemkarakteristikker for HRO

Det uventede

Det kan tenkes at «det uventede» i IO kan vise seg gjennom den konstante endringen og utviklingen som IO gjennomgår. En kan ikke være sikker på hva som vil fungere og hvordan systemet vil utvikle seg. Videre medfører IO en tettere integrasjon av funksjoner og organisasjoner enn tidligere, noe som kan ses å øke mulighetene for uventede hendelser. Det kan også tenkes at forventninger om økt effektivitet og utføring av oppgaver i parallell, kan være en årsak til flere uventede hendelser. Uklar ansvarsfordeling og grensesetting kan tenkes å medføre uventede hendelser. Det ses altså at mange av de samme egenskapene som for NAT tyder på kompleksitet, og videre dynamikk og variabilitet for RE, også vil være kilde til «det uventede» i HRO. «Det uventede» er ikke nærmere beskrevet av Weick og Sutcliffe [43], og en kan nok ikke forvente at det skal være det, siden det tross alt er «uventet». Det er derfor vanskelig å si mer nøyaktig hva det kan være, foruten at det kan oppstå som følge av det som blant annet er beskrevet for NAT og RE sine systemkarakteristikker.

«Det uventede» kan vise seg gjennom:

- IO i kontinuerlig utvikling og konstant endring.
- Uventede reaksjoner som en følge av at funksjoner og organisasjoner er tettere integrert enn tidligere, for eksempel en leverandør som tjener flere installasjoner.
- Forventninger om økt effektivitet og utføring av oppgaver i parallell kan føre til flere uventede hendelser.
- Uklar ansvarsfordeling og grensesetting.
- De samme egenskapene som tyder på kompleksitet og tette koblinger i NAT, og videre variabilitet og dynamikk i RE, kan være tegn på at det er muligheter for uventede hendelser.

8.3.4 IO og systemkarakteristikker for risikoanalytisk tilnærming

Sekvensiell modell

På en oljeplattform er det klart at det er mange kilder til farlige energier, for eksempel i form av potensial for brann, eksplosjon, tungt mekanisk utstyr og prosesser under trykk. For å beskytte mot dette er det tatt i bruk risikoanalyser med betraktninger av farlige energier, og utviklet ulike barrierer for å hindre ulykker i å oppstå og utvikle seg. Når en skal vurdere de viktigste måtene teknisk utstyr kan feile og føre til ulykker, er nok slike betraktninger godt egnet. I tillegg til rent tekniske barrierer, kan en også betrakte ikke-fysiske barrierer i form av regler og prosedyrer i forbindelse med arbeidet, og det er nok der introduksjon av IO kan ses å medføre flest endringer for øyeblikket. For eksempel kan det tenkes at en får nye barrierer i form av at deling av mer informasjon med personell på land kan føre til at flere følger med og kan oppdage feil, land prioriterer arbeidsoppgaver og holder oversikt over vedlikeholdet, samt at det blir bedre visualisering av arbeidstillatelser og lignende (jf. delkap. 2.1).

I forhold til energi-barrieremodellen og bow-tie-ulykkesmodell, vil nok endringer som følge av introduksjon av IO først og fremst påvirke det som kan være bakenforliggende årsaker til ulykker. Faktorer hvor en ikke kan fastsette et direkte «årsak-virkning forhold» i forhold til risiko, såkalte RIFs (jf. delkap 4.3.3), og som dermed ikke kommer godt frem i energi-barriere eller bow-tie betraktning. Men metoder som for eksempel BORA vil i denne sammenheng være aktuelle for å modeller effekten av endringer i RIFs på de tekniske barrierene. Med tanke på IO kan det, ut fra Figur 4.4 på side 33, for eksempel vær interessant å vurdere RIFs i forhold til kompetanse, arbeidsbelastning, omgivelser, og videre, RIFs innen organisatorisk faktorer som for eksempel kommunikasjon og arbeidspraksis. BORA kan sies å være et forsøk på å inkludere menneskelige og organisatoriske faktorer i risikoanalysen. Det kan selvsagt diskuteres hvor godt den lykkes med dette.

Statisk, linearitet og avgrensninger

Som nevnt tidligere er det klart at IO er i konstant utvikling både med tanke på arbeidsprosesser og teknologi, og medfører at leverandører og operatører er tettere integrert. Videre er det sannsynlig at det vil være en rekke ulike aktivitetsnivåer som følge av forskjellige situasjoner som må håndteres. Det er elementer som tyder på både kompleksitet og dynamikk. Det kan likevel ses at en RA tilnærming, med en mer lineær og statisk betraktning av systemet, vil fungere til å avdekke risikomomenter også etter introduksjon av IO. Blant annet kan det pekes på at mye av produksjonen offshore vil foregå som tidligere, de fleste av endringen er i forhold til kommunikasjon mellom land og hav. Dermed er det rimelig at mange av de tidligere RA metodene og teknikkene fortsatt vil kunne benyttes.

Det er nok ikke urimelig å anta at RA tilnærming kan identifisere de viktigste farlige situasjonene (uønskede hendelser), og videre årsaker og konsekvenser for disse, også i forhold til IO. Selv om en går ut fra en statisk og lineær betraktning av systemet. I forhold til IO blir det gjerne å se på de bakenforliggende årsakene til ulykker, noe som forøvrig er nevnt som en utfordring for risikoanalyser (jf. delkap. 4.3.5). En rekke situasjoner vil nok være åpenbare å identifisere, som for eksempel feil oppfatning av melding i forbindelse med kommunikasjon, leverandør som får problemer, feil i IKT-infrastruktur og nedetid på samband, for eksempel i forbindelse med problemer offshore. Det virker rimelig at det til en viss grad vil være mulig å modellere utviklingen av disse med lineær hendelseskjede, basert på en gitt mengde tilstander. Men det ses også at dette kan bli komplekst, for eksempel i forhold til hvordan feil i kommunikasjon kan spre seg eller eventuelt være skjult, i forhold til å modellere hvordan flere ulike operatører og leverandører blir knyttet sammen, og generelt hvordan mindre feil kan få komplekse interaksjoner. Dermed blir det muligens nødvendig å basere seg på en del forenklinger og avgrensninger. Uansett hevdes det at en risikoanalyse kan gi en kvantitativ beskrivelse av risiko ved å ta med slike antagelser i beregning og presentasjon av risiko. Det hevdes også at en kan fange opp det utenkelige ved å gå ut fra forenklinger for slike utfall (jf. tillegg A.1.3). Slik sett kan det se ut til at en risikoanalyse dermed ikke direkte må håndtere kompleksitet og dynamikk i analysen (ulineære hendelser), men at det til en viss grad likevel er tatt høyde for.

Med tanke på at IO kan sies å være i konstant utvikling, kan det bli vanskelig å gå ut fra en risikoanalyse begrenset til et gitt bilde av IO, på et visst punkt i utviklingen. Det kan by på utfordringer å evaluere effekt av en gradvis endring i systemet. Som nevnt i delkap. 4.1.1 bør det være obligatorisk med konsekvensanalyser for tekniske endringer, og endringer i organisering av arbeidet.

Sekvensiell modell

- IO introduserer ikke-fysiske barrierer.
- IO påvirker først og fremst det som kan være bakenforliggende årsaker.
  - BORA – et forsøk på å modellere dette (RIFs) i forhold til effekt på barrierer.

Statisk, linearitet og avgrensninger

- IO berører hovedsakelig samhandling mellom land og hav, mye av produksjonen foregår som tidligere. De vanlige metodene for risikoanalyse vil fortsatt kunne benyttes.
- En kan identifisere de viktigste uønskede hendelsene også i forhold til IO.
  - En kan modellere årsaker og konsekvenser for disse med en viss mengde tilstander, men det ses at det sannsynligvis vil bli behov for forenklinger og avgrensninger.
- IO kan sies å være i kontinuerlig utvikling, det kan bli en utfordring å evaluere effekt av gradvis endring i systemet.

8.4 Hva kan ulike tilnærminger til håndtering av risiko gi svar på?

Et sentralt skille mellom RA tilnærming og de alternative perspektivene, er hvordan de alternative perspektivene går ut fra en systemisk ulykkesmodell, mens RA tilnærming kan sies å basere seg mer på en lineær årsak-virkning ulykkesmodell (sekvensiell modell) (jf. Figur 4.2 på side 25). Ut fra det som har kommet frem i kap. 4 er dette også det de vanligste risikoanalysemetodene avslører. Det vil si, det finnes også metoder som kan ta for seg flere tilstander og modellere mer dynamiske systemer, men disse er omfattende og krevende å benytte. RA tilnærming kan sies å plukke opp de feil en kan se for seg og tenke seg, blant annet basert på erfaring. Det hevdes at en i tillegg kan ta høyde for det utenkelige ved forenklinger for slike utfall. For svært komplekse systemer som er vanskelige, eller umulige å beskrive, kan dette tas høyde for ved at sannsynlighet for ulykke blir høy (jf. kommentar WS 2, se tillegg A.1.3). En risikoanalyse må også basere seg på et gitt bilde av systemet, og kan sies å være statisk med tanke på endringer ved drift (jf. delkap. 4.3.5). Det er anbefalet å oppdatere risikoanalyser når feil og nestenulykker inntreffer.

Risikoanalyse tar altså ikke spesifikt for seg kompleksitet, og mulighet for komplekse interaksjoner mellom feil. Dynamiske egenskaper ved systemet blir i mindre grad fanget opp, med mindre en er villig til å gjøre en omfattende analyse. En risikoanalyse vil ofte begrense seg til deler av et system, som analyseres for seg selv.

RA tilnærming kan sies å gå ut fra at en kan identifisere de viktigste bidragene til risiko (ut fra beslutning som skal tas), og disse beskrives med en kombinasjon av sannsynlighet for at en gitt uønsket hendelse skal inntreffe, samt de mulige konsekvensene. I tillegg kan antagelser og resultater fra diskurs også inkluderes i beskrivelse av risiko (jf. tillegg A.1.2). Risikohåndtering blir utøvet ved at en identifiserer risikoreduserende tiltak for de farer som er identifiserte, i form av sannsynlighetsreduserende og konsekvensreduserende tiltak. De farer som ikke er identifiserte blir altså ikke tatt høyde for ved risikohåndtering. Tiltakene vil vanligvis bli identifisert ut fra barrieretankegang og Haddon sine ti strategier for risikoreduksjon, i tillegg til designprinsipper og standarder. Risikoanalyse kan gi en kvalitativ eller kvantitativ beskrivelse av risiko, og ut fra en kvantitativ beskrivelse kan en sammenligne reduksjon i risiko med kostnader for et gitt risikoreduserende tiltak. Hvilke tiltak som skal tas i bruk blir vanligvis avgjort ut fra risikoakseptkriterier (for eksempel ALARP) og mål på effekten til de risikoreduserende tiltakene, som for eksempel kost-nytte, hvor mye de reduserer risiko, effekt på flere farer og lignende. I tillegg vil det i forbindelse med beslutninger om hva som er akseptabel risiko også være aktuelt å gå ut fra føre-var- og forsiktighetsprinsippet, dersom det er knyttet usikkerhet til konsekvensene. En må ta hensyn til den usikkerhet som ikke fanges i risikoanalysene (jf. delkap. 4.1.2).

Risikostyring i RA tilnærming, foregår dermed ut fra mål og akseptkriterier, og risikoanalyser brukes blant annet for å vurdere hvordan en ligger an i forhold til disse, evaluering av endringer, etablering av risikobilde, sammenligne ulike alternativer og lignende.

I motsetning til RA tilnærming, er de alternative tilnærmingene altså basert på systemisk ulykkesmodell, og legger vekt på at det vil være vanskelig eller umulig å avsløre de mange mulige (ulineære) sammenfall mellom feil som kan være kilder til større ulykker. Derfor fokuseres det på å organisere for å kunne fange de opp før de utvikler seg (kontinuerlig oppmerksomhet), og for å kunne håndtere de på en god måte dersom de inntreffer.

RE er den eneste alternative tilnærmingen som kan sies å vise til en metode for risikovurdering, hvor en leter etter muligheter for funksjonell resonans. I FRAM legges det vekt på funksjoner, siden disse ikke vil endre seg selv om systemet gjør det. For å hindre funksjonell resonans og uønsket variabilitet i å oppstå, tas det, i likhet med RA tilnærming, i bruk barrierer av ulike typer. Det ses at denne metoden, i likhet med enkelte metoder fra RA tilnærming, kan være omfattende å gjennomføre for store systemer.

Ut fra det som er kommet frem i denne oppgaven, har altså ikke de øvrige alternative perspektivene noen spesifikk metode for risikovurdering knyttet til seg. NAT kan brukes til å avgjøre

hvor utsatt (sårbart) et system er for systemulykker. En kan videre forsøke å gjøre systemer mindre komplekse og løse opp i koblinger, og dermed gjøre de mindre utsatt for systemulykker. I forhold til HRO kan en gjennomføre en revisjon for å avgjøre om en opererer «mindfully» eller «mindless», en avdekker altså ikke direkte risiko, men heller hvor sårbart systemet er. Hovedfokuset for HRO, i forhold til risikovurdering, kan sies å være å legge til rette for kontinuerlig oppmerksomhet for uventede hendelser under drift, noe RE også vektlegger.

For de alternative perspektivene ses det at det er mindre fokus på å identifisere risiko gjennom å lete etter farer, og videre årsaker og konsekvenser. De har større fokus på hvordan en skal organisere for å enten forutse, oppfatte eller kunne håndtere uventede hendelser. Det vil si, NAT fokuserer i hovedsak på organisering for å kunne håndtere hendelser. RE og HRO kan ses å i tillegg ha fokus på å legge til rette for å kunne forutse og oppfatte hendelser. Spesielt HRO, da det i motsetning til NAT, tilsier at høyrisikosystemer som skulle vært utsatt for systemulykker, faktisk kan klare seg meget bra.

I RE er det fokus på at det er variabilitet i omgivelser og i systemet, og at det ikke kan defineres en trygg normalsituasjon. RE legger vekt på egenskaper for å kunne dempe situasjoner med dynamisk ustabilitet. I forhold til organisering, blir det blant annet å legge til rette for god avveining mellom effektivitet og grundighet i arbeidet. Når det kommer til å holde kontinuerlig oppmerksomhet overfor operasjoner, vil det å sørge for at en har tilstrekkelig med tid til å håndtere hendelser, kunnskaper om hva en skal se etter, og ressurser og kompetanse til å håndtere de, være viktige egenskaper. En må være proaktiv og prøve å tenke utover erfaringer i forhold til hva som kan skje i fremtiden. RE kan også sies å ha fokus på tilpasning gjennom design og verktøy, og er dermed også teknisk rettet.

HRO kan sies å være noe mer spesifikk enn RE omkring hvordan en kan organisere drift. For eksempel ved at en legger til rette for organisatorisk redundans, legger til rette for at beslutninger blir tatt av de med mest ekspertise, at ledelse følger med på hvordan drift faktisk foregår, har fokus på kultur og så videre. I HRO kan en si at personell i organisasjonen er kontinuerlig «årvåkne» overfor farer. En mulig begrensning med HRO er at det kan kreve høy disiplin i organisasjonen, og passer kanskje ikke for alle arbeidsmiljø.

I forhold til RA tilnærming, hvor en identifiserer tiltak basert på den risiko som er avdekket, er det for de alternative perspektivene altså egenskaper ved systemet som kan ses å være avgjørende for hvordan en håndterer risiko. De dynamiske egenskapene ved systemer, som ikke vektlegges i stor grad av de vanligste metodene i RA tilnærming, kan sies å bli tatt høyde for i risikohåndtering for de alternative perspektivene.

Som oppsummering kan en dermed si at RA tilnærming først og fremst gir svar på hva som er de viktigste bidragene til risiko, ut fra en årsak-virkning betraktning av systemet, de en har fra erfaring og de en kan tenke seg. Og videre, hvordan en kan redusere risikoen for disse gjennom ulike (vanligvis «kontnadseffektive») sannsynlighets- og konsekvensreduserende tiltak. Dersom systemet i tillegg er svært komplekst og tett koblet, kan det være vanskelig for de vanligste metodene i RA tilnærming å plukke opp farene i forbindelse med dette, foruten å benytte forenkling eller å øke risikoen for ulykke. Dermed kan de alternative perspektivene benyttes til å si noe om en er organisert for å kunne forutse, oppfatte og håndtere mulige uventede sammenfall mellom feil, som det hevdes vil oppstå i slike systemer. FRAM kan være aktuell for å identifisere kilder til funksjonell resonans, og en kan sette inn barrierer. NAT er kanskje først og fremst aktuell til å si om systemet er komplekst og tett koblet, og ved å vite hva som tyder på kompleksitet og tette koblinger, kan en forsøke å endre det. Videre kan en også forsøke å dra nytte av egenskapene for sentralisert eller desentralisert styring, alt etter hvordan systemet er preget av koblinger og kompleksitet. Dersom en må leve med et komplekst og tett koblet system vil RE og HRO kunne bidra i forhold til hvordan en bør organisere drift av systemet for å unngå at (systemiske) ulykker oppstår, og i tillegg håndtere de slik at systemet ikke blir slått ut. Et viktig fellestrekk ved disse, og forskjell fra RA tilnærming, er fokuset på kontinuerlig oppmerksomhet overfor systemet under drift.

8.4.1 Hva kan de ulike tilnærmingene gi svar på i forhold til IO?

I forhold til IO er det argumentert for at det kan by på elementer som tyder på kompleksitet, tette koblinger, dynamikk og variabilitet, samtidig som det registreres at mye av driften på plattform vil foregå som før. En oljeplattform operert ved hjelp av IO er sannsynligvis et ytterligere komplekst og tett koblet system. Det er klart at alle tilnærmingene til risikohåndtering kan være relevant for systemet.

De alternative perspektivene har et større fokus på de dynamiske egenskapene ved IO. At systemet er i endring kan både føre til komplekse interaksjoner, være tegn på dynamikk og det kan være en kilde til «det uventede». Siden mange av endringene ved IO så langt går på menneskelige og organisatoriske faktorer, kan det å gå ut fra HRO og RE, og legge til rette for å oppnå «årvåken» personell og god avveining mellom grundighet og effektivitet, være aktuelt i forhold til risikohåndtering.

HRO vil nok være spesielt egnet til å vurdere de menneskelige og organisatoriske endringene, i forhold til hvorvidt de styrker evne til å forvente og håndtere «det uventede». Det kan være å vurdere om en har gode nok kommunikasjonskanaler til å få frem detaljer, om ledelse involverer seg i operasjoner (noe IO i stor grad ser ut til å medføre), hvorvidt en legger til rette for redundans og muligheter for endring av handlingsmønster og så videre. Revisjoner kan benyttes for å vurdere om en er opererer «mindful» eller «mindless» (jf. delkap. 7.1.3).

I forhold til RE vil en nok gjerne tenke på de dynamiske forholdene i IO. Ut fra FRAM vil det være aktuelt å vurdere om det kan oppstå økt variabilitet og mulighet for funksjonell resonans mellom funksjoner i IO, og videre hvordan en kan sette inn barrierer mot dette. Det kan også være aktuelt å vurdere om de nye arbeidsformene gir god avveining mellom effektivitet og grundighet, og tillater personell i systemet å håndtere de uventede interaksjonene, dekke over mangler og forutse mulige farer (jf. delkap. 6.1). I forhold til det tekniske vil det selvsagt være viktig å sørge for tilpasningsdyktige egenskaper, slik at systemet tåler uventede påkjenninger.

NAT kan benyttes til å kartlegge grad av kompleksitet og koblinger, også i forhold til systemer bestående av mennesker og deres oppgaver. Det kan være vurderinger av hvordan oppgaver, roller og funksjoner er fordelt mellom personell og geografiske lokasjoner, og hvordan koblingene er mellom disse. Samt hvordan situasjoner og feil i arbeid kan få samspill med tekniske feil. Videre ser IO ut til å gi mulighet for å legge opp til både sentralisert og desentralisert styring, noe som kan være aktuelt å dra nytte av.

RA tilnærming har flere ulike metoder som kan vurdere både menneskelige, organisatoriske og tekniske faktorer, og kan nok identifisere viktige årsaker til ulykker, også i forhold til IO. Metoder som for eksempel BORA kan trekkes frem som et forsøk på å relatere de organisatoriske og menneskelige endringene til barrierer som er på plattform, og vise endringer i risiko. Ulike kvalitative analyser, som for eksempel risikoanalysen benyttet som case i denne oppgaven (basert på HAZOP og Grovanalyse), kan nok avsløre risiko for endringer i forbindelse med IO. Ellers er det nevnt at det er liten innsats i forskning omkring fullstendige metoder for å inkludere organisatoriske faktorer i risikoanalyse (jf. delkap. 4.3.4).

Det som er kommet frem her, må selvsagt ses i lys av at det er muligheter for at detaljer ved de ulike tilnærmingene kan være utelatt i litteraturstudiet (jf. feilkilder i delkap. 3.8).

Kapittel 9

Resultater fra analyse

9.1 Resultater fra sekundæranalyse av risikoanalyse

Risikoanalysen ble analysert på nytt ved å ta utgangspunkt i klustrene med negative konsekvenser (kommentarer), listet i appendiks 5 i risikoanalysen [31]. De vil si at samtlige kommentarer som forskere ved SINTEF Teknologi og Samfunn hadde hentet inn gjennom intervju og workshop, ble analysert på nytt. Kategoriene «omdømme» og «økonomi» ble ikke tatt med i analysen, siden disse ikke så ut til å innebære kommentarer som kunne slå ut i forhold til sikkerhet. Sekundæranalysen ble utført ved å basere seg på ulike stikkord for sentrale trekk og egenskaper for hvert av de alternative tilnærmingene (se tillegg B.1). Ut fra stikkordene ble det gjort subjektive vurderinger av hvordan hver av kommentarene fra risikoanalysen til SINTEF ville slå ut.

Kommentarene ble kategorisert for å dele inn datamaterialet og gjøre det enklere å analysere hva de ulike perspektivene plukket opp. Basert på en gjennomgang av kommentarene ble følgende kategorier opprettet:

1. **Arbeidsbelastning:** Forhold som tilsier at arbeidsbelastning påvirker negativt. For høy arbeidsbelastning, flere roller o.l.
2. **Kompetanse:** Alle kommentarer som har med kompetanse å gjøre, for eksempel tap av kompetanse, mangel på kompetanse, ikke utnyttet kompetanse, og i tillegg manglende erfaring.
3. **Nærhet:** Manglende nærhet, både i form av relasjoner og fysisk distanse, for eksempel til arbeid, leder, personell.
4. **Samarbeid:** Forhold som kan tenkes å påvirke samarbeidet mellom personell.
5. **Samhandling:** Forhold som kan tenkes å påvirke samhandlingen mellom land og hav.
6. **Organisering av arbeid:** En generell kategori for det som ikke så ut til å kunne deles inn i egne kategorier. Disse kan sies å gå på hvordan arbeidet er lagt opp, for eksempel at arbeid ikke kan utføres, blir ikke utført, uavklarte forhold og lignende.

Kategori 4 og 5 er svært like og kan innholde noe av det samme, men det vil ikke påvirke resultatet.

Det følgende gir en oversikt over hva det ble lagt merke til av forhold innen hvert av stikkordene det ble analysert ut fra, og videre innen hver av kategoriene. Det vil si, resultatene viser ikke direkte hvor mange kommentarer som ble merket av for hvert stikkord, men de ulike forholdene som ble beskrevet av kommentarene i hver av kategoriene. For eksempel, dersom flere kommentarer beskrev «tap av kompetanse», ble det notert opp som ett punkt under ett gitt stikkord i kategori «kompetanse» i de følgende listene.

9.1.1 NAT

Parenteser med tall i refererer her til numrene i Tabell 5.1 og 5.2, og viser dermed hvilke av Perrow [23] sine karakteristikker det er snakk om innen interaksjoner og koblinger.

Interaksjoner

1. Arbeidsbelastning:
   (a) Personell med flere roller og for mange oppgaver kan ses på som «common mode function» (1.3)
2. Samhandling:
   (a) Fare for nedetid på samhandlingsutstyr som følge av manglende redundans for samhandlingsutstyr/nettverk. Her kan det være kilde til kompleksitet i teknologien i seg selv, samt at introduksjon av redundans kan øke kompleksitet. (1.7)

Koblinger

1. Arbeidsbelastning:
   (a) Økt eller for stor arbeidsbelastning kan sies å gi mindre slakk i forhold til personell, og dermed tettere kobling. (4.4)
2. Samhandling:
   (a) Det er kommentert fare for nedetid på samhandlingsutstyr pga. manglende redundans. Her kan mangel på redundans indikere tette koblinger. (3.5)
   (b) Det kommenteres fare for stopp i produksjon ved nedetid på samhandlingsutstyr, hvilket kan indikere tett kobling. (3.3)
3. Organisering av arbeid:
   (a) Siden de beste flyttes til land kan det sies at koblingen til land blir tettere. (3.3)
   (b) Problemer med å erstatte personell tyder på at det er et tettere koblet system. (3.4)
   (c) Ledere ute mister sin «buffer», noe som kan tyde på at systemet blir tettere koblet. (3.5)

Organisering

1. Kompetanse:
   (a) Personell på land kan miste kompetanse over tid og mangle kompetanse, noe som kan føre til svekkede egenskaper ved sentralisering.
2. Nærhet:
   (a) Manglende nærhet og avstand til operasjoner kan sies å redusere fordelene ved sentralisering (vanskeligere for de å involvere seg).
3. Samarbeid:
   (a) Samarbeidsproblemer, mangel på tillit, og ellers svekket forhold mellom on- og offshore kan tenkes å påvirke evne til sentralisert styring i situasjon som krever det.

(b) Problemer med å komme i kontakt med rett person, kan ses å redusere effekt av sentralisert styring.

(c) «land bestemmer uansett-holdning» kan svekke desentralisering

4. Samhandling:

(a) Vansker med å få tak i rett personell kan ses å svekke fordeler ved sentralisering.

(b) Mye tid vil bli brukt på sette land inn i situasjonen, kan ses å svekke fordeler ved sentralisert styring.

(c) Fare for nedetid på samhandlingsutstyr, indikerer at en kan miste mulighet for sentralisert styring. Videre nevnes det også at er det uavklart hva som kan skje dersom samhandlingsutstyr er nede samtidig med avvikssituasjoner offshore.

(d) Utrygghet knyttet til bruk av samhandlingsutstyr og vegring for bruk kan ses å svekke mulighet for sentralisert styring.

5. Organisering av arbeid:

(a) Dårlig kvalitet på håndtering av uforutsette hendelser (rekvirering av helikopter i beredskapssituasjon) og problemer med avvikshåndtering, kan tyde på svekket effekt av sentralisering.

(b) Uklar beslutningsmyndighet og byråkrati kan føre til svekket effekt av sentralisering.

(c) Manglede oversikt over personell om bord (POB) kan ses å gi svekket effekt for sentralisert styring.

9.1.2 HRO

Evne til å forutse «det uventede»

Prinsipp 1 «Preoccupation with failure»

1. Arbeidsbelastning:

(a) For stor arbeidsbelastning for PLS (plattformsjef) land kan tenkes å ha negativ effekt på oppmerksomhet for feil

2. Kompetanse:

(a) Manglende erfaring kan gjøre en mindre oppmerksom på feil. Det samme kan generelt tap av kompetanse, som er nevt ved flere anledninger.

3. Nærhet:

(a) Manglende nærhet til «der det skjer» kan gjøre en mindre oppmerksom i forhold til små signaler på feil

4. Samhandling:

(a) Fare for missforståelser kan ses å virke negativt på evne til å plukke opp feil.

5. Organisering av arbeid:

(a) Problemer med avvikshåndtering og adm.arbeid som ikke blir gjort kan gjøre at en overser små tegn.

(b) Ansvarsfraskrivelse og fare for missforståelser kan føre til at en overser signaler på feil.

(c) Tilsvarende kan uavklarte forhold i forbindelse med HMS-oppgaver mellom stillinger land-offshore føre til svekket evne til å plukke opp signaler.

Prinsipp 2 «Reluctance to simplify»

1. Kompetanse:
   (a) Tap av kompetanse offshore kan føre til at en ser mindre detaljer.
2. Nærhet:
   (a) Manglende nærhet, planleggere som ikke kan gå ut å se på jobben som skal gjøres, kan tenkes å føre til at en ser mindre detaljer.
3. Samarbeid:
   (a) Samarbeidsproblemer, personkonflikter og ellers dårlig forhold til land kan virke negativt på drøfting av feil.
   (b) Fare for «land bestemmer uansett-holdning» offshore, inviterer ikke til skepsis.
   (c) Beslutninger tas ikke i fellesskap, kan føre til fare for at en gjør forenklinger.
4. Samhandling:
   (a) Fare for missforståelser kan føre til at en overser detaljer.
5. Organisering av arbeid:
   (a) Adm.arbeid som ikke blir gjort kan føre til at en overser detaljer.

Prinsipp 3 «Sensitivity to Operations»

1. Arbeidsbelastning:
   (a) For stor arbeidsbelastning, for krevende å ivareta alle oppgaver og lignende kan føre til at en er mindre sensitiv til operasjon.
2. Nærhet:
   (a) Fysisk distanse, avstand til jobb for planleggere og manglende operasjonsnærhet kan svekke sensitivitet til operasjon.
   (b) Dårlige relasjoner kan gjøre en mindre sensitiv til operasjoner.
3. Samarbeid:
   (a) Samarbeidsproblemer, manglende tillit til personell på land, personell som ikke er involvert i diskusjon av problemstilling og beslutning som ikke tas i fellesskap med land, kan gjøre land mindre sensitiv til operasjon.
   (b) Redusert kontroll og økt uro i lederlaget kan muligens også påvirke ledelsen sin oppmerksomhet for operasjon.
4. Samhandling:
   (a) Siden mye tid vil bli brukt på å sette land inn i situasjonen, kan det tyde på at land har noe redusert sensitivitet til operasjon.
   (b) Fare for nedetid på samhandlingsutstyr kan føre til at en ikke lenger har rik kommunikasjonskanal til å håndtere hendelser.
   (c) Vegring for bruk av samhandlingsutstyr kan ses å påvirke land sin sensitivitet til operasjon.
   (d) Det nevnes at 2 samhandlingsmøter muligens er for lite samhandling, noe som kan tyde på redusert sensitivitet til operasjon.
5. Organisering av arbeid:
   (a) At ikke alle får den info de bør ha, kan redusere enkelte sin sensitivitet til operasjon.

Evne til å håndtere «det uventede»

Prinsipp 4 «Commitment to Resilience»

1. Kompetanse:
   (a) Manglende plattformkompetanse, skrukompetanse, offshorekompetanse, beredskapskompetanse og lignende, kan medføre at en er dårligere forberedt på å håndtere uventede situasjoner.
2. Samarbeid:
   (a) Problemer med å komme i kontakt med rette personer i vaktordning, hjemmevakt og rett personell, samt treg mobilisering og dårlig kommunikasjon, kan ses å redusere evne til å håndtere situasjoner.
3. Samhandling:
   (a) Fare for nedetid på samhandlingsutstyr kan sies å redusere resiliens.
4. Organisering av arbeid:
   (a) Fare for å miste oversikt over POB (personell om bord) kan ses å redusere evne til å håndtere situasjoner.
   (b) Dårligere kvalitet på håndtering av uforutsette hendelser – rekvirering av helikopter i beredskapssituasjon, kan også ses å redusere evne til å håndtere situasjoner.
   (c) Lederteam på plattform som blir mindre proaktiv i problemløsning kan ses å redusere resiliens
   (d) Dårligere styring av vedlikehold opp mot produksjon kan ses å redusere resiliens.

Prinsipp 5 «Deference to Expertise»

1. Samarbeid:
   (a) Siden beslutninger ikke tas i fellesskap hav/land og problemstilling ikke blir diskutert med involvering av fagsamordner, kan det tenkes at beslutninger ikke går til den med mest ekspertise.
2. Samhandling:
   (a) Problemer med å få tak i rett personell, hjemmevakt, og manglende tilgjengelighet på personell ved samhandling, kan føre til at beslutninger ikke går til den med mest ekspertise.
   (b) Fare for nedetid på samhandlingsutstyr kan føre til at ekspertise ikke er tilgjengelig.
3. Organisering av arbeid:
   (a) At ikke alle får den info de bør ha, kan tyde på at info ikke når personell med ekspertise.
   (b) Uklar beslutningsmyndighet kan føre til at beslutninger ikke blir tatt av de med mest ekspertise. (Beslutninger etter rang kan for øvrig føre til at de ikke blir tatt av personell med mest ekspertise, i følge HRO prinsipp 5.)

Organisatorisk redundans, spontan rekonfigurasjon og kultur

Organisatorisk redundans

Ordene strulturell og kulturell viser her hvilken av dimensjonene til Rosness [50] forholdene berører (jf. delkap. 7.2).

1. Arbeidsbelastning:
   (a) For høy arbeidsbelastning og problemer med å følge opp personell og operasjonskomitè for PLS-land kan tenkes å svekke redundans.
2. Kompetanse:
   (a) Strukturell: En rekke forhold som tilsier tap og mangel på kompetanse (offshorekompetanse, skrukompetanse, plattformkompetanse) og manglende erfaring, kan ses å gi mindre overlapp i kompetanse og svekke redundans.
3. Nærhet:
   (a) Strukturell: Manglende operasjonsnærhet kan tenkes å gi svekket mulighet for redundans.
4. Samarbeid:
   (a) Kulturell: Samarbeidsproblemer, manglende tillit til land og personkonflikter kan virke negativt på villighet til å dele informasjon.
   (b) Kulturell: Beslutninger som ikke tas i fellesskap hav/land kan føre til manglende redundans i vurdering av beslutninger.
   (c) Strukturell: Problemer med å komme i kontakt med rette personer og barriere å ta kontakt, kan ses å svekke muligheter for redundans.
   (d) Problemstilling som blir diskutert uten involvering av fagsamordner kan tenkes å svekke redundans.
5. Samhandling:
   (a) Strukturell: Barriere i forhold til å ta kontakt etter arb.tid, utrygghet knyttet til bruk av samhandlingsutstyr og mulig nedetid på samhandlingsutstyr kan ses å svekke strukturelle forhold for redundans.
   (b) Strukturell: Bekymring om for lite samhandling og manglende tilgjengelighet på personell for samhandling kan ses å svekke muligheter for redundans.
6. Organisering av arbeid:
   (a) Ikke alle får den info de bør ha, kan ses å svekke redundans.

Spontan rekonfigurasjon

1. Samarbeid:
   (a) Samarbeidsproblemer kan gjøre det vanskelig å endre handlingsmønster
2. Samhandling:
   (a) Mye tid vil bli brukt på å sette land inn i situasjonen, kan gjøre det vanskelig å endre handlingsmønster
3. Organisering av arbeid:
   (a) Byråkrati kan påvirke evne til å endre hanslingsmønster

Kultur

1. Nærhet:
   (a) Dårlige relasjoner til leder (som følge av manglende nærhet) kan svekke en «mindful» kultur
2. Samarbeid:
   (a) Personkonflikter, samarbeidsproblemer, manglende tillit til landpersonell og ellers dårlig forhold til land kan virke negativ på rapportering og en «mindful» kultur.

9.1.3 Resilience Engineering

Forutse

1. Kompetanse:
   (a) Tap av kompetanse, manglende erfaring i stilling og i rolle, er forhold som kan tenkes å påvirke evne til å forutse uønskede hendelser.
2. Nærhet:
   (a) Manglende operasjonsnærhet og avstand til jobb som planlegges kan ses å virke negativt på evne til å forutse hendelser.
3. Samarbeid:
   (a) Dårlige relasjoner mellom land/hav kan ha negativ effekt på kommunikasjon, og dermed evne til å forutse hendelser.
   (b) Beslutninger som ikke tas i fellesskap hav/land kan tenkes å påvirke evne til å forutse hendelser.
4. Samhandling:
   (a) Mangelfull risikovurdering av regularitet for samhandlingsutstyr, kan ses å være et tegn på at en ikke har sett fremover.
5. Organisering av arbeid:
   (a) Flytting av de beste til land, kan påvirke evne til å forutse, dersom en antar at disse har vesentlig mer erfaring å bygge på. (Kan si at en får det igjen ved at land følger med på operasjoner.)
   (b) Lederteam på plattform som blir mindre proaktiv i problemløsning, kan tenkes å virke negativt på evne til å forutse hendelser.

Oppfatte

1. Arbeidsbelastning:
   (a) PLS som får for stor arbeidsbelastning og blir oppslukt av andre oppgaver på land, kan tenkes å redusere evne til å oppfatte signaler.
2. Kompetanse:
   (a) Manglende kompetanse og erfaring i roller og stillinger, er generelt forhold som kan tenkes å påvirke evne til å oppfatte signaler på uønskede hendelser.

3. Nærhet:

    (a) Manglende nærhet til personell/avd/operasjon, dårlige relasjoner og avstand til arbeidet, kan ses å virke negativt på evne til å oppfatte signaler.

4. Samarbeid:

    (a) Dårlige relasjoner mellom land/hav, beslutninger som ikke tas i fellesskap, dårlig komminikasjon mellom OPS (operasjonsstøtte) og ADM, og problemstillinger som diskuteres uten involvering av fagsamordner, kan være forhold som virker negativt på evne til å oppfatte signaler.

    (b) Uro og redusert kontroll i lederlaget kan også tenkes å påvirke deres evne til å oppfatte signaler på hendelser.

    (c) Barriere for å ta kontakt kan også ses å redusere evne til å oppfatte hendelser.

5. Samhandling:

    (a) Fare for missforståelser kan påvirke evne til å oppfatte signaler.

    (b) Manglende tilgjengelighet på personell for samhandling kan tenkes å redusere mulighet for å oppfatte signaler.

    (c) Bekymringer knyttet til effektivitet for samhandlingsmøter og for lite samhandling, kan ses å være forhold som reduserer evne til å oppfatte signaler.

    (d) Mulig nedetid på samhandlingsutstyr kan redusere evne for land til å oppfatte signaler.

Håndtere

1. Arbeidsbelastning:

    (a) For stor arbeidsbelastning for PLS land, økt arbeidsbelastning for FPL (forpleining), for krevende å ivareta alle oppgaver og stress er generelt forhold som kan gjøre at en må legge vekt på effektivitet i forhold til ETTO, og en får ikke vært grundig nok i arbeidet.

2. Kompetanse:

    (a) Manglende kompetanse, erfaring i roller og stillinger er forhold som også kan påvirke evne til å håndtere hendelser. Spesielt begrenset beredskapskompetanse i adm.lag.

3. Nærhet:

    (a) Manglende operasjonsnærhet for fagsamordnere kan tenkes å virke negativt på deres evne til å håndtere problemer.

4. Samarbeid:

    (a) Samarbeidsproblemer, dårlig kommunikasjon mellom OPS og ADM, og problemer med å få tak i rette personer i vaktordning, er forhold som kan svekke evne til å håndtere problemer.

    (b) Barriere å ta kontakt etter arbeidstid kan redusere evne til å håndtere problemer.

5. Samhandling:

    (a) Bekymringer knyttet til om rett personell er til stede ved samhandlinger, manglende tilgjengelighet på personell og problemer med å få tak i rett personell og hjemmevakt, er forhold som kan svekke evne til å håndtere hendelser.

    (b) At det krever mye tid på å sette land inn i situasjon kan også ses å svekke evne til å håndtere hendelser.

(c) Fare for nedetid på samhandlingsutstyr kan gi problemer med å håndtere hendelser.

6. Organisering av arbeid:

   (a) Fare for å miste oversikt over POB kan vike negativt på evne til å håndtere hendelser.

   (b) Dårligere kvalitet på håndtering av uforutsette hendelser (rekvirering av helikopter i beredskapssituasjon) har en åpenbar negativ effekt på håndtering.

   (c) Byråkrati, vanskelig å gjøre endringer, uklar beslutningsmyndighet hav/land og uklarheter i rollefordelinger kan også ses å påvirke evne til å håndtere hendelser.

9.2 Sikkerhet sett gjennom ulike perspektiver

Basert på de foregående resultatene fra sekundæranalysen av risikoanalysen, diskuteres det her hvordan sikkerhet ser ut gjennom ulike perspektiver på sikkerhet.

Det må påpekes at for en del konsekvenser kan det være tvil omkring hvor stor effekt de egentlig vil ha. For eksempel i forhold til evne til å forutse hendelser (RE), eller et av prinsippene fra teori om HRO. I tillegg er det ikke tatt hensyn til sannynlighetsberegningen i risikoanalysen. Det må tas i betraktning at vurderingene er subjektive og kommentarene (konsekvensene) er til en viss grad var tatt ut av sammenheng (jf. feilkilder i delkap. 3.8). Erfaringer fra analysen tilsier at det er mye som med litt fantasi kan ses å påvirke evne til å forutse, oppfatte og håndtere hendelser, men det er forsøkt etter beste evne å holde seg til det kommentarene beskriver og ikke bli for kreativ.

For RE og HRO ble det plukket opp en del konsekvenser som kan sies å virke negativt på egenskaper, som ut fra perspektivene er nødvendig for å drive på en sikker måte. De fleste kategoriene viser konsekvenser som kan svekke evne til å forutse og oppfatte tegn på uventede hendelser. Når det gjelder håndtering av hendelser, både for HRO og RE, kan det sies at konsekvenser innen samarbeid, samhandling og kompetanse vil ha en del å si, det ble bemerket flere ulike konsekvenser i disse kategoriene. I forhold til HRO og kultur, var det få konsekvenser å legge merke til, det var også vanskelig å tenke seg hvordan kommentarer kunne påvirke kultur. Tilsvarende var det også for spontan rekonfigurasjon, det var ikke mange kommentarer som kunne sies å gi innsikt i dette. For organisatorisk redundans viste det seg flere forhold som går på de strukturelle forutsetningene, mens det var færre forhold omkring de kulturelle forutsetningene.

For NAT perspektivet viste det seg at det var vanskelig å finne konsekvenser som kunne sies å beskrive hvilke roller/stillinger og oppgaver som er avhengig av hverandre, hva som skjer dersom arbeid ikke blir utført og lignende. I forhold til kriteriene Perrow [23] lister for kompleksitet og koblinger (jf. Tabell 5.1 og 5.2), var det vanskelig å benytte beskrivelsene i konsekvensene til å avgjøre noe omkring NAT perspektivet, i forhold til hvorvidt konsekvensene kunne føre til komplekse interaksjoner og tette koblinger. Noen få konsekvenser som indikerte tettere koblinger kunne indentifiseres. For kompleksitet var det strengt tatt bare to konsekvenser som spesifikt kunne sies å tyde på kompleksitet. Disse gikk på konsekvenser som indikerte mulighet for «common-mode function» for personell, og i tillegg mulighet for kompleksitet i IKT-teknologi. Ellers ses det at det er en rekke kommentarer som beskriver forhold som kan være grunnlag for at det oppstår feil som kan tenkes å virke sammen med andre på uventede måter, noe en vil finne i de fleste systemer, om ikke alle.

Dersom en går ut fra at IO skal by på muligheter for å dra nytte av både sentralisert og desentralisert styring, kan det nevnes at det ble lagt merke til flere forhold som kan virke negativt på mulighet til å dra nytte av sentralisert styring og svekke egenskaper ved sentralisering. Mens det i forhold til desentralisering, bare ble lagt merke til èn kommentar som indikerte svekket desentralisering. Men også her må det selvsagt tas i betraktning mulige feilkilder og feiltolkninger. En annen sak er at det ved besøk hos IO lokaler for en norsk operatør i petroleumsindutrien, har kommet frem at ikke er aktuelt med involvering av onshore i krisesituasjoner, da opererer offshore på egenhånd (jf. tillegg C.2).

9.2.1 Forsterker effekt av negative konsekvenser

Basert på ny gjennomgang av risikoanalysen, kan det sies at de alternative perspektivene vil se konsekvensene på en annen måte i forhold til vurderingene i risikoanalysen. De alternative perspektivene vil vurdere de med utgangspunkt i betraktning av kompleksitet (systemisk ulykkesmodell). Enten i forhold til å forutse, oppfatte og håndtere komplekse interaksjoner mellom feil (uønsket variabilitet og funksjonell resonans i RE, uventede hendelser i HRO), eller for å avgjøre om systemet er utsatt for komplekse interaksjoner (NAT). Siden dette ikke virker til å være en del av vurderingen i risikoanalysen, kan det sies at å se konsekvensene gjennom de alternative perspektivene i mange tilfeller vil forsterke de negative effektene. I tillegg til årsak-virkning-betraktningen (jf. Figur B.2) får en også en betraktning av hvor godt rustet en er til å leve med uventede hendelser som følge av blant annet kompleksitet.

Det kan for eksempel tenkes at det ville blitt lagt større vekt på konsekvenser for kluster «Problemer med avvikshåndtering offshore-land» i kategori «operasjon og regularitet», hvor det beskrives potensielle problemer med å få tak i hjemmvakten, vansker med å få tak i rett personell, ansvarsfraskrivelse og lederteam som blir mindre proaktiv i problemløsning. Dette er kommentarer som kan tenkes å slå ut i forhold til å forutse og håndtere hendelser (RE), en får ikke lært av feil og lederteam blir mindre sensitiv til operasjon (HRO), og det kan svekke effekt av sentralisering (NAT). I risikoanalysen fikk dette klustret konsekvensvurdering ++ (2) (sannsynlighetsklasse + (1)), og sett i betraktning av de alternative perspektivene kunne det muligens blitt vurdert som enda mer alvorlig. Men denne oppfatningen må selvsagt tas med forbehold om at det ikke er lett for utenforstående å vurdere kommentarene på nytt opp mot perspektivene (jf. feilkilder i delkap. 3.8).

9.2.2 Positive konsekvenser

Det ble gjennomført en grovere gjennomgang og vurdering av de positive kommentarene (konsekvensene) listet i risikoanalysen [31] appendiks 4. Resultatet fra denne er lagt ved i tillegg B.2 på side 116.

Generelt vil noen av de mest sentrale egenskapene ved IO, som at land involverer seg mer og i operasjon og representerer tilgjengelig ekspertise, slå positivt ut for de fleste stikkordene. Tegn på redundans i beslutninger, bedre planlegging, økt involvering av land og samhandling, bedre vedlikehold, kunnskapsdeling og lignende, er forhold som er plukket opp med positiv effekt for de alternative perspektivene.

Det kan tyde på at i utgangspunktet vil IO generelt slå ut positivt for de fleste perspektivene. Men de negative kommentarene fra risikoanalysen beskriver muligheter for forhold som kan redusere noe av effekten en oppnår med økt samhandling og ekspertise på land.

Tilsvarende som for vurderingen av de negative konsekvensene, kan nok det å se de positive konsekvensene gjennom de alternative perspektivene også sies å gi en annen (alternativ) vurdering. Å se konsekvensene gjennom de alternative perspektivene kan sies å gjøre en mer sensitiv til både positive og negative konsekvenser, noe som kan være viktig for beslutningstaker. Det må bemerkes at for de positive konsekvensene var det ikke utført noen realitetsvurdering, eller vurdering av sannsynlighet og konsekvens i selve risikoanalysen. Men det ses at det likevel er rimelig å si at de positive konsekvensene også vil bli vurdert med et annet utgangspunkt for de alternative perspektivene.

9.3 Trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming

9.3.1 Vurdering av kompleksitet

Når det kommer til å identifisere trekk ved IO som ikke plukkes opp av RA tilnærming, så er nok det mest fremtredende at det ikke virker som om muligheter for at konsekvenser kan virke sammen på mer komplekse måter vurderes i noen særlig grad. Dette viser seg blant annet ut fra resultatene fra ny gjennomgang av risikoanalysen basert på alternative perspektiver på sikkerhet. Disse tilsier at det for NAT er vanskelig å gjøre vurderinger i forhold til tegn på kompleksitet i systemet. Kommentarene sier, som nevnt tidligere, lite om hvilke roller/stillinger og oppgaver som er avhengig av hverandre, hva som skjer dersom arbeid ikke blir utført og lignende. Videre er det i risikoanalysen lagt opp til en modell med årsak-virkning-kjede, gjengitt i Figur B.2 på side 122, hvor hver kategori altså kan påvirke den neste, med tidsforløp fra venstre mot høyre. Konsekvenskategoriene er altså på forhånd tenkt hvordan de kan virke sammen, og det ser ikke ut til å være nye vurderinger av det som er kommet frem i analysen, i forhold til å se hvordan ulike konsekvenser kan virke sammen på mer komplekse måter. Basert på de kommentarene som er gjennomgått virker det også vanskelig å gjøre en slik vurdering. Muligheter for komplekse samspill og avhengigheter kommer ikke tydelig frem i analysen. Men det er ikke å utelukke at de som har kommet med kommentarene kan ha hatt dette i tankene, siden de gjerne vet hvem og hva som er avhengig av hverandre. Det var for eksempel enkelte kommentarer (konsekvenser) som kunne tyde på kompleksitet, i form av personell som oppfylte to roller og IKT-teknologi som kunne svikte, men det var, som nevnt i delkap. 9.2, få kommentarer som viste dette. I tillegg, ut fra årsak-virkningmodellen i Figur B.2, virker det altså ikke til at det er tatt hensyn til komplekse hendelser i vurdering av alvorlighet til konsekvenser.

Ny gjennomgang (analyse) av risikoanalysen viser at den vil fange opp konsekvenser som påvirker flere av egenskapene, som ut fra RE og teori om HRO, er viktige for å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser som kan følge av kompleksitet. Men de alternative perspektivene vil se kommentarene på en annen måte, enn årsak-virkning-betraktningen det virker til at risikoanalysen har basert seg på. Effekt på evne til å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser, er nok ikke en del av vurderingen av grad av konsekvens i risikoanalysen. For de alternative perspektivene går en ikke ut fra mål på risiko, det er heller helheten som er avgjørende. Dermed kan flere enn de forholdene som er vurdert til alvorlig konsekvens i risikoanalysen ha en del å si for sikkerheten sett gjennom de alternative perspektivene. På den andre side er det gitt forslag til kompenserende tiltak for alle klustrene med konsekvenser i risikoanalysen, og slik sett har en fanget opp og kompensert for de negative konsekvensene for de alternative perspektivene også. Ved å for eksempel unngå «tap av kompetanse», vil en også unngå at en blir mindre oppmerksom på feil (HRO), forhindre redusert evne til å håndtere hendelser (RE) og lignende. Til en viss grad har en altså fanget opp forhold som er viktige for å forutse, oppfatte og håndtere komplekse hendelser. Men det kan tenkes at en nærmere undersøkelse, hvor en etterspør konsekvenser som går på dette, ville avdekket mer.

I konklusjonen til risikoanalysen [31] kommer det blant annet frem at lederkompetanse er et av de viktigste områdene, og vil kreve mest oppmerksomhet og kompenserende tiltak. Videre, i forhold til lederkompetanse, kommer det frem at det er *«behov for tydelige oppgavebeskrivelser og ansvars-/rollebeskrivelser relatert til nye og endrede stillinger ...»* [31, s.4]. Slik sett har en kommet med et kompenserende tiltak som kan ses å redusere kompleksiteten i systemet. Men i risikoanalysen spesifiseres at det ellers kan ha konsekvenser for tap av lederkompetanse, manglende tillit til land og tap av offshorekompetanse. Dermed virker det ikke som om det er et hensyn til mulige uforutsette hendelser (kompleksitet) som ligger til grunn.

Videre i konklusjonen påpekes også «*verifisering og justering underveis*» [31, s.5] som et av de viktigste områdene for kompenserende tiltak. Det kommer blant annet frem at det er viktig med kontinuerlig oppfølging av at forutsetningene for gjennomføring er til stede, samt at en evaluerer tiltak i forhold til at endringene gir ønsket effekt. Det nevnes at det er viktig for å hindre at vesentlige og utilsiktede konsekvenser skal kunne oppstå. Dette kan tyde på at det er vurdert

at det er muligheter for dynamikk og mer komplekse konsekvenser enn det som er avdekket i risikoanalysen.

Det virker rimelig å oppsummere med at det ikke ser ut til at risikoanalysen fanger opp kompleksitet i vurderingene av konsekvensene. Men ut fra fokus på «verifisering og justering underveis», kan det virke som om en har en betraktning av at det er muligheter for mer dynamiske og komplekse konsekvenser enn det som er avdekket i analysen. Risikoanalysen fanger også opp og kompenserer for en rekke forhold som også vil virke negativt på evne til å forutse, oppfatte og håndtere komplekse hendelser. Enkelte av tiltakene kan også ses å redusere kompleksiteten, men det er nok rimelig å anta at en analyse som hadde etterspurt dette mer direkte ville avdekket mer.

Utover dette er det svært vanskelig å si om det er trekk ved IO som ikke blir plukket opp av RA tilnærming. Kategoriene viser at trekk som samhandling, samarbeid, kompetanse og lignende fanges opp. I vurderingen av konsekvensene kan de alternative perspektivene sies å «fange opp» mer.

Det som er kommet frem her må selvsagt ses i forhold til at risikoanalysen bare representerer ett eksempel, på hvordan RA tilnærming kan fungere i forhold til å identifiserer risiko i tilknytning til IO-relaterte endringer.

Kapittel 10

Kriterier og oppfatning av resultater

10.1 Kriterier

10.1.1 Risikoanalytisk tilnærming

I forbindelse med diskusjon omkring «hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på» (jf. delkap. 8.4), ble det lagt vekt på et sentralt skille mellom RA tilnærming og de alternative perspektivene, i form av at de alternative perspektivene baserer seg på en systemisk ulykkesmodell, i motsetning til RA tilnærming sin mer sekvensielle modell. Ut fra dette kan en si at de vanligste metodene for RA tilnærming vil fokusere på de viktigste årsak-virkning forholdene når det kommer til å identifisere risiko, og ikke spesifikt tar for seg kompleksitet og der igjen mulighet for komplekse interaksjoner, utover å øke risiko og benytte forenklinger (jf. tillegg A.1.3). RA tilnærming identifiserer dermed i stor grad de mulige farene en ser ut fra erfaring, og nye farer en kan tenke seg. Ut fra systemkarakteristikkene til RA tilnærming (presentert i Tabell 8.1) kommer det også frem at risikoanalyse som regel vil være statisk, og blant annet basert på fysiske, funksjonelle og organisatoriske avgrensninger.

I resultatene fra gjennomgang av risikoanalysen (jf. delkap. 9.3) viste det seg også at det mest fremtredende trekket ved IO som ikke så ut til å bli fanget opp og vurdert i noen særlig grad, var mulighetene for mer komplekse interaksjoner mellom konsekvensene, utover det hendelseskjeden illustrerte (jf. Figur B.2).

Basert på de foregående resultatene kan det presenteres følgende forslag til kriterium for når en kan benytte RA tilnærming:

- For å undersøke årsak-virkning-forhold og identifisere de viktigste bidragene til risiko.

Det må tas forbehold om at en også har mulighet for mer dynamiske analyser, og som nevnt tidligere, kan en benytte forenklinger for utfall i forhold til det utenkelige. I tillegg vil mulige feilkilder i forbindelse med litteraturstudiet og analysen (jf. delkap. 3.8) også spille en rolle for fremstillingen av RA tilnærming. Tilsvarende vil det også påvirke fremstillingen av de øvrige perspektivene.

10.1.2 Alternative perspektiver

De alternative perspektivene baserer seg altså på en systemisk ulykkesmodell, og det ses at det vil være vanskelig eller umulig å forutse de mange mulige (ulineære) sammenfall som kan oppstå

mellom hendelser. Mulighetene for mer komplekse interaksjoner mellom feil, fører til at det i større grad er fokus på hvordan en kan organisere for å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser.

Resultatene fra risikoanalysen (jf. delkap. 9.2) viser at ved å se konsekvensene ut fra en betraktning av hvordan de påvirker egenskaper for å forutse, oppfatte og håndtere mer komplekse hendelser, så kan det sies at det for enkelte av konsekvensene ville medført en forsterkning av den negative effekten.

Ut fra dette kan det foreslås følgende kriterium for når en kan benytte de alternative perspektivene:

- For å håndtere risiko som følger av kompleksitet og mer dynamiske egenskaper ved systemet.

Videre kan en, for hvert av perspektivene, utlede noe mer spesifikke kriterier for når de er aktuelle.

NAT

I Tabell 8.1 på side 62, kommer det frem at NAT karakteriserer systemer ut fra grad av interaksjoner og koblinger. Basert på Perrow [23] sine kriterier for interaksjoner og koblinger, kan en altså avgjøre hva som preger systemet mest. Og ut fra dette kan en igjen si noe om hvilken struktur en bør ha på styring av systemet (sentralisert eller desentralisert). Det kan dermed foreslås følgende kriterier for når NAT kan benyttes:

- For å vurdere hvor sårbart systemet er for systemulykker ut fra grad av kompleksitet og koblinger, og hvor en eventuelt kan redusere kompleksitet og løse opp i koblinger.
- For å undersøke hvilken struktur en bør ha på styring av systemet.

For systemer som viser høy grad av kompleksitet og tette koblinger vil, som nevnt i delkap. 5.1, NAT hevde at det ikke er noen god måte å håndtere systemet på. RE og teori om HRO vil derimot være aktuelle for å forsøke å organisere for å unngå, blant annet, systemulykker i slike systemer.

Resilience Engineering

Som nevnt i delkap. 8.4, er det i RE fokus på variabilitet og at det ikke kan defineres en trygg normalsituasjon. Det at et system kan sies å være vanskelig å «håndtere og kotrollere» («intractable»), ved at det blant annet endrer seg før en kan beskrive det (jf. delkap. 6.1.2), er en viktig del av systemkarakteristikkene for RE. Dynamikk er en sentral egenskap ved systemet som må håndteres. RE vektlegger organisering for å håndtere uønsket variabilitet gjennom blant annet kontinuerlig oppmerksomhet, proaktive løsninger, ETTO og tilpasning gjennom design og verktøy (jf. Tabell 8.1). Ut fra dette kan det foreslås følgende kriterier for når RE kan benyttes:

- For å sikre tilpasningsdyktige egenskaper i systemer som kan sies å være «intractable» og er preget av dynamikk.

Siden RE i tillegg har FRAM knyttet til seg, kan en også gi følgende kriterium for å benytte RE

- For å identifisere og forhindre muligheter for økt variabilitet og funksjonell resonans i systemet.

HRO

Teori om HRO kan, som nevnt i delkap. 8.4, sies å være mer spesifikk enn RE i forhold til hvordan en skal organisere for å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser som vil oppstå i komplekse systemer. Både med tanke på «mindful operation», og i forhold til å legge til rette for redundans og spontan rekonfigurasjon. HRO inkluderer også til en viss grad RE i prinsipp 4 i forhold til å håndtere «det uventede». «Det uventede» er som sagt fokuset for teori om HRO, og en kan foreslå følgende kriterium for når teori om HRO kan benyttes:

- For å vurdere om en er organisert for å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser som vil oppstå i komplekse systemer.

10.2 Oppfatning av resultater fra oppgaven

Oppfatning når det kommer til risikohåndtering i IO, er at de alternative perspektivene kan utfylle en RA tilnærming på enkelte områder, spesielt i selve risikohåndteringen (jf. Tabell 8.1). Med IO virker det som om systemet blir ytterligere tett koblet og komplekst, særlig om en tenker på videre muligheter for utvikling av IO. RA tilnærming er nok svært viktig for å avdekke risiko (årsak-virkning) og forslå risikoreduserende tiltak, men RA tilnærming ser ut til å være fokusert på at alt skal kunne ordnes inn i systematiske fremgangsmåter med modeller og beregninger for å dokumentere risiko. Noe som virker vanskelig når det kommer til mennesker og arbeidsprosesser. Med tanke på at organisatoriske faktorer er omtalt som et område hvor det er behov for mer forskning for risikoanalyser (jf. delkap. 4.3.4), virker det som om IO vil introdusere endringer, og videre risiko, som bør håndteres ut fra blant annet teori om HRO og RE. IO berører nok, som nevnt tidligere, i stor grad det som er bakenforliggende årsaker for ulykker, noe som gjerne ikke undersøkes i vanlige risikoanalyser. Samtidig er nok også IO et system hvor det vil være vanskelig å avsløre alle mulige sammenfall som kan oppstå mellom feil, spesielt siden flere ulike systemer vil være avhengig av hverandre (underleverandør-leverandør-operatør, land-hav og lignende). Tekniske feil i systemer hos leverandører kan virke sammen med situasjoner hos operatør og videre underleverandør, og så videre (jf. delkap. 8.3.1).

I forhold til RA tilnærming er de alternative perspektivene i større grad sårbarhetsperspektiver, de har prinsipielle ulikheter i ulykkesmodell i forhold til RA tilnærming (systemisk – sekvensiell), og teoriene for de alternative perspektivene sår tvil om gyldigheten til risikoanalyse (dynamikk, kompleksitet, «det uventede») (jf. tillegg A.2.2). Det virker ikke til at det er slik at en bør gi opp risikoanalyser, men at en heller bør utfylle risikoanalyse med de alternative perspektivene. Det er nok spesielt i selve risikohåndteringen at de alternative perspektivene kan utfylle RA tilnærming, i forhold til å ha i tankene at verden kan være mer kompleks enn en kan se for seg (jf. tillegg A.1.1 og A.3.1) og at systemer vil være i endring. De alternative perspektivene kan bidra i vurderingene av tiltak identifisert i risikoanalyser, slik at en for eksempel tenker på å redusere kompleksitet og vurderer løsninger som gjør systemer tilpasningsdyktige overfor uventede hendelser (resiliente). RA tilnærming er ikke en teori om hvordan en skal organisere for å håndtere hendelser som følge av sammenfall mellom feil utover de hendelseskjeder (scenarioer) som er avdekket. RA tilnærming ser ut til å fokusere på å avsløre og beskrive risiko, mens de alternative perspektivene går ut fra systemkarakteristikker og vurderer om systemet er sårbart.

For de alternative perspektivene vil det ikke være noen måte å vurdere kostnader for tiltak opp mot nytte. Risikohåndtering krever kontinuerlig innsats og oppmerksomhet overfor systemet (RE, HRO). Slik sett vil det ikke være noen enkel måte å beregne om en har en fornuftig avveining mellom tiltak og kostnader. Noe som sannsynligvis er viktig å vite for ledelsen i en organisasjon, og kan føre til at en foretrekker å basere seg på RA tilnærming. Men tiltakene som teori om HRO foreslår er i ikke av teknisk art, og når en først gjør organisatoriske endringer, slik som i IO, kan det være aktuelt å vurdere disse opp mot blant annet prinsippene for HRO. I forbindelse med risikohåndtering kan, som nevnt tidligere, RE benyttes som tillegg til kriterier for hvilke tiltak en velger.

Oppfatning etter å ha arbeidet med oppgaven er at de alternative perspektivene vil ha mer å si i etterkant av en risikoanalyse (risikohåndtering). I forhold til å fortsette med kontinuerlig oppmerksomhet, og ta høyde for de dynamiske egenskapene som vil være til stede i IO under drift.

I selve risikovurderingen er det nok først og fremst FRAM som kan være aktuell for å utfylle RA tilnærming, muligens vil denne metoden avdekke andre forhold og forslå andre tiltak. I sekundæranalysen i denne oppgaven viste det seg å være vanskelig å gjøre analyse ut fra de alternative perspektivene. Det blir mer en sårbarhetsvurdering når en benytter de, noe som i seg selv kan være aktuelt å legge vekt på. I resultatene fra analysen i oppgaven kom det frem at forslagene til kompenserende tiltak i risikoanalysen vil kompensere for flere forhold som er viktige også i forhold til å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser (jf. delkap. 9.3). Det kan være aktuelt å utvide risikoanalyse til å spesifikt vurdere disse faktorene i konsekvensvurderingene. Det kan muligens også være aktuelt for risikoanalyser å etterspørre mer direkte hendelser som kan berører egenskapene (stikkordene) det ble analysert ut fra i denne oppgaven (forutse, oppfatte, håndtere for HRO og RE). NAT sin karakterisering og vurdering av systemer kan også være aktuell å legge vekt på, og videre kan revisjonene i forhold til «mindful operation» i teori om HRO være aktuelle for å vurdere sårbarhet.

Kapittel 11

Konklusjon og forslag til videre arbeid

11.1 Konklusjon

I denne masteroppgaven er det gjennomført et studie av ulike tilnærminger til risikohåndtering for integrerte operasjoner (IO). Problemstillingen gikk ut på å undersøke hva de ulike tilnærmingene gir svar på, og videre, ved hjelp av IO-case, belyse hvordan sikkerhet ville se ut gjennom de ulike perspektivene på sikkerhet. I tillegg, ved hjelp av IO-caset, skulle det også undersøkes om det var trekk ved IO som ikke ble fanget opp ved tradisjonell risikoanalytisk tilnærming. Til slutt skulle det så diskuteres kriterier for når de ulike perspektivene på sikkerhet kan benyttes.

De tre perspektivene Normal Accident Theory (NAT), Resilience Engineering (RE) og High Reliability Organisation (HRO) ble valgt ut som alternative tilnærminger i forhold til risikoanalytisk tilnærming (RA).

Når det kommer til hva de ulike tilnærmingene kan gi svar på, tyder det på at for RA tilnærming vil de vanligste metodene for risikoanalyse avsløre de viktigste bidragene til risiko, ut fra en årsak-virkning betraktning. Muligheter for mer komplekse interaksjoner mellom feil ser ikke ut til å vurderes, foruten å benytte seg av forenklinger for slike utfall og øke risiko dersom systemet er svært komplekst. Dynamiske egenskaper ved systemet blir i mindre grad fanget opp, med mindre en er villig til å gjøre en omfattende analyse. Tiltak identifiseres for den risiko som er avslørt, vanligvis ut fra barrieretenkning og Haddon sine strategier for å redusere risiko. Føre-var- og forsiktighets-prinsippet bør også være gjeldende dersom det er knyttet usikkerhet til konsekvensene.

De alternative perspektivene er basert på systemisk ulykkesmodell, og legger vekt på å håndtere risiko som kan oppstå som følge av komplekse interaksjoner, variabilitet og funksjonell resonans, uventede hendelser og lignende. De tar altså høyde for komplekse samhandlinger og dynamiske egenskaper ved systemet. Siden det vil være vanskelig eller umulig å identifisere alle mulige farer i systemer med slike egenskaper, fokuseres det i stor grad på å organisere for å unngå og håndtere uventede hendelser som kan oppstå. NAT tilsier at en kan organisere for å håndtere hendelser i systemer med enten høy grad av kompleksitet eller tette koblinger. For systemer som har høy grad av begge deler, vil RE og HRO i større grad være aktuelle for å organisere for å unngå og håndtere hendelser.

Når det kommer til hvordan sikkerhet ser ut gjennom de ulike perspektivene på sikkerhet, tyder det på at å vurdere de negative konsekvensene gjennom de alternative perspektivene, vil forsterke den negative effekten for flere av konsekvensene. Siden de alternative perspektivene betrakter konsekvensene blant annet ut fra hvordan de vil påvirke evne til å forutse, oppfatte og håndtere

mer komplekse hendelser. Dette kan sies å skille seg ut fra årsak-virkning betraktningen det er lagt vekt på i risikoanalysen. Det er også rimelig å si at vurdering av positive konsekvenser vil være med et annet utgangspunkt for de alternative perspektivene. En kan si at å se konsekvensene gjennom de alternative perspektivene kan gjøre en mer sensitiv til både positive og negative konsekvenser, noe som kan være viktig for beslutningstaker.

Kompleksitet kan sies å være et trekk ved IO som ikke blir fanget opp i særlig grad ved RA tilnærming. Gjennomgang av risikoanalyse tyder på at det ikke er noen vurderinger av mulighet for mer komplekse virkninger for konsekvensene som er avdekket. Forslag til kompenserende midler i konsekvenanalysen vil også kompensere for forhold som påvirker evne til å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser, og i tillegg kan noen av forslagene ses å redusere kompleksitet og ta høyde for mer dynamiske og komplekse forhold. Men det tyder ikke på at dette er foreslått på bakgrunn av vurdering av kompleksitet.

Basert på de foregående resultatene er det foreslått kriterier som tilsier at RA tilnærming, først og fremst kan benyttes for å undersøke årsak-virkning forhold, og identifisere de viktigste bidragene til risiko. Videre, for de alternative perspektivene, er det generelt foreslått at de kan benyttes for å håndtere risiko som følger av kompleksitet og mer dynamiske egenskaper ved systemet. Mer spesifikt kan en si at NAT kan benyttes til å vurdere grad av koblinger og kompleksitet, samt hvilken struktur en bør ha på styring av systemet. RE kan foreslås å benyttes når det i større grad er fokus på tilpasning i systemer som er «intractable» og preget av dynamikk. HRO kan være aktuelt for å vurdere om en er organisert for å forutse, oppfatte og håndtere uventede hendelser.

Oppfatning av resultatene er at de alternative perspektivene kan utfylle RA tilnærming på enkelte områder, spesielt i selve risikohåndteringen for IO. De kan utvide vurdering av tiltak i forbindelse med risikoanalyse, ved at en tar i betraktning egenskaper for RE, og forsøker å redusere kompleksitet. Videre kan de være aktuelle i forhold til vurdering av konsekvenser, og særlig utvide synet på hvordan en kan organisere for å håndtere hendelser fra samspill som følge av at verden er noe mer kompleks enn en kan se for seg. De alternative perspektivene, som RE og HRO, er nok meget aktuelle i håndtering av risiko i etterkant av risikoanalyser for IO systemer, siden de tar høyde for dynamiske egenskaper ved systemet under drift.

Fremgangsmåten for å løse oppgaven har gitt svar på alle deler av problemstillingen. Det er hovedsakelig forskjeller som ligger i ulykkesmodellene mellom alternative perspektiver og RA tilnærming, som gjenspeiler seg i de ulike delene av resultatene. Mye av nytteverdien ligger nok i at det er undersøkt hva RA tilnærming innebærer og satt opp en sammenstilling av denne og de alternative perspektivene. Videre har en også fått gjennomført et forsøk på hvordan det er å gjøre analyse av empiri fra IO-relaterte endringer gjennom alternative perspektiver på sikkerhet, og slik sett kan oppgaven være til nytte for videre forskning innen området.

11.2 Forslag til videre arbeid

- Siden analysen ble avgrenset til tre alternative perspektiver, kan det være aktuelt å gå videre og inkludere flere, som for eksempel informasjons- og beslutningsperspektivet. Disse kan nok være meget aktuelle, med tanke på at IO i stor grad innebærer deling av informasjon og beslutninger tatt i samhandling mellom land og hav.
- Det kan være interessant å sammenligne resultater fra risikoanalyse med resultater fra en analyse med FRAM. Dette kan gi et nærmere innblikk i forhold til om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved risikoanalytisk tilnærming. Det kan være interessant å se om en analyse basert på FRAM også vil foreslå andre tiltak enn det en risikoanalyse vil føre til.
- I forhold til å undersøke om det er trekk ved IO som ikke blir fanget opp ved RA tilnærming, kan det muligens være aktuelt å gjennomføre nye intervjuer basert på stikkord fra de alternative perspektivene. Det vil si, å samle inn informasjon om for eksempel hvordan

tiltakene gjør systemet mer komplekst og tettere koblet, eller hvordan tiltakene vil påvirke redundans, sensitivitet til operasjon og lignende. Dette kan gi et mer solid grunnlag til å evaluere tiltakene fra den nye driftsmodellen, enn det kommentarene fra risikoanalysen gav. Men det vil derimot kreve en del ressurser og i tillegg innsats fra StatoilHydro sin side.

- Det kan også være aktuelt å gjennomføre en grundigere analyse av hvordan de positive kommentarene vil slå ut i forhold til de alternative perspektivene. Slik kan en muligens få et mer helhetlig bilde av hvordan sikkerhet ser ut gjennom de alternative perspektivene, og undersøke om de reduserer eller muligens «fjerner» risiko i forhold til det som er avdekket i risikoanalysen.
- Det kan være aktuelt å gjøre analyse av flere IO-case for å se om de samme resultatene viser seg, og om det eventuelt er andre trekk ved IO som viser seg å ikke bli plukket opp ved RA tilnærming.

Bibliografi

[1] Integrated collaboration environments. Sist lastet 07.03.09 fra: http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/8384096FCFBC8B34C125728A0045ACCA?OpenDocument.

[2] Landbasert driftssenter. Sist lastet 01.02.09 fra: http://www.bp.com/sectiongenericarticle.do?categoryId=9003572&contentId=7007228.

[3] World first offshore cement job performed remotely from onshore. Sist lastet 01.02.09 fra: http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/norway/norway_norwegian/STAGING/local_assets/downloads_pdfs/o/world_first_cmt_job.pdf.

[4] American Bureau of Shipping (ABS) – Guidance Notes on risk Assessment Applications for the Marine and Offshore Oil and Gas Industries, 2000.

[5] NORSOK Standard Z–013. Risk and emergency preparedness analysis, 2001. Tilgjengelig på internett fra: http://www.standard.no/en/Sectors/Petroleum/NORSOK-Standard-Categories/Z-Risk-analyses/Z-0131/.

[6] NS–EN ISO 17776. Petroleums– og naturgassindustri Produksjonsinstallasjoner til havs Retningslinjer for verktøy og metoder for fareidentifikasjon og risikovurdering (ISO 17776:2000). Standard Norge, 2002.

[7] *Stortingsmelding nr. 38 (2003–2004): Om petroleumsvirksomheten.* Olje– og energidepartementet (Departementene), 2004. Tilgjengelig på internett: http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/Regjeringen-Bondevik-II/oed/233575/234258/alt_om_stortingsmelding_nr-38_2003-2004.html?id=253901.

[8] *Stortingsmelding nr. 12 (2005–2006): Helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten.* Det Kongelige arbeids– og inkluderingsdepartementet, 2006. Tilgjengelig på internett: http://www.regjeringen.no/Rpub/STM/20052006/012/PDFS/STM200520060012000DDDPDFS.pdf.

[9] Flerfase og fjernstyring for Snøhvit. Internettartikkel, 2007. Sist lastet 01.02.09 fra: http://www.statoil.com/snohvit.

[10] Case: Integrerte operasjoner på Kristinfeltet. Internettartikkel, 2008. Sist lastet 15.01.09 fra: http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/IntegratedOperationsKristin.aspx.

[11] Fakta om Snøhvit. Internettartikkel, 2008. Sist lastet 01.02.09 fra: http://www.statoilhydro.com/no/ouroperations/explorationprod/ncs/snoehvit/pages/default.aspx.

[12] Hva er integrerte operasjoner? Internettartikkel, 2008. Sist lastet 15.01.09 fra: http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/FactsAboutIO.aspx.

[13] Integrerte operasjoner. Internettaratikkel, 2008. Sist lastet 15.01.09 fra: http://www.ptil.no/integrerte–operasjoner/category127.html.

[14] Integrerte operasjoner må gi bedre hms. Internettaratikkel, 2008. Sist lastet 16.01.09 fra: http://www.ptil.no/nyheter/integrerte-operasjoner-maa-gi-bedre-hms-article4649-24.html.

[15] Interdisciplinary Risk Assessment of Integrated Operations addressing Human and Organisational Factors (RIO). Project plan, SINTEF Technology and Society, 2008.

[16] NS 5814:2008 – Krav til risikovurderinger. Standard Norge, 2008.

[17] Samarbeider med lysets hastighet. Internettartikkel, 2008. Sist lastet 26.01.09 fra: http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/WorkingSpeedOfLight.aspx.

[18] Steensen A, J. Krever fortgang i ledelse fra land. *Teknisk Ukeblad*, 2006. Sist lastet 27.01.09 fra: http://www.tu.no/olje-gass/article62769.ece.

[19] Tjora A, 2008. Presentasjoner i faget TIØ7 kvalitativ metode, ved NTNU høsten 2008.

[20] Holst B. Brage field integrated operations project 2003 – 2007. Presentasjon, 2007.

[21] Holst B and Nystad E. Oil & Gas offshore/onshore Integrated Operations– introducing the Brage 2010+ project. In *Human Factors and Power Plants and HPRCT 13th Annual Meeting, 2007 IEEE 8th*, pages 357 – 359, 2007. Tilgjengelig fra: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=4413233&isnumber=4413166.

[22] Madsen B, E, Næsje P, Lamvik G, Skarholt K, and Torvatn H. Nye måter å jobbe på i IO Hvilken betydning har det for sikkerhet og arbeidsmiljø? Presentasjon, 2008. Tilgjengelig på internett: http://www.ptil.no/getfile.php/Presentasjoner/IO-Nye måter%2C Sintef.pdf.

[23] Perrow C. *Normal Accidents – Living with High-risk Technologies*. Princeton University Press, New edition, 1999.

[24] Tveiten C, K, Andresen G, Rosness R, and Tinmannsvik R, K. Underveis mot integrerte operasjoner - en borekontraktør tilegner seg nye IKT–løsninger. In Tinmannsvik R, K, editor, *Robust arbeidspraksis*, chapter 2, pages 39 – 55. Tapir Akademisk Forlag, 2008.

[25] Tveiten C, K, Lunde-Hanssen L-S, Grøtan T, O, and Pehrsen M. Hva innebærer engentlig Integrerte Operasjoner? - Fenomenforståelse og generiske elementer med mulige konsekvenser for storulykkespotensialet. SINTEF rapport, SINTEF Teknologi og Samfunn, 2008.

[26] Bjerkebæk E. Integrerte operasjoner i et hms–perspektv. Presentasjon, 2008. Tilgjengelig på internett: http://www.ptil.no/getfile.php/Tilsyn på nettet/vrige/5_07_siforum_integrerteoperasjoner.pdf.

[27] Hollnagel E, 2008. Presentasjon i forbindelse med kurs: A Practical Introduction to the Functional Resonance Analysis Method (FRAM).

[28] Hollnagel E. Risk Assessment using FRAM, 2008. Presentasjon i forbindelse med kurs: A Practical Introduction to the Functional Resonance Analysis Method (FRAM).

[29] Hollnagel E. The Changing Nature Of Risk. *Ergonomics Australia*, 22(1):33 – 46, March/June 2008.

[30] Hollnagel E, Woods D, D, and Leveson N. *Resilience Engineering – Concepts and Precepts*. Ashgate Publishing Limited, 2006.

[31] Guttormsen G, Vårvik M, Okstad E, and Sveen J. Konsekvensanalyse av ny driftsmodell HVF, Statoil. Rev. 1. SINTEF rapport, SINTEF Teknologi og Samfunn, 2007.

[32] Heinreich H, W. *Industrial Accident Prevention – A Scientific Approach*. McGraw-Hill, New York, Fourth edition, 1959.

[33] Herrera I. Resilience Engineering (RE) - What and how, 2008. Presentasjon i faget TIØ4200 Sikkerhetsledelse, ved NTNU våren 2008.

[34] Hegna J. Satser tungt på integrerte operasjoner. Internettartikkel, 2008. Sist lastet 26.01.09 fra: http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/News/2008/Pages/AmsterdamIO.aspx.

[35] Lundberg J, Rollenhagen C, and Hollnagel E. What-You-Look-For-Is-What-You-Find - The consequences of underlying accident models in eight accident investigation manuals. *Safety Science*, 2009.

[36] Vatn J. Risk analysis and risk influence modelling. Report, Dept. of Product and Qulity Engineering, NTNU, 2008.

[37] Vatn J. Utfyllende kommentarer til Task 1.3 – Litteraturstudie – Building Safety. Diskusjonsnotat, SINTEF Teknologi og samfunn – Sikkerhet og pålitelighet, 2008.

[38] Vatn J. What is risk? - input to think tank 2, 2009. Notat/innspill til diskusjon i Workshop 2 (SINTEF RIO-prosjektet).

[39] Øien K. Presentasjoner i faget TPK5160 Risikoanalyse ved NTNU, høsten 2007.

[40] Øien K, Guttormsen G, Hauge S, Sklet S, and Steiro T. Morgendagens HMS–analyser for vurdering av tekniske og organisatoriske endringer. Prosjektrapport, SINTEF Teknologi og Samfunn – Sikkerhet og pålitelighet, 2003.

[41] Øien K and Sklet S. Risk Analysis during Operation (The Indicator Project) Executive Summary. SINTEF-rapport (STF38 A01405), SINTEF, 2001.

[42] Skarholt K, Næsje P, Guttormsen G, Hermandsgård M, and Madsen B, E. RIO - WP1: Identify and elaborate IO-related changes – 4 Case descriptions. Memo, SINTEF Technology and Sosciety, 2008.

[43] Weick K, E and Sutcliffe K, M. *Managing the Unexpected - Resilient Performance in an Age of Uncertainty*. Jossey-Bass An Imprint of Wiley, second edition, 2007.

[44] Rausand M. *Risikoanalyse – veiledning til NS5814*. Tapir Forlag, 1991.

[45] Rausand M and Øien K. *Fra flis i fingeren til ragnarok*, chapter 4. Tapir akademisk forlag, 2004.

[46] OLF Oljeindustriens Landsforening. *Verdipotensialet for Integrerte operasjoner på Norsk Sokkel*, 2006. Tilgjengelig fra: http://www.olf.no/getfile.php/zKonvertert/www.olf.no/Rapporter/Dokumenter/070115-IO og HMS_5778.pdf.

[47] OLF Oljeindustriens Landsforening. *HMS og Integrerte Operasjoner: Forbedringsmuligheter og nødvendige tiltak*, 2007. Tilgjengelig fra: http://www.olf.no/getfile.php/zKonvertert/www.olf.no/Aktuelt/Dokumenter/070115 - IO og HMS.pdf.

[48] Olje- og energidepartementet i samarbeid med Oljedirektoratet. *Faktaheftet om norsk petroleumsverksemd 2008*, 2008. Tilgjengelig på internett: http://www.npd.no/Norsk/Produkter+og+tjenester/Publikasjoner/Faktaheftet /Faktaheftet+2008/fakta2008.htm.

[49] Rosness R, Guttormsen G, Steiro T, Tinmannsvik R, K, and Herrera I, A. Organisational Accidents and Resilient Organisations: Five Perspectives. SINTEF Report, SINTEF Industrial Management – Safety and Reliebility, 2004.

[50] Rosness R, Håkonsen G, Steiro T, and Tinmannsvik R, K. The vulnerable robustness of High Reliability Organisations: A case study report from an offshore oil production platform. Case study, SINTEF Technology and Society (Safety and Reliability), 2000. Paper presented on the 18 th ESReDA seminar 'Risk Management and Human Reliability in Social Context' Karlstad, Sweden, June 15-16, 2000.

[51] Stake R, E. Case Studies. In Denzin and Lincoln (red), editors, *Handbook of Qualitative Research*, pages 236 – 247. Thousand Oaks: Pine Forge Press, 1994.

[52] Haugen S. Presentasjoner i faget TPK5160 Risikoanalyse ved NTNU, høsten 2007.

[53] Kaplan S. *Risk Assessment and Risk Management – Basic Concepts and Terminology.* Hemispeher Publ. Corp, Boston, Massachusetts, USA, 1991. In Risk Management – Expanding Horizons in Nuclear Power and Other Industries, pp. 11–28.

[54] Sklet S, Aven T, Hauge S, and Vinnem J, E. Incorporating human and organizational factors in risk analysis for offshore installations. Paper, SINTEF Technology and Society, 2005. 16th European Safety and Reliability Conference (ESREL 2005).

[55] Aven T and Vinnem J, E. Hvordan skal vi styre risiko? Hva er de fundamentale prinsipper? Powerpointpresentasjon, tilgjengelig på internett: http://www.uis.no/getfile.php/Forskning/Vedlegg/08%20Risikostyringamf.sikkerhet /Hvordan%20styre%20risiko.ppt.

[56] Aven T, Røed W, and Wiencke H, S. *Risikoanalyse.* Universitetsforlaget, 2008.

[57] Grøtan T, O. IKT som bidrag til robusthet i integrerte operasjoner – et skråblikk. In Ranveig Kviseth Tinmannsvik, editor, *Robust arbeidspraksis*, chapter 4, pages 75 – 91. Tapir Akademisk Forlag, 2008.

[58] Grøtan T, O. Scientific fundation for IO: Risk, uncertainty and knowledge, 2009. Notat/innspill til diskusjon i Workshop 2 (SINTEF RIO-prosjektet).

[59] Grøtan T, O and Albrechtsen E. Risikokartlegging og analyse av Integrerte Operasjoner (IO) med fokus på å synliggjøre kritiske MTO aspekter. SINTEF Rapport, SINTEF Teknologi og Samfunn – Sikkerhet og pålitelighet, 2008.

[60] Grøtan T, O, Størseth F, and Albrechtsen E. Scientific foundations of risk in complex and dynamic environments. ESREL paper, SINTEF Technology and Society, 2009.

[61] LaPorte T, R and Consolini P, M. Working in practice but not in theory: Theoretical challenges of 'High-Reliability Organisations'. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 1(1):19 – 48, 1991.

[62] Lilleng T. Integrerte operasjoner – IO program og potensiale. Presentasjon, 2006. Tilgjengelig på internett: http://fpso.olf.no/?32748.pdf.

[63] Lilleng T and Holst B, Ø. Erfaringer med og videre strategi for eDrift/Integrerte Operasjoner i Hydro - OD eDrift Forum 13.04.05, 2005. Powerpointpresentasjon, tilgjengelig på internett: http://www.npd.no/NR/rdonlyres/32B6D79C-4AF6-4074-9B90-086738A14D94/7830/OPS130405eDriftForumOD2.pptt.

[64] Haddon W. The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds, 1980. Hazard Prevention, pp. 8–12.

Tillegg A

Notater fra Workshops

I det følgende presenteres notater fra workshops. I selve notatene er deltagere anonymiserte og det benyttes bokstaver som A, B, C og så videre, for å representere de der hvor nødvendig.

A.1 Workshop 2: «What is risk?»

Temaet for wokshop 2 var *«What is risk? What understandings/aspects of risk can be categorized? For what contextual criteria is each understanding relevant?»*

A.1.1 Input til diskujon av Tor Olav Grøtan

Notat fra Grøtan [58] kan oppsummeres med at det finnes usikkerhet i verden som er vanskelig å fange opp. Det nevenes blant annet at naturen ikke alltid gjentar seg perfekt. Uregelmessigheter i naturen kan være kilde til overraskelser, og slike overraskelser vil øke i kontekst av menneskelig samhandling og påvirkning. Handlingene til mennesker i sosio-tekniske systemer kan ses å bevege seg utenom mønstrene i naturen. Usikkerhet kan oppstå som følge av menneskene sine irrasjonelle handlinger.

Det trekkes blant annet frem sitat fra Chesterton (1907):

> «The real trouble with this world of ours is not that it is an unreasonable world, nor even that it is a reasonable one. The commonest kind of trouble is that it is nearly reasonable, but not quite. Life is not an illogicality; yet it is a trap for logicians. It looks just a little more mathematical and regular than it is; its exactitude is obvious, but its inexactitude is hidden; its wildness lies in wait.»

«logicians trap» brukes for å beskrive en fare for å ikke innse at all logikk bare er et forsøk på å forstå noe en aldri kan være sikker på.

A.1.2 Input til diskusjon av Jørn Vatn

Som input til workshop 2 presenterte Vatn [38] en måte å definere risiko. Han tar utgangspunkt i Kaplan [53] sin definisjon av risiko, hvor en svarer på følgende tre spørsmål [38, s.1]:

1. What can go wrong
2. How likely is it,
3. And if it goes wrong, what would be the consequences

Spørsmål èn blir da besvart ved scenarioer (S), mens frekvens eller sannsyneligheter (f) svarer på spørsmål to. Til slutt svarer en på spørsmål tre ved å uttrykke konsekvenser med en vektor $\mathbf{x}$. Siden konsekvensene er usikre blir disse uttrykt ved et sannsynelighetsutsagn $\mathbf{x^q}$. Risikoen uttrykkes som sum av alle scenarioer [38, s.2]:

$$R = \{< S_i, f_i, \mathbf{x_i^q} >\} \tag{A.1}$$

For å kalkulere risikoen i ligning A.1 nevnes det at må en basere seg på en rekke antagelser, forståelser av systemet og lignende. Disse blir inkludert i en faktor U, og risikoen blir altså betinget av U, $(R|U)$.

Vatn mener at det for en gitt U i prinsippet vil eksistere et unikt svar for hva risikoen er i ligning A.1. Videre i forbindelse med avgjørelser som skal tas basert på risiko nevnes det tre viktige spørsmål som en må svare på [38, s.2]:

1. Have sufficient dimensions been included in the consequence measure, x?
2. Do other positions exist regarding U than stated in the analysis?
3. Is the calculation of the risk R |U established in a traceable manner, and are the calculations performed with sufficient accuracy and correctness?

Som svar på spørsmål èn nevnes det at en kan benytte seg av kommunikasjon og dialog med relevante interessenter. For eksempel at en har dialog med relevante grupper før en tar avgjørelser om risiko.

Til spørsmål to nevnes det at kvaliteten på en risikoanalyse avhenger av hvor godt en beskriver U. Det er viktig å liste opp alle antagelser en har gjort i analysen, og spesielt at en har oversikt over de mest kritiske antagelsene i forhold til resultatene for analysen. Basert på dette kan de som skal ta avgjørelsene vite om de har behov for andre standpunkt («postions») om U. For å vurdere antagelsene (U) i analysen foreslås det verifikasjon fra en uavhengig tredjepart. Disse vil også kunne benyttes til å svare på spørsmål tre.

Vatn foreslår så å la resultatene fra dialogprosessen i forbindelse med spørsmål èn betegnes ved D, og videre at resultatene fra verifikasjonsprosessen inngår i V. Risiko kan da defineres ved følgende ligning:

$$R \,|\, D,\, U,\, V = \{< S_i, f_i, \mathbf{x_i^q} >\} |\, D,\, U,\, V \tag{A.2}$$

Det poengteres at ligning A.2 ikke sier hvordan en skal kvantifisere risiko. For å kvantifisere risiko må en samle ekspertise innen en rekke ulike disipliner som for eksempel organisasjonsteori, humaniora, «fracture mechanics», fluiddynamikk, brannbekjemping og så videre. En ekspert på risikoanlyse guider så disse for i prosess for å komme frem til usikkerhets-utsagn.

A.1.3 Notater fra diskusjon i workshop 2

- RA fanger opp det utenkelige, selv om en ikke kan beskrive det spesifikt, så kan forenklinger for slike utfall benyttes (... og konsekvenser kan identifiseres ... en kan ta forbehold om konsekvenser). Dersom et system er så komplekst at det ikke kan beskrives i en risikoanalyse, så vil sannsyneligheten for ulykke nærme seg 1. Dermed er en på linje med Perrow sine slutninger om at systemet kanskje ikke bør realiseres (alt etter hva en avgjør som akseptabel risiko).
- De ulike perspektivene (NAT, resilience) er velkomne til å benyttes for å generere scenarioer.
- Usikkerhet blir fanget opp i U, og må benyttes i vurdering av sannsynelighetene.
  - Kommentar B: Har de som tar avgjørelsene fått med seg grunnlaget for beregningene i en risikoanalyse?
- En må lage barrierer mot det en ikke klarer å beskrive i risikoanalyse også. risikoanalyse kan si sannsynelighet for at ..... selv om en ikke kan beskrive systemene. Det at en ikke kan beskrive systemet gir ikke noen grunn til å endre måten en ser risiko på.
- Risiko = usikkerhet knyttet til fremtidige hendelser
- Hvordan folk oppfatter risiko (psykologisk, kulturelt) har ikke betydning for hvordan en fastsetter risiko.
- Sannsynelighet er ikke en sann definisjon i verden, U er tatt med for å definere usikkerheten til ekspert.
- Ikke usikkerhet på tallene i RA. Usikkerhet beskrevet med U.
- (Min (PKF) oppfatning): En baserer seg ikke på å følge de historiske hendelsene uten å forutse at fremtiden kan ha overraskelser.
- Sjeldne hendelser håndteres på annen måte enn repeterbare hendelser.
- Ting kan være så komplekse som mulig, likevel kan en fange det opp i RA
- En ting er hvordan en skal vektlegge at konsekvensene (x), men hvordan en fastsetter de er noe annet
  - Forskjell: Risk assessment og concern-assessment
- Risikoanalyse - mye lek med tall
- Risikoanalyse representerer forenklinger
- I IO ser en gjerne mer på de umulige hendelsene som en ikke inkluderer i vanlig RA.
- IO mer utfordringer for hvordan de som sitter der skal ha riktig kunnskap for å ta beslutninger når ting bygger seg opp.
- Hvordan vil en håndtere så mye forskjellig kunnskap?
- Hvordan skal en bruke de resultatene en får fra RA? Akseptkriterier ...
- Hva sier det en når en får tall på at det kan skje eks hvert 400 år 100 år
- (Min (PKF) oppfatning) De som tar beslutningene har muligens ikke fått med seg grunnlaget for beregningene.
- Kan sannsynelighets og konsekvensbegrepet utvides?
- Kan konsekvens-dimensjon utvides og berikes?
- Kan andre tilnærminger berike hvordan en håndterer usikkerhetene?

- Kan det være alternative verktøy til risikoanalysen som gir like godt svar som risikoanalysen?
- Kan RA suppleres med alternative tilnærminger?
- Når en får mer komplekse systemer må en gjøre forenklinger.
- Finanskrise: Abstraherer seg bort fra virkeligheten
- Terning: dersom det hadde vært vilje bak den som avgjør utfallet....
  - A: det har ingen betydning for tankegang i RA.
- Dersom en ser for seg at det er utenforeliggende årsaker som kan påvirke utfallet.
  - A: skal en håndtere det på en annen måte (enn terning) ...
- Fare kan ligge i det en har valgt bort ...
- Ulike perspektiver på systemer i stedet for ulike perspektiver på risiko.
- Ved kartlegging av sannsyneligheter kan en ta inn resilience, nat, osv.
- IO er en rekke av endringssekvenser, tidsfaktorer som er en uke eller mer.
  - Trenger kontinuerlig risikostyring
- IO – ser mer på utenkelige hendelser?
- Ser på ulykker når de har skjedd – ser opplagte ting som vedlikehold og lignende som en ikke tenkte på når risikoanalysen ble gjort
- Har de som tar beslutninger i IO tilstrekkelig kunnskap?
- Ikke fokusere på definisjoner på risiko, men hvordan ulike perspektiv/disipliner ser på systemer. Hva er risiko ift systembeskrivelsene i ulike disipliner?

A.2 Workshop 3 «Uncertainty»

Temaet for workshop 3 var «usikkerhet».

A.2.1 Input fra Jørn Vatn

I en e-post presenterer Vatn usikkerhet som noe en ikke vet med sikkerhet. Vatn baserer seg på Terje Aven sin tankegang om at usikkerhet benyttes for observerbare størrelser, og er mangel på kunnskap/viten om disse. Risiko representerer da usikkerhet om observerbare størrelser. Vatn presenterer en utfordring omkring hvorvidt det er mulig å komme på forhold som ikke er observerbare og som det er knyttet usikkerhet til.

Innen legevitenskap mener Vatn at en er opptatt av at det finnes «sanne» helbredelses-sannsynligheter, som kan fastsettes ved å gjennomføre tilstrekkelig med forsøk. Risikoanalytikere har ikke fokus på sanne sannsyneligheter, men i stedet observerbare størrelser, et eksempel nevnes i form av «vil det skje ulykker?». Det kan være knyttet usikkerheter til observerbare størrelser, og disse kan uttrykkes ved sannsynelighetsbegrepet.

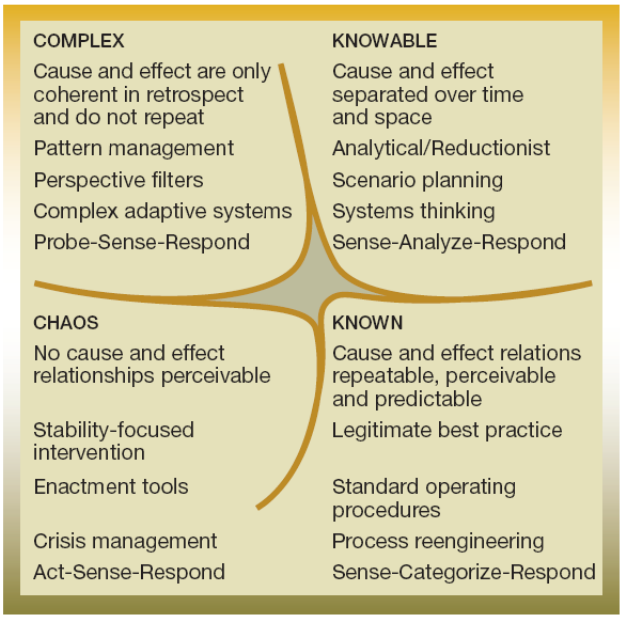
Videre nevnes det at det kan være vanskelig å snakke om parameterusikkerhet, da parametre ikke er observerbare størrelser og ikke eksisterer i verden. De benyttes for å si noe om de observerbare størrelsene (for eksempel nevnes feilrater).

A.2.2 Notater fra dikusjon i workshop 3

- Hvordan oppfatter øknomer risiko? Og videre risikoanalytikere, samfunnsvitere ...?
- Hva har det å si for risiko at det er slike "surprises" som D nevner ang. IO?
  - Det har ikke kommet frem at det er andre tilnærminger til .... risiko som er bedre egnet enn RA tilnærminger.
- (PKF oppfatning:) Ingen andre måter å tenke på utover risikoanalyse perspektivet ....
- I risk appraisal er det mange aspekter utover risikoanalysen
- Er det andre måter som er hensiktsmessige for å strukturere og måle risiko?
- Risikoanalyse: samspill mellom folk med ulike fagdisipliner (domenekunnskaper) og risikoanalytikere
- Innen vannkvalitet har de annen måte å definere risiko på.
- Er det grunn til å ha ulik definisjon av risiko i de ulike kvadrantene i Figur A.1 (kaos -knowable) Er det behov for ulik definisjon av risiko på venstresiden?
- F: Enig i at det finnes ikke sann sansynelighet ...
- For noen fenomener som er repeterbare kan en si at det finnes sanne sannsyneligheter
  - Eks. kaster tegnestift tusen ganger, kan finne tilnærmet sann sannsynelighet
- Prøver å fastsette sanns for ulike observerbare hendelser
- Gjør vurderinger av (eks innkjøringsproblemer) for nydrift tilsier erfaring at de blir mye problemer... F: da er det erfaring som gjorde at risiko var høy, ikke usikkerheten
- Observerbare størrelser: brann, dødsfall, person trykker på feil knapp, ...
- Er det andre aspekter en kan bruke begrepet usikkerhet på?
- ATHENA prosjekt,
- Vanskelig å bruke usikkerhet ift ting som ikke er i denne verden
- Er det noen fenomener som ikke er i denne verdene som vi også kan bruke usikkerhet på ...?
- Sannsynelighet for å beskrive usikkerhet
- Det er ikke gitt at ordet usikkerhet skal brukes om unexampled events ...
- Min tolkning (PKF): Velger metoder ifht de egenskapene i Firgur A.1, som D presenterte. Vil det passe med feiltre, hendelsestre ifht knowable, complex, osv (hvor en er i Figur A.1 til D)
- Vi trenger ikke nye nåter å forstå risiko på ...
- RA tar utgangspkt i domenekunnskap, trenger annen domenekunnskap ifht IO. (Min tolkning (PKF):) Det er nytt og en har ikke erfaringer å basere seg på ...
- Eks. sprinkelanlegg, der for eksempel brannen starter på taket, noe en gjerne ikke hadde tenkt på.
- Hva er statistikken en benytter for å si at sprinkler anlegget skulle fungere basert på? (PKF oppfatning): Eks. er det feil i tilfeller som er lagt inn ift hvor brann startet og hvor effektivt sprinkelanlegget var?
- A: nye fenomer som en erfaringsmessig ikke klarer å fange. Teknikker for å fange disse (brainstorming – fanger det viktigste av risikoen)

  - E: det er ikke sikkert at det en studerer gir en den kunnskapen en trenger for å avsløre ...

- A: de unexampled som en ikke kunne forestille seg ....
  - Er det gitt at vi skal bruke ordet usikkerhet om nye ukjente hendelser
- A ifht IO og nye hendelser: Oppsøker domenekunnskap omkring eks. THERP-database (PKF kommentar: Technique for Human Error Rate Prediction)
- Introduksjon og presentasjon:
  - IO hvem er aktørene?
  - Hvem tar beslutningene, risk governance IO
  - Forskjell på hvordan en forholder seg til risiko som belsutningstaker eller ... den som handler
  - Hva er karakteristisk ved IO?
  - PKF oppfatning: IO i endring, kommer noe nytt hele tidene etter hvert som en utforsker nye teknologier ... Kan ikke forholde seg til ett eksempel på IO, siden dette vil være endret om kort tid.
  - IO ting gjentar seg, og det er hendelser som ingen har sett før "black swans" (unexampled events, utenkelige hendelser)
  - IO: Det skjer mye som ikke er ment
  - Menneske handler ikke bare ut fra .... det som er rundt en .. det kan ha større sammeheng .. (jf. innspill av Grøtan WS2 delkap. A.1.1)
  - Egenskap i systemet (IO), "ukjente" overraskelser
  - IO utvikler seg hurtig
  - Verden er ikke bare logisk, men ikke ulogisk heller



Figur A.1: D presenterte følgende figur (Cynefin-figur), hvor høyre side representerer «Ekstremistan» og venstre side «Dagestan»

- En kan styre systemer bort fra "ekstremistan" til dagestan. Og gjøre risikoanalysen mer relevant (PKF: ekstremistan – ukjente hendelser får stor betydning, dagestan – ukjente hendelser har mindre betyning)
- "Wildness" – hvor har de ulike metodene sin styrke?
- Finanskrisen – kunne ikke se det for seg ...
- Alternative perspektiver som NAT, RE og HRO sår tvil om gyldigheten til risikoanalyser.
- Resilience handler om å klare (takle) å oppholde seg på ventre side (ekstremistan) (i Figur A.1)
- Hva er grunnlaget, premissene for å ta i bruk de metodene en bruker i RA og bygger modellene sine med? (passer de for alle delene av Figur A.1)
- Når IO er nytt må en ta forbehold om at det er mye en ikke har erfart og ikke kan forestille seg.
- Dess mer en får kontroll over "knowable events" (høyre side i Figur A.1) dess mer vil det en opplever bli preget av komplekse hendelser (unexampled) (ventre side i Figur A.1)
- En kan si noe om risiko når en er på høyre side av Figur A.1, dersom en er på venstre side må en være obs... (PKF: må en forsøke å bevege seg tilbake til høyre siden hvor en har ... kontroll ...)
- Risikoanalyse èn måte å nærme seg det D nevner av systemegenskapene ("surprises") i IO.
- Mange andre aspekter en belsutningstaker må ta stilling til, som ikke fanges ved RA tilnærming. (Et bredere scope av risk appraisal)
- Ulike måter å gjøre risikovurdering på ifht RA tilnærming, eks. på andre måter: medisin med epidemiologiske studier, placeboeffekt, ... – èn alternativ måte å tilnærme seg på
- Ikke bare risikoanalyse som ligger i riskappraisal
- Fungerer risikoanalysen i "ekstremistan"? (jf. Figur A.1 chaos og knowable)
- Kan feiltreanalyse brukes på et kaos-fenomen? (jf. Figur A.1)
- Systemisk risiko, det en ikke klarer å se for seg ...
- Usikkerhet: Utgangspunkt for diskusjon - Det eneste sikre, er at ingenting er sikkert
- Sannsynelighet er størrelser en ikke vet hva er
- Usikkerhet i beregninger, kunnskap om verden ....
- Usikkerhet i parametre... A: hva er en parameter, definisjon ...?
- A: annen definisjon av risiko ...
- A: ikke ute etter å finne sanne størrelser
- F: I IO introduseres det nye ukjente årsakskjeder
- Hva er det som ligger til grunn for den risiko som vi skal analysere?
- Hva er grunnlaget for domenekunnskapen i risikoanalyse?
- Analysen er tuftet på en modell
- Er det snakk om observerbare størrelser som akkumuleres over tid, eller er det ...
- Usikkerhet er like relevant i medisin, placeboeffekt o.l.
- Er dagens risikoanalyse metoder o.l. brukendes i de ulike kvadrantene? (jf. Figur A.1)
- Medfører IO at tradisjonelle barrierer brytes ned?
- Er det usikkerhet på andre størrelser enn observerbare størrelser?
- Kan ulik oppfatning av en situasjon resultere i kritiske hendelser? Hvordan skal slik usikkerhet beskrives?

A.3 Workshop 4 «Systemic risk»

Temaet for Workshop 4 var altså «systemic risk». Siden workshop 4 ble holdt såpass sent på året ble det ikke mulighet til å ta notater fra møtet, men det er tatt med oppsummring av innspill til diskusjon.

A.3.1 Input til diskusjon

Som input til Workshop 4 ble det presentert et utkast til ESREL artikkel «Scientific foundations of risk in complex and dynamic environments» [60] av Grøtan, Størseth og Albrechtsen. Denne er blant annet basert på input fra Grøtan [58] i forbindelse med Workshop 2.

I forhold til kompleksitet nevnes det at det er en «wildness» i verden som ikke kan fanges opp i lover for sannsynlighet (jf. «logicians trap» i Workshop 2, se delkap. A.1.1). Det er et spørsmål om slik «widness in wait» fanges opp av risikoanalytikere. Det refereres til Perrow sin NAT hvor det advares mot utilsiktede menneskeskapte systemer som kan ses å inneholde «wildness», og hvor det er vanskelig å se farepotensialet før det er for sent. Finanskrisen på slutten av 2008 nevnes som et eksempel på en plutselig hendelse som hadde dramatiske globale følger. Videre er det et spørsmål om en kan forvente det samme i forhold til leverandører av «safety instrumented systems» (SIS) til olje/gass installasjoner hvor de mister kontroll over sine produkter og tjenester på en stor skala, og hvilke følger det kan få for operatører. Videre kommenteres det også at enkelte ulykker bare vil være forståelige i etterkant og kan ikke forutses (såkalte «Black Swans»). Det påpekes også at handlingene til mennesker ikke vil være etter forhåndsbestemte regler eller begrenset til å følge ett sett med mønstre. Dermed vil en gruppe mennesker bringe inn en tilstand med tilfeldigheter og endringer i et system, men ikke av «probabilistic kind» [60, s.5]. Det hevdes at «wildness» vil være en karakteristikk ved IO.

I forhold til systemisk risiko er de inne på hvordan «Black Swans» vil være vanskelig å avsløre dersom en går ut fra vanlige antagelse om «orden» (høyre side i Figur A.1 på side 110). Noe som kan tolkes i retning av at en ikke tar høyde for kompleksitet og hvordan enkelte hendelser kan oppstå uten at de kan beregnes med sannsynligheter. Slike «Black Swans» må oppfattes på andre måter. HRO og Resilience Engineering nevnes som tilnærminger som går utover antagelser om «orden» og rasjonelle valg.

Et systemisk perspektiv må fokusere på de tilfellene hvor et system er tøyd til grensen, og en enkelt aktør ikke vil ha mulighet til å se faresignalene. Resiliente egenskaper ved systemet kan benyttes til å forhindre store systemulykker.

Basert på ESREL-artikkelen kom Vatn med innspill til diskusjon i e-mail, hvor han stiller spørsmål ved hva det er ved nåværende perspektiver som gjør at de legger antagelse om «orden» til grunn, og ikke inkluderer «contextual complexity» og «Black Swans».

Tillegg B

Informasjon knyttet til risikoanalyse

B.1 Stikkord til gjennomgang av risikoanalyse

De følgende stikkordene, for hvert av de alternative perspektivene, ble benyttet i sekundæranalyse av risikoanalysen.

B.1.1 NAT

Analyserer i forhold til:

Interaksjoner: komplekse – lineære

- Reduseres eller økes graden av kompleksitet?

Koblinger: tette – løse

- Blir det tettere eller løsere koblinger i systemet?

Organisering: sentralisering – desentralisering

- Hvordan påvirkes sentralisering og desentralisering?

B.1.2 Resilience Engineering

Oppmerksomhet i forhold til overraskelser og forstyrrelser i systemet og omgivelsene.

Analyserer i forhold til hvordan det følgende påvirkes:

Evne til å forutse hendelser:

- Gå utover forventninger og «forvente det uventede»
- Proaktive tiltak
- Læring og oppdatering av hva en står ovenfor

Evne til å oppfatte (signaler) hendelser (vite hva en skal se etter):

- Kontinuerlig oppmerksomhet
  - Tidlig deteksjon

Evne til å håndtere hendelser:

- Håndtere variabilitet (tilpasse seg og gjenvinne kontroll / motstå påkjenninger)
- Mulighet for (menneske i systemet til) å takle kompleksitet. ETTO (Efficiency Thoroughness Trade-Off)
- Evne til å gjøre endringer («Demping») for å takle dynamisk ustabilitet (avvik)
- FRAM
  - Barrierer (eks immaterielle)

Til de foregående kommer også:

- **Tid**
  - Har en sett fremover? Eller vil en blir begrenset til reaktiv handling?
- **Kunnskap**
  - Tenke utover erfaring «Forvente det uventede»
  - Vite hva en skal fokusere på
- **Kompetanse** og **ressurser**
  - Vite hva en skal gjøre og ha ressurser til å gjøre det

B.1.3 HRO

«Det uventede»

Analyserer spesielt i forhold til:

HRO prinsipp 1-3:

1. Preoccupation with failure
   (a) Fokuseres det på feil?
      i. Rapportering, læring
   (b) Opptatt av små signaler
   (c) Oppmerksomhet omkring svakheter («vulnerability»)
   (d) Kultur for læring av feil
   (e) Unngår selvtilfredshet
   (f) Forutse, spesifisere, kommunisere de feil de vil unngå
2. Reluctance to simplify

   (a) Fokus på å få frem detaljer
   (b) Unngår forenklinger
   (c) Inviterer til skepsis
   (d) Drøfting av feil som har oppstått

3. Sensitivity to Operations

   (a) Oppmerksomhet overfor arbeidet ved frontlinjen
   (b) Personell med god oversikt over situasjonen «Situational Awareness»
   (c) Personell villige til og tør å kommunisere om forholdene i operasjonen
   (d) Rike kommunikasjonskanaler for håndtering av uventede hendelser

HRO prinsipp 4 og 5:

1. Commitment to Resilience

   (a) Resiliente egenskaper (tilpasse seg og håndtere endring, tilgjengelig ressurser)
   (b) Personell med ulik erfaring og trening
   (c) Evne til improvisering
   (d) Læring av feil

2. Deference to Expertise

   (a) Avgjørelser basert på ekspertise ikke etter rang.
   (b) Har eksperter realistiske syn på sine kunnskaper?

Kultur:

- «Mindful» kultur
  - Underkulturer for rapportering, rettferdighet, fleksibilitet og læring.
  - Sentralisering rund en håndfull kjerneverdier

Organisatorisk redundans:

- Strukturell dimensjon: Tilrettelegging for observasjon, overlapp i kompetanse, oppgaver eller ansvar
- Kulturell dimensjon: Mulighet og villighet til å dele informasjon, gi tilbakemeldinger og vurdere sine egne og andres avgjørelser.

Spontaneous reconfiguration:

- Mulighet for å endre handlingsmønster
- Fleksibelt handlingsmønster

B.2 Resultater fra analyse av positive kommentarer

Det ble gjennomført en grovere gjennomgang av de positive kommentarene som var samlet inn av SINTEF i forbindelse med risikoanalysen (appendiks 4 i [31]). De ble vurdert opp mot de samme stikkordene som ble benyttet for vurdering av de negative kommentarene. I det følgende er det lagt ved kommentarer som kan tenkes å virke positivt på egenskaper stikkordene beskriver, sammen med en oppsummering for hvert av stikkordene.

B.2.1 HRO

Oppsummering Prinsipp 1-3

Resultatene viser at det er flere positive fordeler med IO som også vil øke land sin sensitivitet til operasjon og føre til at en ser flere detaljer. Det legges merke til at flere av tiltakene får konsekvenser som fører til at land involverer seg i drift offshore og kan sies å føre til økt sensitivitet til operasjoner og at de ser flere detaljer. Nærmere kjennskap til hverandre i gruppene kan føre til at det er lettere å vise skepsis, bedre planlegging kan føre til at en ser flere detaljer og kunnskapsdeling kan føre til at en generelt ser flere detaljer.

Oppsummering Prinsipp 4 og 5

I forhold til resiliens (prinsipp 4) kan det trekkes frem at tilgjengelig kompetanse, muligheter for å overføre problemer til land, og overføring av kompetanse mellom ledere kan sies å gjøre bedre forberedt på å håndtere hendelser.

Når en har kompetanse tilgjengelig og lett for å overføre problemer til land er det også rimelig å anta at problemer går til den med mest ekspertise.

Oppsummering organisatorisk redundans

Større gruppe kan føre til at feil drøftes og legge til rette for redundans. Muligheten for å ha tilgjengelig kompetanse til en hver tid og benytte land ved problemløsning legger til rette for redundans.

Kommentarer HRO prinsipp 1-5

For prinsipp 2 er det lagt til hva kommentarene kan tenkes å påvirke i parenteser etter kommentarene.

1. Prinsipp 1 «Preoccupation with failure»
    (a) Plattformsjef lands eierskap til plattformen vil kunne øke engasjementet fra OPS-landlags oppfølging av plattformen
2. Prinsipp 2 «Reluctance to simplify»
    (a) Større gruppe, kunnskapsdeling fører til bedre beslutninger (drøfting av feil)
    (b) Samlokalisering bidrar til teamfølelse og kjennskap til hverandre (drøfting av feil)
    (c) Kortere kommunikasjonslinjer innad i gruppen (adm.landlag) (drøfting av feil)
    (d) Plattformsjef land vil ha den beste operative oversikten (ser flere detaljer)

(e) Overfører problemer til land, lettere å få hjelp fra ingeniører fra land. (drøfting av feil)

(f) Økt tverrfaglighet og støtte, fører til bedre helhetsforståelse (ser flere detaljer)

(g) Samhandlingsmøter gjør en kjent med folkene, dette gjør at holdningen til hverandre forandres. Felles forståelse for utfordringer (lettere å vise skepsis, diskutere feil)

(h) Overføring av kompetanse mellom ledere (ser flere detaljer)

(i) Økt kvalitet på planer pga. tverrfaglighet (ser flere detaljer)

(j) (teknisk saksbehandling håndteres fra land ...) Utvikler spisskompetanse og operativ kompetanse i landlaget, økt helhetsforståelse (ser flere detaljer)

(k) Forbedrer oppdatering av dokumentasjon (ser flere detaljer)

(l) Operativ kompetanse og lokal kunnskap inn i landorg. (ser flere detaljer)

3. Prinsipp 3 «Sensitivity to Operations»

(a) Offshoreledere vil kunne følge opp folkene i større grad - påse at jobben går riktig for seg - ...

(b) Plattformsjef land vil ha den beste operative oversikten

(c) Plattformsjef lands eierskap til plattformen vil kunne øke engasjementet fra OPS-landlags oppfølging av plattformen

(d) Land blir mer operativt

(e) Operasjonaliserer landorg. i større grad – mer eierskap til oppgavene som skal gjøres offshore

(f) Gjør land mer involvert i godkjenningen av samtidige aktiviteter for kommende døgn

(g) Mer lederoppmerksomhet både på dag- og kveldsskift

4. Prinsipp 4 «Commitment to Resilience»

(a) Kompetanse tilgjengelig til enhver tid

(b) Bedre bemanningsplanlegging – bedre oversikt lengre frem i tid

(c) Økt kapasitet på land – ferieavvikling og sykdomsoppdekking blir enklere onshore og offshore

(d) Innlån kan bedre erfaringsoverføring på tvers av installasjoner i Statoil

(e) Bedre kontinuitet i jobbforberedelsene – bedre planlegging

(f) Overfører problemer til land, lettere å få hjelp fra ingeniører fra land.

(g) Bedre kontroll og vedlikehold på sikkerhetskritisk utstyr

(h) Overføring av kompetanse mellom ledere

(i) Eierskap og kontinuitet i planleggingen blir bedre

(j) Økt kvalitet på planer pga. tverrfaglighet

5. Prinsipp 5 «Deference to Expertise»

(a) Kompetanse tilgjengelig til enhver tid

(b) Lettere å ta beslutninger – kortere vei til plattformsjef, ingeniører, fagsamordnere/teknikere

(c) Overfører problemer til land, lettere å få hjelp fra ingeniører fra land.

Kommentarer organisatorisk redundans

1. Strukturell dimensjon:
   (a) Større gruppe, kunnskapsdeling fører til bedre beslutninger
   (b) Offshoreledere vil kunne følge opp folkene i større grad - påse at jobben går riktig for seg – ...
   (c) Kompetanse tilgjengelig til enhver tid
   (d) Overfører problemer til land, lettere å få hjelp fra ingeniører fra land.
   (e) Utnytter driftsenhetens ressurser bedre, kan bruke ekspertise på land
   (f) Plattformen får avlastning gjennom bruk av landstøtte
   (g) Kvalitetssikring, kvalitet i problemløsning
   (h) Bedre kvalitet i planlegging pga. tettere samarbeid mellom fag
   (i) Øke tilgjengeligheten på fagsamordnere fra offshore
2. Kulturell dimensjon:
   (a) Samhandlingsmøter gjør en kjent med folkene, dette gjør at holdningen til hverandre forandres. Felles forståelse for utfordringer

Kommentarer spontan rekonfigurasjon

Generelt vanskelig å benytte kommentarene til å vurdere dette.

Kommentarer kultur

Samhandlingsmøter gjør en kjent med folkene, dette gjør at holdningen til hverandre forandres. Felles forståelse for utfordringer.

B.2.2 NAT

Oppsummering interksjoner

Det er ingen kommentarer som kan knyttes direkte til Perrow [23] sine kriterier for interaksjoner. Men det kan tenkes at bedre planlegging, mer strukturert hverdag, tydelige rollebeskrivelser, klare kommunikasjonslinjer og lignende, kan være konsekvenser som gir en mer lineær prosess.

Oppsummering koblinger

Samhandling med land gir flere måter å utføre oppgaver på, og kan i tillegg ses å gi redundans. Det reduserer administrativt arbeid for personell offshore og kan dermed også ses å gi mer slakk i prosess offshore.

Oppsummering organisering

For organisering tyder det på at mulighetene for sentralisert styring er der, og generelt vil det bli en mer involvert landorganisasjon, land blir mer operativt.

Kommentarer

For koblinger vil parenteser med tall i referere til spesifikke kriterier i Tabell 5.2 på side 43.

1. Interaksjoner
   (a) Ensartet saksbehandling/ prioritering
   (b) For dem ute blir hverdagen mer oversiktlig, mer strukturert og planlag
   (c) Tydeligere roller og ansvar/krav og forventninger til hverandre
   (d) Bedre bemanningsplanlegging – bedre oversikt lengre frem i tid
   (e) Bedre kontinuitet i planlegging
   (f) Gjør land mer involvert i godkjenningen av samtidige aktiviteter for kommende døgn
   (g) Bedre samordning og prioritering av aktiviteter
   (h) Økt kvalitet på planer pga. tverrfaglighet
   (i) Økt kvalitet på planer kan medføre bedre styring av driften
   (j) Bedre kvalitet i planlegging pga. tettere samarbeid mellom fag
2. Koblinger
   (a) Avlaster plattform med adm. (4.4)
   (b) Frigjør operativ tid offshore (4.4)
   (c) Økt kapasitet på land – ferieavvikling og sykdomsoppdekking blir enklere onshore og offshore (4.5)
   (d) Avlaster lederstillinger i havet på adm.arbeid (4.5)
   (e) Overfører problemer til land, lettere å få hjelp fra ingeniører fra land. (4.3, 4.5)
   (f) Utnytter driftsenhetens ressurser bedre, kan bruke ekspertise på land (4.3?)
   (g) Plattformen får avlastning gjennom bruk av landstøtte (4.3)
   (h) Avlastning av offshoreorg. (4.4)
3. Organisering
   (a) Offshore følger med ,
   (b) tilgjengelig kompetanse,
   (c) plattformsjef med god operativ oversikt,
   (d) offshore med tillit til OPS-landlagsoppfølging av plattform,
   (e) land blir mer operativt
   (f) lettere å få hjelp fra land
   (g) større nærhet til landorg.
   (h) Operasjoneliserer landorg i større grad
   (i) Operative vaktordninger
   (j) Operativ kompetanse inn i landorg
   (k) Samhandlingsfasiliteter i SKR

B.2.3 Resilience Engineering

Oppsummering forutse

Bedre planlegging og oversiktlig hverdag for de offshore kan gjøre en bedre i stand til å forutse hendelser. Økt kompetanse i landorganisasjon kan også ha positiv effekt ved at det onshore følger med og kan forutse hendelser.

Oppsummering oppfatte

Onshore som følger med på drift og har god oversikt kan nok styrke evne til å oppfatte hendelser. Operativ kompetanse i landorganisasjon kan være viktig for at de skal kunne oppfatte uventede hendelser. Bedre kontroll på vedlikehold kan gjøre en i stand til å oppfatte hendelser, ved at en har oversikt over tilstand til deler.

Oppsummering håndtere

Tilgjengelig kompetanse fra land kan gjøre det lettere å håndtere hendelser. Tilsvarende kan økt kompetanse i landlag kan virke positivt på deres evne til å håndtere hendelser.

Kommentarer

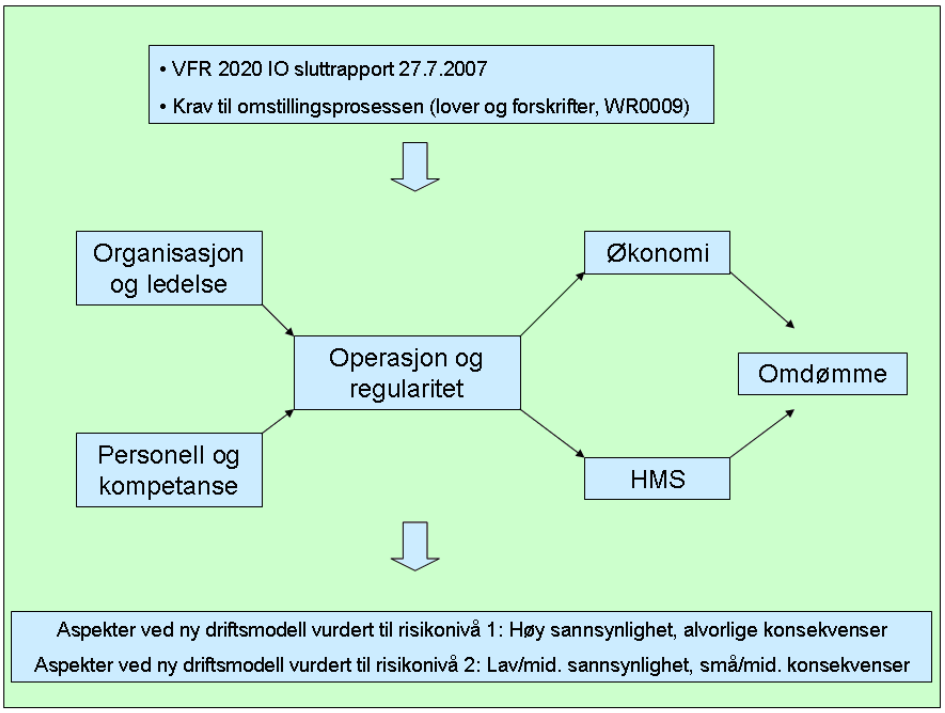
1. Forutse
   (a) Større gruppe, kunnskapsdeling fører til bedre beslutninger (adm. landlag)
   (b) For dem ute blir hverdagen mer oversiktlig, mer strukturert og planlag
   (c) Offshoreledere vil kunne følge opp folkene i større grad - påse at jobben går riktig for seg – ...
   (d) Bedre bemanningsplanlegging – bedre oversikt lengre frem i tid
   (e) Bedre kontinuitet i jobbforberedelsene - bedre planlegging
   (f) Bedre kontroll og vedlikehold på sikkerhetskritisk utstyr
   (g) Eierskap og kontinuitet i planleggingen blir bedre (planlegging fra land)
   (h) Bedre kvalitet i planlegging pga. tettere samarbeid mellom fag
   (i) Operativ kompetanse og lokal kunnskap inn i landorg.
2. Oppfatte
   (a) Større gruppe, kunnskapsdeling fører til bedre beslutninger (adm. landlag)
   (b) Offshoreledere vil kunne følge opp folkene i større grad - påse at jobben går riktig for seg ...
   (c) Plattformsjef land vil ha den beste operative oversikten
   (d) Land blir mer operativt
   (e) Operativ kompetanse og lokal kunnskap inn i landorg.
   (f) Bedre kontroll på vedlikehold
3. Håndtere
   (a) Større gruppe, kunnskapsdeling fører til bedre beslutninger (adm. landlag)
   (b) Kompetanse tilgjengelig til enhver tid
   (c) Bedre bemanningsplanlegging – bedre oversikt lengre frem i tid
   (d) Kortere kommunikasjonslinjer innad i gruppen (adm. landlag)
   (e) Innlån kan bedre erfaringsoverføring på tvers av installasjoner i Statoil
   (f) Overførerer problemer til land, lettere å få hjelp fra ingeniører fra land.
   (g) Tiltak # 2d: Etablere raskere avvikshåndtering (30 min tidsramme for å kontakte OPS landlag)
   (h) Tiltak # 2e: Etablere operative vaktordninger i HVF (plattformsjef, D&V ledere, produksjonsingeniør, driftsteknisk personell)
   (i) Tiltak # 4j: Teknisk saksbehandling håndteres fra land. Problemløsning forutsettes utført i samhandling med hav

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
4			*Kategori Orgfeldelse*	*Fellestrekk ved negative utsagn*	*Ref.*	HRO					NAT			Resilience Engineering			*Sannsynlighet*	*Konsekvens*	*Risiko*	*Kompenserende tiltak*
5	Ref. nr.	Kategori:				Prinsipp 1-3	Prinsipp 4 og 5	Org.redundans	Sposat. Rekonfig.	Kultur	Interaksjoner	Kobling	Organisering	Forutse	Oppfatte	Håndtere			(S*K)	
6	1			**Manglende tillit til plattformsjef land**	1b												+	+++	+++	**Utbredt samhandling**
7	2			Manglende plattformkompetanse	2a.i															Bruk av IO-rom
8	3			Manglende erfaring som OPS-sjef (VF historikk), må kunne ta signaler (prat fra offshore)	2aiii															Rapportere til direktør
9	4			Manglende motivasjon for å ta landjobb																Direktør involveres i beslutninger
10	5			PLS stilling land blir mindre attraktiv																Land må være lommekjent på plattform
11	6																			Offshore må presentere sanntidsdata
12	7			**Plattformsjef land får for stor arbeidsbelastning**	2a.i												++	+	++	**Skjermes for andre oppgaver**
13	8			To roller, for lite tid til oppfølging av personell og operasjonskomité	2b															Tydelig rollebeskrivelse
14	9			Blir oppslukt av andre oppgaver på land	4h															Støtte fra adm. lag
15	10			Ikke alle får den info de bør ha																Lokaliseres i umiddelbar nærhet
16	11																			OPS oppgaver ang. partnere, relasjoner og nettverk legges til annen
17	12																			Beholde PLS og ny OPS
18	13																			Bør ha regler for hva som slipper igjennom til saksbehandling
19	14			**Svekket lederkompetanse – D&V-ledere**	2aii												++	+++	++++++	**Opplæringsprogram for nye ledere**
20	15			Manglende forutsigbarhet for personell	3a															Støtte fra landorg.
21	16			Pga sammenslåing av VDL og Prod. leder som ikke har kompetanse på hverandres fagområde, spesielt nattskift																Korte perioder med innlån
22	17			Problemer med rekruttering til D&V-lederstillinger i hav																VDL må kurses i produksjon
23	18																			Prod.leder må kurses i
24	19																			Kompetansehevning
25	20																			
26	21																			
27	22																			
28	23			**Svekket motivasjon blant ledere på land – manglende tillit til land**	2aiii												+	++	++	**Gode kompensasjonsordninger**
29	24			De rette folkene mangler motivasjon for å ta landjobb																Interessante arbeidsoppg.
30	25			Manglende kompensasjonsordninger																*Bruk av styringsrett*
31	26			For kort tid på land i rotasjon,																Vaktordninger som kompenserer for lønnsforskjeller
32	27																			Spesielt første året på land
				Svekkede resepsjonisttjenester	1b												+	+++	+++	Klargjøre oppgavefordeling

Figur B.1: Mal for sekundæranalyse

B.3 Dokumenter fra risikoanalysen

Figur B.2 viser teoretisk årsaks-/virkningkjde som ble benyttet som utgangspunkt i risikoanalysen [31] av SINTEF. Tidsforløpet går fra venstre til høyre og kjeden er delt inn i 6 ulike konsekvenskategorier som kan tenkes å påvirke hverandre.



Figur B.2: Teoretisk årsaks-/virkningkjede benyttet som utgangspunkt i risikoanalyse av SINTEF [31, s.6].

Tillegg C

Generell informasjon

C.1 IO oppsummert punktvis

Punktvis oppsummering av IO, basert på delkap. 2.1

- Flytting av funksjoner fra off- til onshore
- Samarbeid mellom land og hav (overføring av lyd og bilde)
  - Avhengighet til IKT infrastruktur
- Samarbeid mellom operatør og leverandør (tettere integrert)
- Ekspertise innen ulike fagområder onshore (felles problemløsning land-hav)
  - Overføring av data fra målere og instrumenter til personell onshore
- Data fra målere tilgjengelig for flere
  - Mer informasjon tilgjengelig
- Deler av ledelse onshore
  - Onshore holder oversikt på tvers av skift, prioriterer arbeideoppgaver og bidrar til problemløsing.
- Lavere bemanning offshore
  - Mer operativ tid på offshorepersonell
- Rotasjon av personell mellom on- og offshorestillinger
- HMS-forbedringer
  - Tidlig feildeteksjon
  - Økt oppfølging av innleid personell
  - Bedre tillitsforhold mellom operatør og leverandør
  - Redusert helikoptertransport
  - Bedre visualisering av arbeidstillatelser
- HMS-utfordringer (se pkt i delkap. 2.1 om IO)

  - Uklarheter i grensesetting, relasjoner og ansvarsdeling mellom operatører, leverandører og underleverandører som kommer for dagen i avvikssituasjoner
  - Beslutninger tatt på avstand er farefulle fordi sublim (underliggende) informasjon undertrykkes i elektronisk samhandling
  - Integrerte leverandører/kontrakter introduserer ny sårbarhet ift markedsendringer, konjunktursvingninger og gjennomtrekk av personell.
  - Med integrerte leverandører/kontrakter oppstår det usikkerhet om hvorvidt det finnes tilstrekkelig ressurser i driftsorganisasjonen til å delta i planlegging og gjennomføring av endringsprosesser, samtidig som en opprettholder forsvarlig drift.
  - Avhengigheten av velfungerende IKT infrastruktur øker dramatisk. Bare muligheten for hacking og angrep av virus og lignende kan i kritiske situasjoner introdusere usikkerhet om avvik kan tilskrives dette eller skyldes virkelige feil på utstyr og/eller operatørfeil.
  - Økt automatisering fører til nye og større utfordringer ift situasjonsforståelse og mulighet for å handle korrekt i avvikssituasjoner
  - Kan man være sikker på at det blir mulig å mobilisere tilstrekklig bemanning til å håndtere en krisesituasjon, når bemanningen på installasjonen i utgangspunktet er minimal?

- Større grad av koordinering og samarbeid mellom personell offshore (Åpent kontorlandskap)
- Større ansvar for egne arbeidsoppgaver for personell offshore (planlegger, utfører og rapporterer)
- Større grad av selvstyring for personell offshore og samtidig mer samarbeid.
  - Avgjørelser på så lavt nivå som mulig.
  - De strategiske avgjørelsene skal tas av ledelse eller fagansvarlig.
- Figur 2.3:
  - Oppgaver i parallell
  - Multidisplin, flerfaglig
  - Uavhengig av geografisk lokasjon
  - Avgjørelser ut fra sanntidsdata
- Generelt:
  - IO i hurtig utvikling og utforsking av nye teknologier

C.2 Notater fra besøk hos oljeselskap

Det ble mulighet til å besøke en norsk operatør i pertroleumsindustrien, og få omvisning i deres lokaler for IO på land. I forbindelse med dette beøket ble det tatt notater fra deres presentasjoner, og disse er lagt ved i det følgende. Av hensyn til operatør er notatene anonymisert.

C.2.1 Notater fra presentasjon for innretning A

- Personell i rotasjon, 3 år offshore 1 år på land
- Ikke IO i kontrollrom offshore, de (offshore) ser ikke nytten med dette enda
- Kontinuerlig videokonferanse mellom land/hav

- Visiwear (kamera for å vise feil) ikke mye brukt, siden det er dårlig dekning for dette ute på plattform (trådløs overføring).
- Online tilstandsovervåkning (Ekstern leverandør, kontor i Bergen)
- Fare for å miste kompetanse offshore dersom alt flyttes til land
- Mulig securityproblem – tilgang til operatørstasjon
- Gode HMS resultater pga IO? – uvisst
- Ledere offshore har mye møtevirksomhet med land
- IO – kommunikasjon ansikt til ansikt – lett å dele informasjon
- Mobiltelefon eneste backup dersom kommunikasjon er nede
- I beredskapssituasjoner opererer offshore på egenhånd, land involveres ikke
  - Kan involvere land dersom situasjonene varer over lengre tid
  - Land involveres i generell problemløsning i andre situasjoner (produksjon)
- Mulighet for informasjonstyveri dersom kommunikasjonskanaler ikke er sikret.

C.2.2 Notater fra presentasjon for innretning B

- IO stort sett for optimalisering av brønner
  - Kan miste leveranse dersom en brønn går ned
  - Sikre at de rette tingen blir gjort til rett tid
  - Løser problemer hurtigere gjennom samhandling
- Har klart hvilke jobber som kan gjøres dersom det oppstår problemer for eksempel ved mottak. En vet hvor lang tid det vil ta å fikse de ulike problemene og en kan beregne hva en bør sette i gang med i mellomtiden.
- Daglige 24t møter hvor en går gjennom hendelser.
- Daglig produksjonsoptimalisering
- Ukentlige planleggingsmøter
- Motstand fra offshore i begynnelse, de ser nå nytten med IO. De jobber mer optimalt.
- Langsiktig planlegging (3mnd og mer)
- Nok kompetanse offshore til beredskapssituasjoner.
- Tryggere drift – flere som diskuterer
- Det kan være farer knyttet til dagsbesøk offshore, siden besøkende gjerne ikke kjenner anlegget, nødutganger osv. Går over til å benytte Visiwear for å vise land problemer, slik at en slipper å reise ut.
- Utfordringer ved datasikkerhet
- Det skjer en del (PKF: uventede ...) tekniske feil i operasjon, eks feil på kran, strøm ...
- Kan være fristende å presse inn mye arbeid
- En planlegger noe et skift, men det er ikke sikkert at neste skift er enig i dette.