

UNIVERSITETET I STAVANGER



Det svakeste leddet

Hvordan menneskelige og organisatoriske
forhold fører til storulykker

Kjartan Lofthus

30/08/2013



Universitetet
i Stavanger

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

STUDIEPROGRAM:

MASTER I ØKONOMI OG ADM.

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE
SPESIALISERINGSRETNING:

RISIKOSTYRING

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? **NEI**

(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL:

Det svakeste leddet – Hvordan menneskelige og organisatoriske forhold fører til ulykker

ENGELSK TITTEL:

The weakest link – How human and organizational factors leads to accidents

FORFATTER(E)

Studentnummer:

204016

Navn:

Kjartan Lofthus

VEILEDER:

Jan Erik Vinnem

OPPGAVEN ER MOTTATT I TO – 2 – INNBUNDNE EKSEMPLARER

Stavanger,/..... 2012

Underskrift administrasjon:.....

“(…)Men problemet når du spør hvorfor noe skjer er: Hvordan svarer en person på hvorfor det skjer? For eksempel er tante Minnie på sykehuset. Hvorfor? “Fordi hun gikk ut, gled på isen og brakk hoften” er svaret som tilfredsstiller folk flest. Det tilfredsstiller, men det ville ikke tilfredsstilt noen som kom fra en annen planet, og som ikke visste noe om hvorfor du drar til sykehuset når du brekker hoften. Hvordan kom hun seg til sykehuset når hoften var brukket? Vel, fordi hennes mann så at hoften hennes var ødelagt, ringte sykehuset og fikk noen til å hente henne. Alt dette blir forstått av folk flest. Og når du forklarer hvorfor, må du være innenfor noen rammeverk som du tillater noe å være sant. Ellers, vil du stadig spørre hvorfor. Hvorfor ringte mannen til sykehuset? Fordi mannen er interessert i sin kones beste. Ikke alltid, noen ektemenn er ikke interessert i deres koners beste når de er fulle eller sinte.

Og du begynner å få en meget interessant forståelse av verden og alle dens komplikasjoner. Hvis du prøver å følge noe opp, går du dypere og dypere i ulike retninger. For eksempel, hvis du spør; “Hvorfor skled hun på isen?” Vel, isen er glatt. Alle vet det, det er ikke noe problem. Men så spør du; “Hvorfor er isen glatt?” Det er ganske interessant. Is er svært glatt. Det er veldig interessant. Du spør, ” hvordan virker det?” Du kan enten si, Jeg er fornøyd med at du har svart meg at is er glatt; det forklarer det. Eller du kan gå videre og si: “Hvorfor er isen glatt?”. Da er du involvert i noe, fordi det ikke er mange ting som glatt som is. Det er veldig vanskelig å få. Du har fettete ting, men det er liksom våt og slimete. Men et fast stoff som er så glatt? Fordi det som er tilfellet med is, er at når du står på det en kort stund fører trykket til at isen smelter litt slik at du får en slags umiddelbar vannoverflate som gjør at du sklir.

“Hvorfor på is og ikke på andre ting?” Fordi vann utvider seg når det fryser, så presset forsøker å omgjøre ekspansjon og så smelter den. Det er i stand til å smelte, mens andre stoffer sprekker når de er iskalde og du skyver dem, fordi de er tilfreds med å være solide.

“Hvorfor utvider vann når det fryser, mens andre stoffer ikke gjør det?” Jeg svarer ikke på spørsmålet ditt, men jeg forteller deg hvor vanskelig det “hvorfor” spørsmålet er. (...) Du vil legge merke til, i dette eksempelet, at jo mer jeg spør hvorfor, jo dypere en ting er, jo mer interessant blir det. Vi kan også gå videre og si: “Hvorfor faller hun ned når hun sklir?” Det har å gjøre med tyngdekraften, innebærer alle planetene og alt annet.” (Feynman, 1983)

Sammendrag

I den moderne tidsalder er mennesker i stor grad overlatt til teknologi på en rekke områder. Vi stoler på elektroniske apparater, og teknologiske fremskritt. Hverdagen blir mer og mer avhengige av disse store og små tekniske systemene. Den tekniske utviklingen har ikke bare fått innpass i hverdagen, men også i industrien. Offshoreindustrien, som de fleste industrier, er blitt mer og mer automatisert. Stadig mer avanserte systemer implementeres for å sikre produksjon og for å øke sikkerheten. Til tross for dette ser man at ulykker inntreffer. Tekniske barrierer svikter, og ulykker oppstår.

Tekniske barrierer er bare én del av et større samspill. Et samspill mellom mennesker, teknologi og organisasjonen de er en del av. De tekniske barrierene befinner seg i den spisse enden av en organisasjon. Den spisse enden er et produkt av en rekke bakenforliggende faktorer, både menneskelige og organisatoriske. Det viser seg at det ved storulykker er en rekke av de samme bakenforliggende årsakene som går igjen. De samme årsakene er tilstede i dag slik de også var for 25 år siden. Stikkord som prosedyrer, kommunikasjon og organisatorisk ryddighet går igjen i alle ulykkene analysert i denne oppgaven.

At man gjennom 25 år har de samme bakenforliggende årsakene tyder på en manglende læring i bransjen. Årsakene har vært kjent, men man har ikke klart å hindre dem i å forårsake nye storulykker. For at man skal kunne lære av gjenkjente årsaker etter en ulykke, må man ha identifisert riktige årsaker i utgangspunktet. Dersom man har funnet de faktiske bakenforliggende årsakene må man finne riktige og passende tiltak for å forhindre at årsakene gjentar seg. Gode tiltak i seg selv er imidlertid ikke nok. Tiltakene må følges opp og implementeres 100 % slik de er tiltenkt. Bare ved måloppnåelse på disse tre punktene kan man oppnå læring, og unngå at bakenforliggende årsaker fører til nye storulykker.

Innholdsfortegnelse

.....	1
Sammendrag.....	3
Figurliste.....	6
Tabelliste	7
Forord.....	8
1 Introduksjon.....	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Formål	9
1.3 Forkortelser	10
1.4 Definisjoner	11
2 Teoretisk Grunnlag.....	14
2.1 Risiko.....	14
2.2 Risikostyring	16
2.2.1 Risikostyringsprosessen	18
2.2.2 Barrierer.....	19
2.3 Forsvar i dybden.....	20
2.3.1 Sveitserost modellen.....	21
2.3.2 Ulykker – et nødvendig onde?.....	24
2.3.3 High Reliability Organizations (HRO).....	26
2.4 Risikopersepsjon	28
2.5 Menneskelige og Organisatoriske Faktorer (HOF)	28
2.5.1 Menneskelig feilbarlighet.....	29
2.5.2 Latente forhold	32
2.5.3 Læring	33
3 Presentasjon av ulykkene	34
3.1 Piper Alpha (1988)	34
3.1.1 Hendelsesforløp.....	35
3.1.2 Barrieresvikt på Piper Alpha	36
3.1.3 Sammendrag	38
3.2 Macondo (2010)	39
3.2.1 Hendelsesforløp.....	39
3.2.2 Synet på Risiko.....	45
3.2.3 Organisatorisk struktur	46
3.2.4 Fokus	47

3.2.5	Oppsummering	48
3.3	Gullfaks C (2010).....	49
3.3.1	Hendelsesforløp.....	49
3.3.2	Bakenforliggende årsaker	52
3.3.3	Problemer internt i Statoil	52
3.3.4	Oppsummering	54
3.4	Heimdal (2012).....	54
3.4.1	Hendelsesforløp.....	55
3.4.2	Årsaker og påvirkende faktorer	56
3.4.3	Sammendrag av hendelsen	60
4	Analyse.....	60
4.1	Felles bakenforliggende årsaker/GFT	63
4.1.1	Manglende kommunikasjon	65
4.1.2	Organisatorisk ryddighet	66
4.2	Likheter Ved Ulykkene	68
5	Diskusjon.....	72
5.1	Datagrunnlag	73
5.2	Tolkningssvakheter	74
5.3	Resultatenes robusthet.....	74
6	Konklusjon	75
7	Bibliografi	76

Figurliste

Figur 2-1 Feil bruk av triangelmodell for å dekke storulykker (Hopkins, 2012)	17
Figur 2-2 Gjentakende sløyfe for risikovurdering og risikokontroll (Vinnem, 2010).....	18
Figur 2-3 Forsvar i dybden – sveitsteorsmodellen presentert på høyre side (Reason, 1997).....	22
Figur 2-4 Stadier i utviklingen og granskningen av en organisatorisk ulykke (Reason, 1997).....	23
Figur 2-5 Skisse av forholdet mellom produksjon og beskyttelse (Reason, 1997).	24
Figur 2-6 Levetiden til en hypotetisk organisasjon gjennom produksjon-beskyttelse området (Reason, 1997).....	26
Figur 3-1 Piper Alpha sett fra siden (Lord Cullen, 1990).	34
Figur 3-2 Nettverket av plattformer ved Piper Alpha (Lord Cullen, 1990).....	35
Figur 3-3 Oversikt over Macondo brønnen (BP, 2010).....	40
Figur 3-4 MGS system på Deepwater Horizon (BP, 2010).....	44
Figur 3-5 BPs organisatoriske oppbygning for utforskning og boring på ulykkestidspunktet (Hopkins, 2012).....	47
Figur 3-6 Systemskisse: På trykkavslatningslinje var stengeventil #1 og #3 var merket NC (normally closed) på P&iD og var stengt i felt og stengeventil #2 var merket NC på P&iD men sto åpen i felt (Statoil, 2012).....	55
Figur 3-7: Viser hele årsaks kartet med utløsende og bakenforliggende årsaker. En stiplet boks betyr at det er usikkerhet knyttet til boksens innhold. En stiplet linje betyr at det er usikker årsakssammenheng (Statoil, 2012).....	57
Figur 4-1 De tre "beina" på Tripod-Deltaet: generelle feiltyper, utrygge handlinger og negative utfall (Reason, 1997).....	61
Figur 4-2 Forholdet mellom grunnleggende systemiske prosesser og de generelle feiltypene, samt den kombinerte innvirkningen fra GFT på de feilpåtvingende forholdene	63
Figur 4-3 Hvordan riktig og galt fokus påvirker valgene og gjennom å forplante seg i fremtidige valg øker eller reduserer risikonivået på arbeidsplassen.	70
Figur 4-4 Effekt av tiltak representert i tre dimensjoner. Målet vil være å befinne seg i origo, der årsaker og tiltak er 100 % identifisert og gjennomført.	72

Tabelliste

Tabell 1 Hvordan ulike organisasjonskulturer håndterer sikkerhetsinformasjon (Reason, 1997).....	29
Tabell 2 Seks variasjoner av regelrelatert ytelse (Reason, 1997).....	31
Tabell 3 Avvik på Heimdal gjenkjent av PTIL	59
Tabell 4 Gjenkjente GFT i ulykkene stilt opp mot hverandre	67
Tabell 5 Reasons seks variasjoner av regelrelatert ytelse (Reason, 1997)	68
Tabell 6 Ønsket utfall fra regelbasert ytelse.....	69

Forord

Denne masteroppgaven er avslutningen på min mastergrad i Økonomi og Administrasjon med spesialisering i risikostyring ved Universitetet i Stavanger, våren 2013.

Opgavens emne og problemstilling ble valgt etter at jeg gjennom faget Anvendt risikoanalyse – offshore fikk en interesse for storulykker offshore, og hvordan disse oppstår. Storulykker er et økende fokusområde i bransjen, og bakenforliggende årsaker er ofte vanskelige å definere. Samtidig blander dette temaet det beste fra en rekke fagfelt.

Arbeidet med oppgaven startet i desember 2012, men ble utsatt store deler av 2013 på grunn av sykdom og operasjon. Arbeidet startet derfor ikke for fullt før i slutten av april 2013.

En stor takk rettes til veileder Jan Erik Vinnem, som gjennom hele prosessen har støttet opp under arbeidet, samt tilbudt både faglig og praktisk hjelp underveis.

Takk også til Sveinung Lofthus, som gjennom gode diskusjoner og innspill har bidratt til oppgaven.

Takk Hilde. Gjennom din støtte og tålmodighet har du gjort det mulig å prioritere oppgaven i en ellers travel tid.

Kjartan Lofthus

Stavanger 30.08.2013

1 Introduksjon

"Safety is a dynamic non-event; we have to work very hard so nothing will happen." (Reason, 1997)

1.1 Bakgrunn

Målet med enhver virksomhet er verdiskapning. Samfunnet har gjennom årene endret sitt syn på hvordan det er akseptabelt å oppnå denne verdiskapningen. Målet for organisasjoner i dag er derfor å maksimere verdiskapning samtidig som man kontrollerer risikoen og tar vare på sikkerheten i forbindelse med arbeidet. Det blir brukt store ressurser på å kontrollere risiko, ofte gjennom avanserte teknologiske systemer. Det er lett å anta at slike innretninger skal kunne fungere som perfekte skjold og forhindre ulykker. Ulykker skjer imidlertid, og forsvarerne som var satt opp viser seg å være utilstrekkelige. Hva er det som gjør at man med slike avanserte tekniske forsvarssystemer ikke klarer å forhindre ulykker? Dette er interessante spørsmål å stille seg etter en rekke ulykker offshore både i utlandet og på norsk sektor. Man finner likhetstrekk både i årsaker, omfang og potensiale. Ulykker som Macondo, Snorre A, Gullfaks C, Texas City osv. gjør dette temaet like aktuelt i dag som for 25 år siden da Piper Alpha ulykken inntraff.

1.2 Formål

Formålet med oppgaven er å svare på følgende spørsmål:

- *Hvordan påvirker menneskelige og organisatoriske forhold de tekniske barrierene, og fører til ulykker?*

Med et fokus på de bakenforliggende årsakene knyttet til menneskelige og organisatoriske forhold.

Under problemstillingen vil det også inngå følgende spørsmål:

- *Hvilke bakenforliggende årsaker spiller inn på ulykker?*
- *Finnes det fellestrekk ved de bakenforliggende årsakene?*
- *Hvordan kan man unngå at bakenforliggende årsaker gjentar seg?*

1.3 Forkortelser

ALARP – As Low As Reasonably Practicable

APOS - Arbeidsprosess Orientert Styring

B&B – Boring og Brønn

BP – British Petroleum

ESD – Emergency Shutdown

ESDV - Emergency Shutdown Valve (Nødavstengningsventil)

GFT – Generell Feiltype

HC – Hydrokarbon

HOF – Human and Organisational Factors – Menneskelige og Organisatoriske Faktorer

HRO – High Reliability Organisations – (høypålitelighet organisasjoner)

HVAC - Heating, Ventilation and Air Conditioning

IRIS - International Research Institute of Stavanger

MD – Målt Dyp

MPD – Managed Pressure Drilling

MTO – Menneske, teknologi, organisasjon

PCD – Pressure Control Device

PTIL – Petroleumstilsynet

RIF – Risk Influencing Factor – Risikopåvirkende faktor

SG – Standard Gravity

SKR – Sentralt Kontrollrom

SOP – Standardized Operation Procedure - Standardisert driftsprosedyrer

TD – Totalt Dyp

1.4 Definisjoner

ALARP – As Low As Reasonably Practicable. Et prinsipp innen risikostyring som sier at man skal fortsette å redusere risiko til den er så lav at ytterligere reduksjon ikke vil være verdt det.

Annular - En “annular” er en gummiring som blir hydraulisk strammet for å forsegle rundt borerøret for å forhindre flyt av gass eller væske.

Ringrommet – Rommet i borehullet mellom fôringsrør og brønnveggen

APOS – Statoils benyttede styringssystem. Står for Arbeidsprosess Orientert Styring.

Avblødningslinje – linje for å kontrollert kunne lette trykket i et system.

Barriere – Alle de systemmessige, fysiske og administrative vern som finnes i organisasjonen og på den enkelte arbeidsplass for å forhindre at det oppstår feil og feilhandlinger, eller begrense konsekvensene av feil og feilhandlinger.

BDV- En sikkerhetsventil som reduserer trykket i røret eller beholderen det er tilkoblet.

Bleeddown – Et uttrykk for å utjevne eller avlaste trykket fra et fartøy eller system. Ved avslutningen høytrykkstester eller behandlinger må trykket i behandlingslinjene og tilhørende systemer lettes trygt for å muliggjøre videre faser i operasjonen.

BOP – Blowout preventer. En BOP er en trykkventil som er plassert ved toppen av en brønn og er ment som en barriere for å kontrollere ekstreme uberegnelige trykk og ukontrollert flyt av gass eller væske fra brønnen under boring for å motvirke “blowout”. En BOP vil i tillegg motvirke at rør og utstyr blir blåst ut av borehullet.

Brønnsparke – Innledende tilstrømming av hydrokarboner fra formasjonen inn i brønnen

Fôringsrør - Stålrør som er plassert i en olje eller gassbrønn for å forsegle brønnen og forhindre at veggen skal kollapse under boring og at det ikke skal forekomme lekkasjer av fluider.

Diverter - En sikkerhetsbarriere som er plassert i starten av en brønn for å ventilere eventuell grunn gass og som kommer ukontrollert opp i stigerøret.

Check valves - En ventil som kun tillater strømning i en retning.

Deluge – Brannslukkingssystem der det pumpes store mengder vann fra havet som tømmes over installasjonen.

ESD - Emergency shutdown system, et preventivt system som isolerer rørledninger, reduserer trykk i rørledninger, kutter strøm og oversvømmer områder med vann via sprinkelanlegg. Kan ved noen plattformer være delt opp i ulike nivåer og soner.

Float Collar - En komponent som installeres ved bunnen av fôringsrøret der sementpluggen ender opp under primærsementeringsoperasjonen.

Influx – Innflyt av hydrokarboner fra formasjon til brønn

Kill line - Et høystrykkør som går fra uttaket på BOP til høytrykkspumper på riggen.

MGS - Et system om bord som skal skille slam og hydrokarboner som kommer til overflaten

Mispliance - atferd som innebærer feilaktig etterlevelse av upassende eller unøyaktig operasjonsprosedyrer, som fører til et utrygt utfall.

Misvention - atferd som innebærer både et avvik fra hensiktsmessige sikkerhetsregler som fører til et utrygt utfall.

MPD – Managed Pressure Drilling. Boremetode der man presist klarer å kontrollere baktrykket under boringen.

Slam - En borefluid som består av vann og tunge mineraler som pumpes ned i brønnen for å opprettholde et hydrostatisk trykk for å forhindre eventuelle brønnsparke.

Slamlogger – Person om bord med ansvar for å overvåke mengden slam man pumper inn og får tilbake fra brønnen.

Slam pit - En grop for å holde borevæske eller avfall etter behandling av boreslam.

Organisatorisk ulykke (storulykke) - akutt hendelse som for eksempel et større utslipp, brann eller en eksplosjon som umiddelbart eller senere medfører flere alvorlige personskader og/eller tap av menneskeliv, alvorlig skade på miljøet og/eller tap av større økonomiske verdier.

P&ID - Process & Instrumentation Diagram. Et diagram som gir en oversikt over prosess og instrumenter.

PCD - Dette er et "BOP element" som monteres på toppen av bore-BOP for å isolere baktrykket

PSD- Process shut down, nedstenging av et område eller deler av en prosess.

Riser – Røret som forbinder installasjonen på overflaten med havbunnen

Risiko - den to-dimensjonale kombinasjonen av hendelser og konsekvenser og deres medfølgende usikkerhet (vil hendelsene inntreffe, og hva vil være konsekvensen)

Risikohomeostase – når et forsvarselement blir benyttet for å øke produksjonen, noe som gir organisasjonene mer eller mindre den samme graden av beskyttelse.

Risikokompensjon – Se risikohomeostase

Shoe track - Enden på føringsrøret, fungerer som en barriere for å forhindre strømming av hydrokarboner inn i brønnen.

Sko – Se Shoe Track

Spacer - Væske som brukes til å støtte fjerning av boreslam før en primærsementeringsoperasjon.

Stigerør – (se Riser)

Synergi – Rapporteringssystem benyttet av Statoil. Benyttes til læring etter hendelser.

2 Teoretisk Grunnlag

For å kunne si noe meningsfylt rundt oppgavens problemstilling er det nødvendig å få et klart bilde over hva de ulike terminologiene innebærer. Dette kapittelet vil forsøke å gi et klart bilde over hva som ilegges de ulike termene, og hva de betyr for en organisasjon. Det vil også bli gitt et bilde på modeller og begreper som – dersom de forstås og innarbeides i en organisasjon – vil gi en helhetlig forståelse av hvordan man tenker på risiko. Spesielt i forbindelse med menneskelige og organisatoriske forhold. Det presiseres at fokuset på det videre arbeidet ikke vil være på de teoretiske aspektene knyttet til risiko som begrep. Det finnes en rekke gode kilder dersom en ønsker å lære mer om den “matematiske” innfallsvinkelen på risiko, sannsynlighet, usikkerhet etc. Fokuset vil heller dreies inn på de mer kvalitative aspektene ved risikostyring, knyttet opp mot organisatoriske ulykker, og hvordan disse oppstår. Med andre ord vil det være mennesket og organisasjonen som står i fokus.

2.1 Risiko

Enhver aktivitet innebærer risiko. Menneskers eksistens innebærer at vi er utsatt for risiko i en eller annen form. Sett i et slikt lys blir risiko imidlertid umulig å jobbe konstruktivt med i den virkelige verden. Vi kan ikke unngå risiko fullstendig, men vi kan forsøke å styre hvilke farer vi skal velge å utsette oss for i ulike situasjoner. En viss form for risikostyring er noe vi mennesker bruker hver dag i forskjellig grad, og som vil være individuell for den enkelte person. For å kunne forstå hvordan man skal ta nytte av de fordeler som god risikostyring følger med seg er det viktig å forstå hva man forholder seg til. Hva er egentlig risiko? Dette er noe som har vist seg vanskelig å definere, og det finnes per i dag innen fullverdig konsensus om hva dette begrepet innebærer. Flere ulike definisjoner av risiko er presentert, alle med styrker og svakheter. Noen av de mest brukte fremstillingene er (Skogdalen, 2011):

- 1) Risiko er lik forventet tap (Willis, 2007)
- 2) Risiko er lik forventet negativ nytteverdi (Campbell, 2005)
- 3) Risiko er sannsynligheten for et ugunstig utfall (Graham, et al., 1997)
- 4) Risiko er et mål på sannsynligheten og alvorligheten av uønskede bivirkninger (Lowrance, 1976)
- 5) Risiko er kombinasjonen av en sannsynlighet og omfanget av dens konsekvenser (Ale, 2002)
- 6) Risiko er lik triplett (S_i , p_i , c_i), der S_i er den i -te tilfellet er p_i sannsynligheten for at scenario og c_i er konsekvensen av den i -te tilfellet $i = 1, 2, N$, (Kaplan, 1991) (Kaplan, et al., 1981)
- 7) Risiko er lik den todimensjonale kombinasjon av hendelser / konsekvenser og tilhørende usikkerhet (vil hendelsene oppstå, hva som vil bli konsekvensene) (Aven, et al., 2009)
- 8) Risiko refererer til usikkerhet om utfallet, av handlinger og hendelser (Strategy Unit, 2002)
- 9) Risiko er en situasjon eller hendelse der noe av menneskets verdi (inkludert mennesker selv) står på spill og hvor utfallet er usikkert (Rosa, 2003) (Rosa, 1998)

10) Risikostyring er en usikker konsekvens av en hendelse eller en aktivitet med hensyn til noe som mennesker verdi (International Risk Governance Council. Risk governance: Towards an integrative approach, 2005)

Internasjonale standarder som ISO 31000 er risiko definert som “effekten av usikkerhet på mål”. Andre standarder som ISO 13702 har lignende definisjoner: “En term som kombinerer sjansen for at en gitt farlig hendelse skal inntreffe, og alvorlighetsgraden for konsekvensene av denne hendelsen”. Risiko kan også fremstilles på ulike måter, gjennom fordelinger, forventningsverdier, enkle sannsynligheter for en spesifikk konsekvens og lignende. Det mest brukte er nok forventningsverdien. (Vinnem, 2010)

Den nåværende praksisen har i stor grad vært å benytte seg av sannsynlighet for å beskrive risiko, men denne praksisen har store svakheter da også disse sannsynlighetene er betinget av en rekke antakelser og forutsetninger. (Aven, 2010) Usikkerhet finnes ofte i form av bakgrunnskunnskap, og kan begrense oppmerksomheten mot tildelte sannsynligheter. Dette kan i sin tur føre til at faktorer som kan gi et overraskende utfall “kamoufleres”. (Skogdalen, 2011) Tallene som legges til grunn for en såkalt objektiv vurdering er i sin tur plukket ut av en risikoanalytiker, eller hentet fra innhentet statistikk, der det ligger en subjektiv vurdering bak hvilke tall/hendelser som skal være med, og hvilke som utelates. I ytterste konsekvens kan man si at all rapportering av hendelser og nesten hendelser, som jo utgjør store deler av fundamentet for risikostyring i Nordsjøen og ellers, er plukket ut av dem som rapporterer gjennom mer eller mindre subjektive vurderinger av den enkelte hendelse. Risiko reflekterer alltid tolkninger og forenklinger foretatt av, for eksempel analytikeren, og er av den grunn alltid til en viss grad subjektiv. (Vinnem, 2010)

I den videre fremstillingen vil følgende definisjon av risiko benyttes: ***Risiko er den to-dimensjonale kombinasjonen av hendelser og konsekvenser og deres medfølgende usikkerhet (vil hendelsene inntreffe, og hva vil være konsekvensen)*** (Aven, et al., 2009) Denne fremstillingen av risiko sier at vi i dag ikke med sikkerhet vet hvilke hendelser som vil inntreffe i fremtiden, og dersom de inntreffer vet vi ikke med sikkerhet hva konsekvensen vil være. Denne måten å tenke på legger opp til at det vil være en usikkerhetsfaktor forbundet med både hendelser og tilhørende konsekvens.

I det videre arbeidet og i profesjonell risikostyring generelt er det hensiktsmessig å begrense arbeidsomfanget. Slik at det kan arbeides med på en fornuftig måte. Risiko vil for en bedrift eller institusjon i de aller fleste tilfeller være knyttet til:

- Mennesker
- Ytre miljø
- Materielle verdier.

Virksomheters mål er som nevnt verdiskapning, og målet for disse må derfor være å maksimere verdiskapningen samtidig som man tar hensyn til – og beskytter - de overnevnte tre punktene. Organisasjoner står dermed ovenfor en balansegang mellom verdiskapning og sikkerhet.

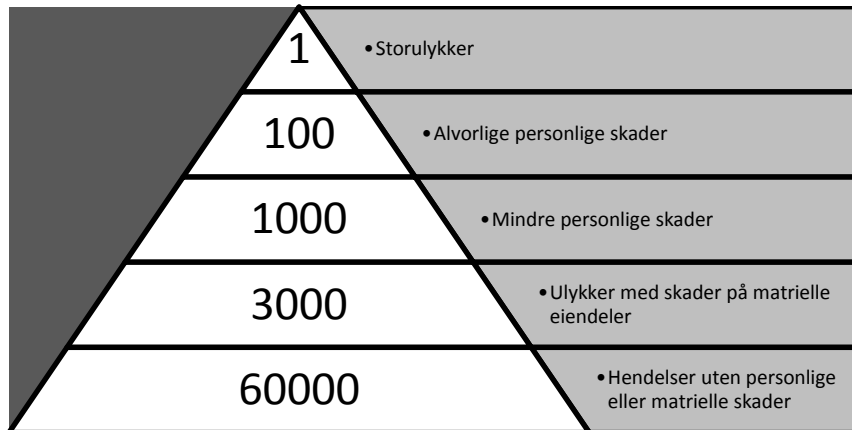
2.2 Risikostyring

Mennesker er utsatt for risiko. Det ble i kapittelet over poengtert at det ikke er mulig å unngå risiko fullstendig, da det å leve i seg selv innebærer risiko. Vi kan likevel til en viss grad velge hva vi ønsker, og ikke ønsker, å eksponeres for. På en fjelltur, kan man velge å gå helt ut på kanten av stupet for å nyte utsikten, eller man kan la være. Man setter opp lyskryss for å dirigere trafikk trygt gjennom utsatte områder. Og man legger inn bevisst svake punkter i en elektrisk krets (sikringer) for å forutsi hvor et elektrisk system vil bryte sammen ved en eventuell overbelastning. Alt dette er eksempler på former for risikostyring i det daglige liv.

Storulykker – heretter omtalt som organisatoriske ulykker (Reason, 1997) – skiller seg fra de individspesifikke ulykkene. Både i antall, omfang og hvordan de oppstår. På grunn av forskjellene i hvordan disse ulykkene oppstår, vil det naturlig nok være forskjeller i hvordan man håndterer risiko og sikkerhet knyttet til dem. Individspesifikke ulykker skjer med en høyere hyppighet enn de organisatoriske, og gir mer synlige resultater ved implementerte tiltak. Organisatoriske ulykker inntreffer sjeldnere, men med katastrofale konsekvenser for miljø, menneskeliv, organisasjonen og for samfunnet. Organisatoriske ulykker inntreffer først og fremst i organisasjoner som operer innenfor komplekse og moderne teknologier. Som f.eks. petroleumsvirksomheten, flyindustrien, atomkraftverk, kjemiske prosessanlegg osv. Denne typen ulykker har en rekke årsaker og involverer en rekke mennesker på ulike nivå i organisasjonen. Årsaker kan i enkelte tilfeller til og med ligge utenfor egen organisasjon, som hos leverandører eller i rammeforhold fra myndigheter.

Det var lenge antatt at antallet yrkesskader reflekterte et anleggs risikonivå for storulykker. Et anleggs individspesifikke uønskede hendelser ble brukt som en indikasjon på den totale sikkerheten, og dermed også risikobildet for det enkelte anlegget. Det er imidlertid blitt vist at farer tilknyttet personlig sikkerhet og prosessikkerhet er distinkt forskjellige og innledende hendelser for personlige skader er ikke de samme som for storulykker. Figur 2-1 viser hvordan triangelmodeller kan gi en gal fremstilling av storulykker dersom man ikke skiller mellom individspesifikke ulykker og organisatoriske ulykker. Slike modeller er blitt mye brukt i bransjen, og ble blant annet benyttet av BP da ulykken på Texas City raffineriet inntraff i 2005 (Hopkins, 2009). I forbindelse med Macondo ulykken sendte BP ledere fra land til Deepwater Horizon for å gratulere mannskapet med 7 år uten alvorlige personulykker. Samme dag inntraff Macondo-ulykken. Dette viser at BP, 5 år etter Texas City-ulykken, fremdeles ikke hadde fått organisasjonen til å forstå skillet mellom individspesifikke og organisatoriske ulykker.

Dersom man ønsker å redusere risikoen for storulykker må man identifisere de innledende hendelsene som er spesifikke for ulykken og arbeide for å redusere antallet av disse. Det vil altså være nødvendig – dersom man skal bruke triangelmodell – å benytte seg av to triangler, der en dekker personlig sikkerhet, og den andre dekker storulykker. Dette for å kunne arbeide videre med å identifisere tidlige indikatorer på innledende hendelser slik at man kan unngå disse.



Figur 2-1 Feil bruk av triangelmodell for å dekke storulykker (Hopkins, 2012)

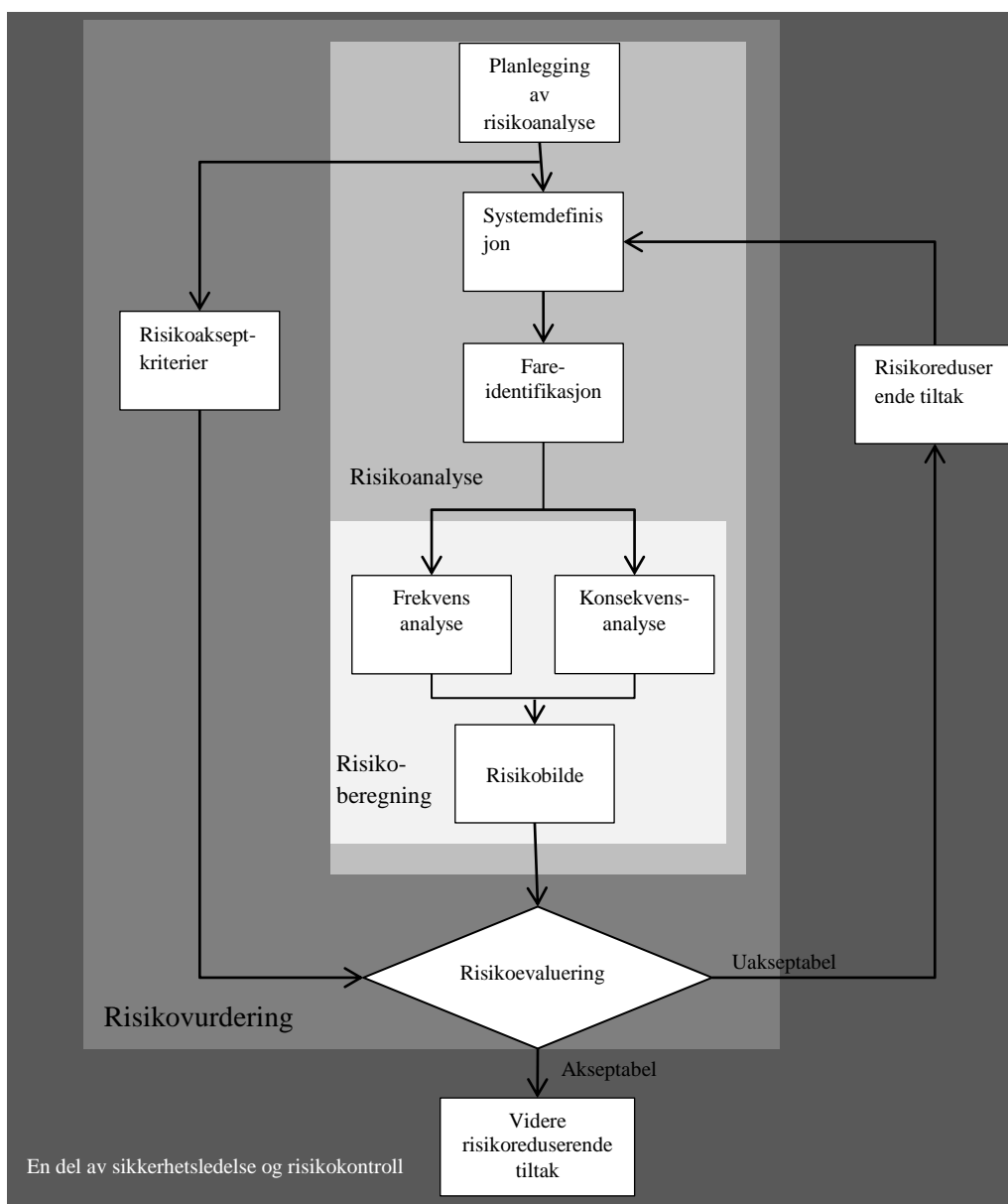
Flyindustrien har vært ledende i utviklingen av to-triangel tankegangen. Den har innsett at flysikkerhet og de ansattes sikkerhet er to forskjellige ting. For ansatte på bakkenivå, slik som baggasjehåndteringspersonell, er det ingen overlapping mellom de to trekantene i det hele tatt. De fleste flyselskaper har en database for nesten hendelser som påvirker flysikkerhet, og en annen separat database for forhold som påvirker de ansattes helse og sikkerhet. Videre forstår man at skadestatistikk knyttet til sine ikke sier noe om risikoen for en flystyrt (Hopkins, 2009). Ingen flyselskap vil forsøke å overbevise sine kunder om at det er trygt å fly med dem ved å vise til sin skadestatistikk knyttet til sine ansatte. En god risikostyring innebærer altså at beslutningstakerne involvert er klar over skillet mellom risiko knyttet til organisatoriske ulykker og individspesifikke ulykker. Man må ta inn over seg at disse to typene ulykker av natur er grunnleggende forskjellige, i måten å håndtere dem, i måten de oppstår og ikke minst i utfallene de fører med seg. Mens individspesifikke ulykker sjeldent involverer flere personer enn det individet som er innblandet (slik navnet tilsier), vil organisatoriske ulykker ramme hele organisasjonen og kan også få ringvirkninger utenfor organisasjonen.

Fokuset i bransjen har skiftet de siste årene, slik at man i dag er i ferd med å se et større fokus på de organisatoriske ulykkene. Dermed ser man et større fokus på de underliggende faktorene som skaper grobunn for at slike ulykker oppstår. Dette skiftet av fokus, er imidlertid noe som tar tid, og kan til tider virke lite meningsfylt for de involverte. Endringer og fokus på individspesifikke ulykker gir ofte øyeblikkelige og synlige resultater, mens et fokus på organisatoriske ulykker og tiltak, ikke vil gi samme synlige resultater. Det er derfor ytterst viktig at beslutningstakere involvert i denne typen arbeid, har et helhetlig og overordnet syn på denne formen for risikostyring. Da organisatoriske

ulykker av natur er hendelser med lav frekvens, men med høy konsekvens, vil det være vanskelig å se nytteverdien dersom man ikke innehar et overordnet bilde av arbeidet som gjøres.

2.2.1 Risikostyringsprosessen

Figur 2-2 viser en gjentakende sløyfe som poengterer viktigheten av en risikoevaluering i risikostyringsprosessen. Altså hensynet til resultatene fra risikoanalysen i forhold til risikoaksept kriteriet som en integrert del av sikkerhetsledelsesprosessen. Dersom resultatene er uakseptable vil man starte en ny runde gjennom implementeringen av risikoreduserende tiltak og en oppdatering av risikoanalysen for å reflektere disse endringene. Fra noden “risikoevaluering” er det to mulige utfall; akseptabel eller uakseptabel basert på risikoaksept kriteriene. Er risikonivået uakseptabelt må man iverksette risikoreduserende tiltak. Er nivået akseptabelt benytter man ALARP (Vinnem, 2010).



Figur 2-2 Gjentakende sløyfe for risikovurdering og risikokontroll (Vinnem, 2010)

Hovedbegrepene i modellen kan forklares på følgende måte (Vinnem, 2010):

Risikoberegning	Beregningene av risikonivå basert på analyser av frekvens og konsekvens
Risikoanalyse	Hele analyseprosessen, inkludert risikoberegningene
Risikovurdering	Hele prosessen med å analysere risiko og å evaluere resultatene opp mot risikoakseptkriterier
Risikokontroll/ sikkerhetsledelse	Risikovurderingen er et verktøy innen den totale risikokontroll og sikkerhetsledelse (ofte også kalt HMS ledelse) der en rekke kontroller er betraktet, inkludert risikoreducerende tiltak.

2.2.2 Barrierer

Barrierer er et mye brukt begrep innen risikostyring og sikkerhetsledelse. Det er også et begrep som blir ilagt forskjellige definisjoner i ulike sammenhenger. Det brukes ofte sammen med begrepet “forsvar” når det er snakk om vern og beskyttelse fra farer. I noen sammenhenger vil en barriere kun være de fysiske forsvarene, mens forsvar er en mer generell betegnelse på vern fra farer. I det videre arbeidet vil både forsvar og barriere brukes som synonym med følgende definisjon (Tinmannsvik, et al., 2004):

Alle de systemmessige, fysiske og administrative vern som finnes i organisasjonen og på den enkelte arbeidsplass for å:

- a) Forhindre at det oppstår feil og feilhandlinger, eller
- b) Begrense konsekvensene av feil og feilhandlinger. Eksempler er regler og sikkerhetssystemer, låste branndører, prosedyrer, veiledninger, osv.

Barrierer kan også deles inn i undergrupper for bedre forståelse og forklares på følgende måte (Vinnem, 2010):

- **Barrierefunksjon:** En funksjon planlagt for å forhindre, kontrollere eller redusere uønskede hendelser eller ulykker
- **Barriersystem:** Tekniske, menneskelige og/eller organisatoriske tiltak utviklet og implementert for å utføre en eller flere barrierefunksjoner.
- **Barriereelement:** En komponent av et barriersystem som i seg selv ikke er tilstrekkelig for å utføre en barrierefunksjon
- **Påvirkningsfaktor:** Forhold som påvirker ytelsen til et barriersystem.

Siden ulykker er uunngåelige blir det konstruert flere barrierer for å sikre tilstrekkelig pålitelighet. Konsekvensene av en ulykke kan variere, derfor må man oppnå pålitelighet i samsvar med konsekvensene. Det er ikke antallet barrierer, men pålitelighet som er målet.

2.3 Forsvar i dybden

I en hver organisasjon vil det være forsvar for å hindre ulykker og tap. Vi skiller mellom “harde” forsvar og “myke” forsvar. Harde forsvar viser til tekniske innretninger som automatiserte konstruerte sikkerhetsfunksjoner, fysiske barrierer, alarmer og varslere, sperrer, nøkler, personlig beskyttelsesutstyr, ikke-ødeleggende testing, designede svakheter (som f.eks. sikringen i en strømkrets) osv. Myke forsvar vil på sin side avhengige på kombinasjonen av mennesker og papirer: lovgivning, regulatorisk overvåking, regler og prosedyrer, opplæring og trening, øvelser og orienteringer, administrativ kontroll (f.eks. gjennom arbeidstillatelser), lisensiering, sertifisering, tilsynsoversikt, og ikke minst operatører på frontlinjen, spesielt i høyt automatiserte kontrollsystemer.

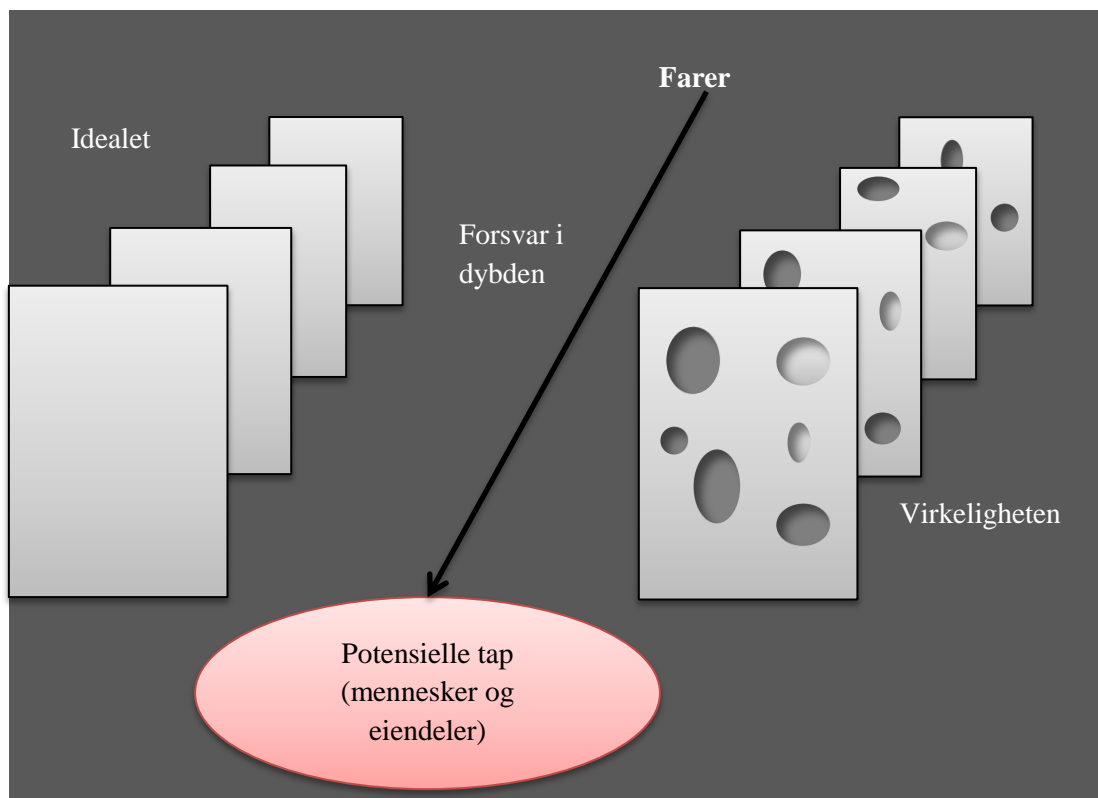
Alle typer forsvar/barrierer er imidlertid designet for å tjene en eller flere av følgende funksjoner (Reason, 1997):

- For å skape forståelse og bevissthet av de lokale farene
- For å gi klar veiledning om hvordan å operere sikkert
- For å skaffe alarmer og advarsler når farer er overhengende
- For å gjenopprette systemet til en sikker tilstand i unormale situasjoner
- For å gripe inn og skape barrierer mellom farene og de potensielle tapene
- For å begrense og fjerne farene dersom de skulle unnslippe denne barrieren
- For å skaffe måter å rømme på og reddes dersom farebegrensingen skulle feile.

Rekkefølgen disse punktene står oppstilt i er ikke tilfeldig, og skaper prinsippet om “*forsvar i dybden*”. En overlapping av punktene over, samtidig som hvert punkt er uavhengig av hverandre skaper et system som i stor grad vil være sikkert ovenfor enkeltfeil, enten det er menneskelige eller tekniske. Denne tankegangen om forsvar i dybden benyttes i dag i de fleste høyteknologiske bransjer der sikkerhet er i fokus, slik som i flyindustrien, petroleumsindustrien og innen atomkraft. Kravet om uavhengighet står imidlertid sentralt og er essensielt for at forsvaret skal fungere som tiltenkt. I situasjoner der de involverte parter feiler i å innse viktigheten av denne uavhengigheten, eller der barrierer er avhengige av hverandre, kan det få katastrofale følger.

2.3.1 Sveitserost modellen

I en ideell verden ville alle de ulike forsvarene være ugjennomtrengelige for ulike ulykkes forløp. I den virkelige verden vil derimot hvert lag som sammen utgjør forsvaret i dybden, ha svakheter og hull. Med utgangspunkt i disse hullene skapte James Reason den mye brukte sveitserost-analogien, for å beskrive hvordan ulykker kan oppstå, selv med forsvar i dybden implementert. Ulykker oppstår når “hullene” i forsvarene er på linje. Dermed stoppes de ikke farene av de tiltenkte forsvarene, men klarer å passere gjennom hullene. Dette skjer kun dersom hendelsesforløpet beveger seg langs en gitt bane, som tilfeldigvis også sammenfaller med hullene i forsvarene. Dersom forsvarene fungerer slik de skal og er uavhengige av hverandre, skal dette kunne skje ytterst sjelden. Moderne teknologiske systemer i stor grad er immune mot isolerte feil. En erkjennelse som kompliserer arbeidet med sveitserost modellen, er at hullene i modellen ikke er statiske. Både hullene og det enkelte forsvarselementet kan flytte på seg, på grunn av kombinasjoner av aktive feil (feil og overtredelser foretatt av personell på frontlinjen) og latente forhold (konsekvensen av beslutninger på toppnivå som har en utsatt effekt på integriteten på forsvarene).



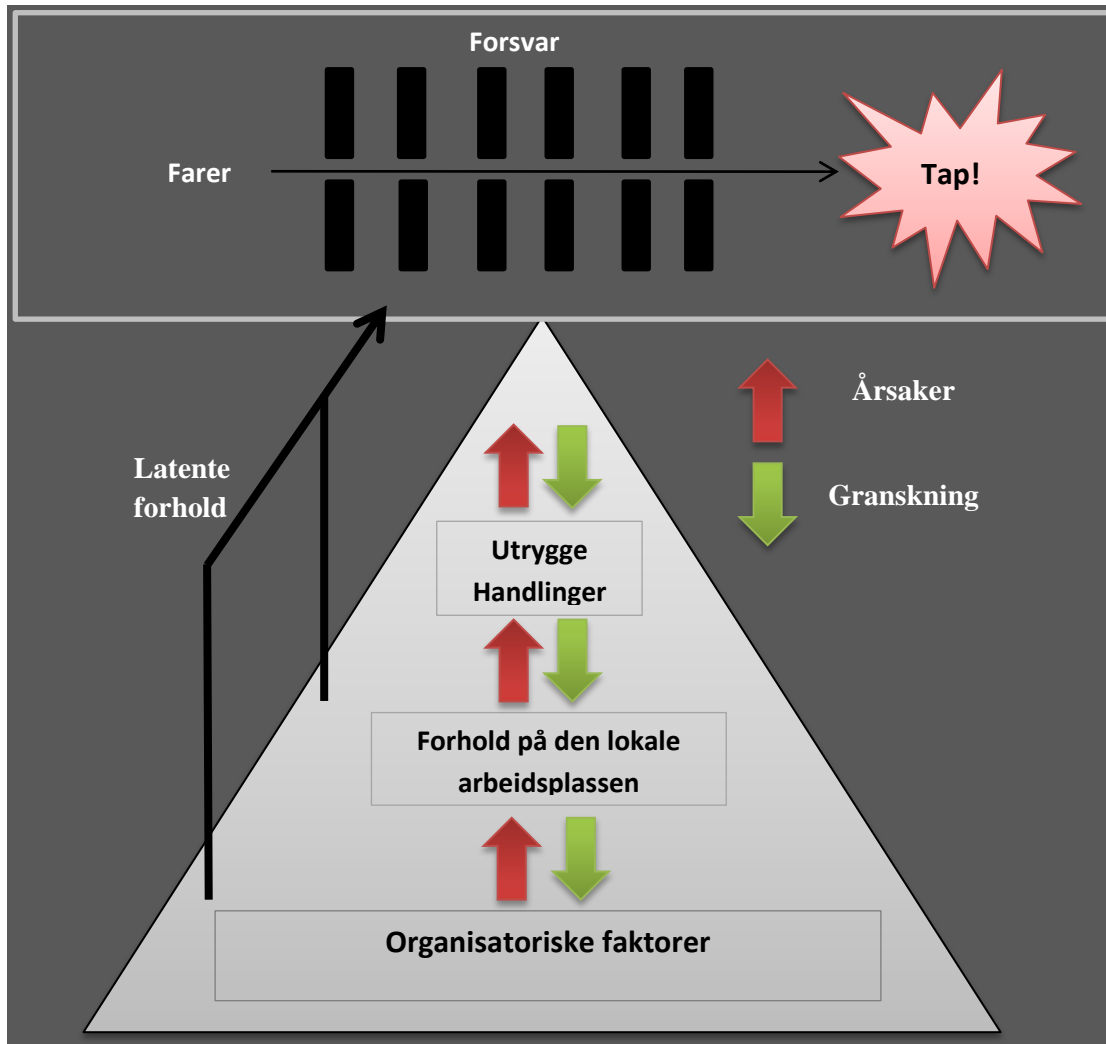
Figur 2-3 Forsvar i dybden – sveitsteorsmodellen presentert på høyre side (Reason, 1997).

Hullene i modellen er på lik linje som forsvarerne selv, et produkt av systemet de er en del av. På samme måte som en organisasjon setter opp og vedlikeholder ulike former for forsvar, vil også organisasjonen selv kunne – vitende eller uvitende – legge til rette for at det oppstår svakheter i forsvarerne.

Når man skal granske en ulykke vil det være naturlig å starte med selve ulykken, og å finne de utløsende årsakene til denne. Dette vil i de aller fleste tilfeller føre til at man finner personer i den “spisse enden” av organisasjonen involvert i de utløsende årsakene (operatører, piloter, kapteiner og andre med “hands on” involvering). Det å finne ut hva som har skjedd er likevel lite nyttig i seg selv med tanke på videre læring. For å kunne ta læring av en ulykke vil det være viktigere å spørre seg hvorfor ulykken oppsto. Dersom en feil er blitt gjort av personell i den spisse enden av organisasjonen må man spørre seg hvorfor personene opptrådte slik de gjorde. På den måten går man dypere inn i mer generiske forhold som ofte kan påvirke hele organisasjonen, også i andre tilfeller.

Det kan for eksempel være at prosedyrene for arbeidet som skulle utføres var utdaterte. Man kan så spørre seg, hvorfor var ikke disse oppdatert? Det viser seg så at dette ikke var kommunisert videre fra dem som utfører arbeidet, til dem som utarbeider prosedyrene. Altså kan det virke som om man har et kommunikasjonsproblem. Hvorfor har man et kommunikasjonsproblem? Ved å gå dypere inn i problemstillingene som oppstår fjerner man seg lenger fra selve enkelthendelsen, men man får en bedre mulighet til å rette opp i generiske feil og mangler i hele organisasjonen. Dersom forholdene

ikke rettes opp i kan de føre til nye (og tilsynelatende urelaterte) ulykker innenfor samme selskap. Figur 2-4 viser i pyramiden forholdet mellom årsaker og granskning, samt hvordan organisatoriske faktorer forplanter seg gjennom en organisasjon. Til slutt blir forsvarerne påvirket gjennom den spisse enden. (Reason, 1997)



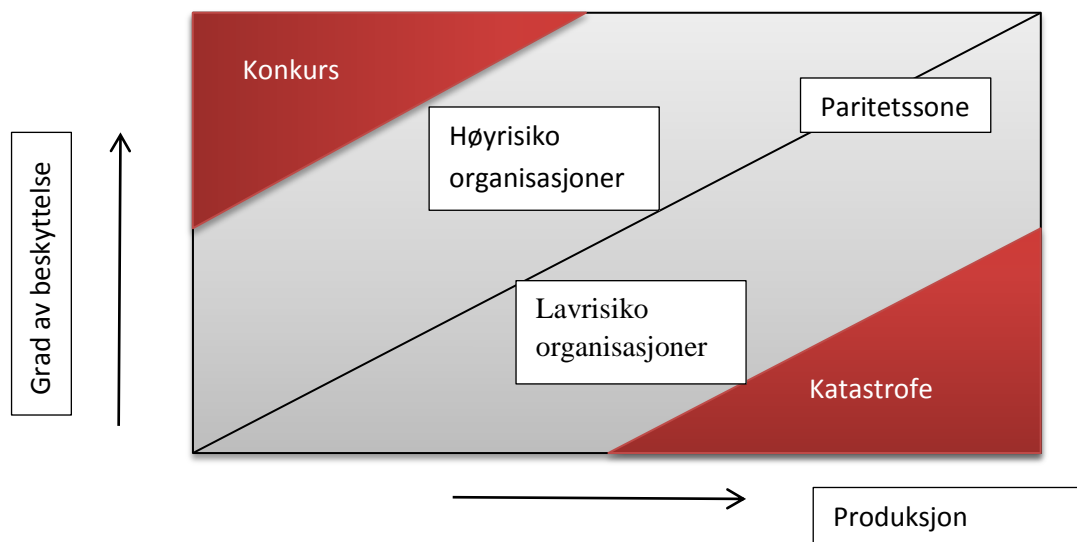
Figur 2-4 Stadier i utviklingen og granskningen av en organisatorisk ulykke (Reason, 1997).

Den rektangulære blokken på toppen av pyramiden representerer hovedelementene til en hendelse med farer forsvar og tap. Trekanten under representerer systemet som produserer hendelsen. Denne har tre nivåer: personen (utrygge handlinger), arbeidsplassen (forhold som fremprovoserer feil) og organisasjonen. De røde pilene indikerer retningen av kausalitet, og de grønne pilene indikerer etterforskningskritt. (Reason, 1997)

En organisasjons forsvar kan imidlertid også påvirkes direkte av både organisatoriske faktorer og forholdene på den lokale arbeidsplassen gjennom latente forhold. Dette er et poeng som vil presenteres nærmere i kapittel 2.5.1.

2.3.2 Ulykker – et nødvendig onde?

Enhver organisasjon som driver med verdiskaping vil forsøke å balansere graden av beskyttelse mot produksjon og lønnsomhet. Det koster å beskytte seg mot ulykker. Organisasjoner vil derfor ha sterke insentiver for å vektlegge produksjon og lønnsomhet som sørger for at organisasjonen kan bedrive sin virksomhet. Det er også denne delen som er mest synlig i det daglige arbeid. Lønnsomhet og produksjon er lett å kvantifisere og ha oversikt over, mens en god styring av risiko vil av natur være vanskelig å bedømme på samme måte. Grunnen til dette er at mennesker har en tendens til å glemme de underliggende farene man er utsatt for dersom ulykker ikke inntreffer. Det sies at “ute av øye, ute av sinn”, og dette gjelder i høyeste grad for hvordan mennesker generelt oppfatter farer og risiko. Synlige og målbare hendelser som vil derfor være generelt lettere å måle og bedømme enn de sjeldnere organisatoriske ulykkene. Balansegangen mellom grad av sikkerhet og produksjon kan fremstilles grafisk slik det vises av skissen under:



Figur 2-5 Skisse av forholdet mellom produksjon og beskyttelse (Reason, 1997).

Her er området man kan operere i markert med grått, mens de to ekstremene konkurs og katastrofe er plassert i henholdsvis øvre venstre og nedre høyre hjørne. Siden beskyttelse forbruker organisasjonens ressurser - i form av mennesker, penger og materialer – vil overbeskyttende organisasjoner ende med å gå konkurs. I den andre enden av skalaen finner vi bedrifter som neglisjerer beskyttelse, og som vil operere under høy risiko for katastrofale ulykker. Dette kan medføre at driften opphører. Disse to områdene vil naturlig nok ikke være ønskelige å operere innenfor for noen av interessentene. Spørsmålet blir derfor hvordan organisasjonene opererer og navigerer i det grå området av figuren.

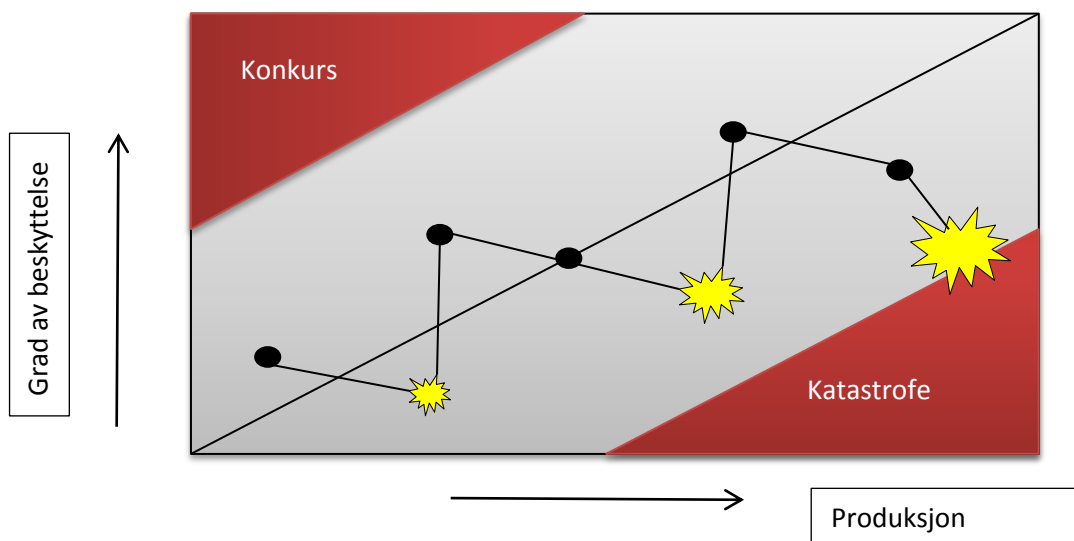
Et paradoks er at økt beskyttelse ofte vil føre til at bedriften også øker risikoeksponeringen for å oppnå økt produksjon. Et eksempel er ved innføringen av radar-systemer på maritime fartøyer. Da dette systemet – designet for å øke sikkerheten ved navigering – ble innført fant man ut at man kunne

navigere handelsskip i større hastigheter gjennom trafikkerte sjøveier. På denne måten ble et forsvarselement benyttet for å øke produksjonen, noe som igjen gir organisasjonene mer eller mindre den samme graden av beskyttelse (Reason, 1997). Denne prosessen har blitt kalt “risikokompensjon” eller “risikohomeostase”. (Hollnagel, 1993)

Et element det er verdt å merke seg ved ulykker er at lange perioder uten uønskede hendelser eller ulykker fører til at man mister fokus. Det er lett å glemme ting som sjeldent inntreffer. Spesielt når tiltak for å unngå slike hendelser ofte kan stå i motsetning til produktive imperativ som vekst, profitt og markedsandeler. Dersom profitt og vekst står høyt på agendaen i forhold til sikkerhetsmessige krav vil det være lett å miste oversikten over de farer man står ovenfor. Ulykker og uønskede hendelser skjer heldigvis forholdsvis sjelden i godt forsvarte systemer og folk flest har ikke direkte erfaring fra slike hendelser. Fokus på produksjonskrav er imidlertid alltid tilstede i en bedrift. Produksjonskrav er varierende og fanger oppmerksomheten til de involverte. Sikker utførelse gir på sin side en konstant – og dermed ganske uinteressant – drift uten uønskede utfall. Karl Weick forklarer det på følgende vis (Weick, 1987):

“Pålitelighet er usynlig i den forstand at pålitelige utfall er konstante, noe som betyr at det ikke er noe å vie oppmerksomhet til. Operatører ser ingenting, og ved å ikke se noe, antar de at det ikke er noe som skjer. Dersom ingenting skjer og de fortsetter å handle på samme måte som de har gjort, vil det fortsette å ikke skje noe. Denne diagnosen er villedende fordi dynamisk innputt skaper stabile utfall”

Poenget her er at sikkerhet er en dynamisk ikke-hendelse. Det som produserer det stabile utfallet er konstant forandring snarere enn kontinuerlig repetisjon. For å oppnå denne stabiliteten må en endring i et systems parametere kompenseres for ved en endring i andre parametere. “Hvis evig årvåkenhet er prisen for frihet er kronisk uro prisen for sikkerhet” (Reason, 1997). Under vil vi se en skisse av en bedrifts ferd gjennom det trygge feltet vi fremstilte i Figur 2-5. Den hypotetiske bedriften starter sin produksjon med en relativt god grad av beskyttelse, men fordi den ikke opplever ulykker vil fokuset skiftes mer og mer over til et produksjonsfokus. Den første gule stjernen symboliserer en mindre ulykke, og bedriften vil - med sin fornyede fokus på sikkerhet – implementere tiltak for å forhindre en lignende ulykke i fremtiden. Tiden går, og bedriften opplever igjen en lenger periode uten særlige ulykker. Sikkerhetstiltakene implementert etter forrige ulykke begynner å “erodere” og man skifter igjen fokus til en mer produksjonsrettet drift. Bedriften vokser i størrelse og produksjon, men de sikkerhetsmessige tiltakene holder ikke følge, og man opplever en ny, og større ulykke. Tiltak implementeres, og syklusen gjentas. Til slutt ender det med en stor, og potensielt ødeleggende ulykke for bedriften.



Figur 2-6 Levetiden til en hypotetisk organisasjon gjennom produksjon-beskyttelse området (Reason, 1997).

Fra kapitlene over vet vi at enkeltårsaker for store ulykker sjeldent inntreffer, men vi vet ikke alltid hvordan små hendelser kan knyttes sammen slik at de resulterer i katastrofale utfall. Å forutse og forhindre ulykker er å forstå sammenhengene rundt måten små hendelser sammen kan ha uforholdsmessig store konsekvenser. (Weick, 1991)

2.3.3 High Reliability Organizations (HRO)

En organisasjons forsvar består, som tidligere nevnt, av harde og myke forsvar. Samspillet mellom de harde og myke delene av forsvaret utgjør den samlede robustheten til organisasjonen. I følge HRO – teorien er det menneskelige handlinger og beslutninger som er hovedårsaken til ulykker ved at de kontinuerlig i produksjonsprosessen begår usikre handlinger og aktive feil (IRIS, 2011).

En forskergruppe fra Berkley ledet av Todd La Porte, Karlene Roberts og Gene Rochlin utviklet begrepet om høypålitelighetsorganisasjoner (HRO). Gruppen gjennomførte feltforskning på en rekke svært komplekse, høyt teknologiske organisasjoner som må operere mot en feilfri standard. De operasjonelle utfordringene knyttet til slike organisasjoner er todelt og består av (La Porte, et al., 1991):

- Å håndtere komplekse, krevende teknologier, for å forsikre at man unngår store feil som kan lamme, eller til og med ødelegge organisasjonen
- Samtidig å opprettholde kapasiteten for å møte perioder med veldig høye etterspørsels- og produksjonstopper når disse inntreffer.

Organisasjonene undersøkt av Berkley-gruppen hadde følgende fellestrekk (Reason, 1997):

- De var store, internt dynamiske og periodisk intenst interaktive.
- Alle utførte komplekse og krevende oppgaver under et betydelig tidspress.
- Samtlige utførte disse krevende aktivitetene med en svært lav feilrate og et nesten fullstendig fravær av katastrofale feil over en rekke år.

Ved første øyekast vil HRO organisasjoner ofte synes å være svært byråkratiske og hierarkiske. De vil i stor grad stole på testede standardiserte drifts prosedyrer (SOP), og legge inn stor innsats for å trene mennesker i bruken av disse prosedyrene. Under undersøkelsene fra Berkley-gruppen var det slik at under rutinepregede operasjonsforhold, var den eneste beslutningen man trengte å foreta hvilken SOP man skulle benytte (Reason, 1997). Det er blitt sagt at denne typen organisasjoner lider av en “kronisk uro”. Det er en konstant jakt etter årsaker som kan forårsake feil, før feilene faktisk skjer. Prøving og feiling blir ikke benyttet, slik det ofte er tilfellet i andre organisasjoner.

Reason argumenterer for fordelene av en “organisasjonell fleksibilitet” som en integrert del av kulturen i en organisasjon (Reason, 1997). Når undersøkt, viste HRO organisasjonene at de hadde en eksepsjonell evne til å endre organisasjonell atferd. Under den daglige driften hadde man et formelt styringssystem med et klart formelt hierarki. Dersom organisasjonen opplevde tider med krevende utfordringer endret imidlertid dette seg. Liggende på vent under den rutinebaserte, byråkratiske, SOP – drevne modusen lå et ganske annerledes mønster av organisatorisk atferd. Kollegial autoritet (og beslutningsmønster) overstyrte de byråkratiske i takt med et økende tempo. Hierarkiet skiftet mot dem med den høyeste tekniske kompetansen, noe som ofte holdes av dem med en lavere formell rang. Etter at den utfordrende perioden var over gikk autoritet og hierarki sømløst tilbake til sin vanlige byråkratiske rang-bestemte form. Karl Weick beskriver dette fenomenet på følgende måte (Weick, 1987):

“... du må først sentralisere, slik at folk sosialiseres til å bruke lignende premisser og antakelser slik at når de opererer sin egen enhet er disse desentraliserte operasjonene ekvivalente og koordinerte. Dette er akkurat hva kultur gjør. Det skaper et homogent sett med antakelser og beslutningspremisses som, når de aktiveres på en lokal og desentralisert basis, bevarer koordinering og sentralisering. Enda viktigere, når sentralisering inntreffer via beslutningspremisses og antakelser, oppstår etterlevelse uten overvåkning. Dette står i skarp kontrast til sentralisering etter regler og forskrifter eller sentralisering etter standardisering og hierarki, som begge krever høy grad av overvåkning. Videre er verken regler eller standardiseringer godt rustet for å håndtere kriser der det ikke finnes presedens.”

Det er nok ikke tilfeldig at HRO undersøkt av Berkley gruppen enten var militære, eller hadde mange nøkkelpersonell som hadde militær bakgrunn. Man aksepterte en disiplinert tilnærming til arbeidet, stor tiltro til SOP og en god kjennskap til hvordan en rang-basert struktur hjelper med å forme de delte verdiene om pålitelighet. Noe som tillater et effektivt desentralisert arbeid når situasjonen krever det.

2.4 Risikopersepsjon

Måten mennesker forholder seg og ser situasjoner, vil variere fra person til person. Man sier at “skjønnhet er i øyet som ser”, og et slikt uttrykk vil også være gjeldende for risiko. Det vil være forskjeller mellom hvordan personer oppfatter risiko, hva de legger i ordet risiko og hvordan en situasjon blir oppfattet. Det er også påvist at faktorer som grad av oppfattet personlig kontroll, opplevelsen av grupperisiko, samt kjennskapen til risikosituasjonen i stor grad vil påvirke den enkeltes risikopersepsjon (Aven, 2010). Faktisk risiko for to personer kan være lik, men hvordan dette oppfattes og beskrives kan variere i stor grad. Dette er et viktig punkt å merke seg. Når man foretar intervjuer av mennesker involvert i hendelser kan svarene variere i stor grad. Personlige forhold som frykt, involvering, kjennskap og forståelse knyttet til situasjonen vil påvirke hvordan risiko forstås, vurderes og beskrives. En person som har erfaring fra fjellklatring og basehopping vil ha et helt annet syn på den risiko forbundet med å henge etter et tau i en fjellvegg, enn en person som ikke er komfortabel med høyder. Når man intervjuer eller på andre måter forsøker å få kjennskap til en persons risikovurdering er det dermed viktig å ha et klart bilde av hvor personen “kommer fra” og hva som ligger bak dennes persepsjon av risiko. Risikopersepsjon er altså en vurdering/oppfattelse fra et individ, en gruppe eller samfunn knyttet til risiko. Risikopersepsjon kan påvirkes av den profesjonelle risikovurderingen og individets egen risikovurdering. I tillegg til faktorer som påvirker oppfattelsen av risiko, som frykt. Det siste punktet her er ofte det viktigste. Vitenskapelige vurderinger påvirker bare individets respons til risiko i den grad den kan integreres i individets risikopersepsjon. (Aven, 2010)

2.5 Menneskelige og Organisatoriske Faktorer (HOF)

Forståelsen av menneskelige og organisatoriske faktorer er svært viktig i arbeidet med å forstå hvordan storulykker oppstår og hvordan vi kan unngå dem. Mennesker formes i stor grad av organisasjonen de arbeider i, samtidig som de også skaper forutsetningene for organisasjonens “bevissthet” i form av organisasjonskulturen. En ansatt kan kun forventes å bidra til bedriften innenfor de rammer som bevisst eller ubevisst settes gjennom kulturen. Kulturen skapes gjennom de arbeidsmiljømessige forhold den enkelte utsettes for.

“Jeg er fra Calcutta, og drar hjem dit hver sommer i juli siden mine barn har ferie på denne tiden. Calcutta er en nydelig by på vinteren, høsten og våren, men på sommeren er det 38-39 grader, og jeg føler meg trøtt og slapp når jeg er der. Prøv så å dra på en rolig spasertur gjennom skogene i Fontainebleau våren, og du vil finne det umulig. I det øyeblikket du entrer skogen er det noe med friskheten i luften, noe med lukten av trærne om våren. Du får lyst til å hoppe, løpe, henge i trærne, gjøre noe. Dette er etter min mening essensen i problemet: De fleste selskaper, spesielt større selskaper, har skapt “downtown Calcutta om sommeren” inne i selve selskapet. (...) dette er utfordringen; hvordan skaper vi “skogen i Fontainebleau” inne i selskapene? (...) Strategiene som legges, og spesielt begrensningene som legges, kokes ned til arbeiderne på gulvet, og skaper lukten av stedet”. (Ghoshal)

En organisasjons kultur legger blant annet grunnlaget for hvordan den håndterer informasjon knyttet til sikkerhet og hvordan den utvikler seg som følge av dette. Ulike typer organisasjonskultur, og hvordan disse forholder seg til denne typen informasjon vises i tabellen nedenfor.

Tabell 1 Hvordan ulike organisasjonskulturer håndterer sikkerhetsinformasjon (Reason, 1997)

Patologisk kultur	Byråkratisk kultur	Generativ kultur
<ul style="list-style-type: none"> • Ønsker ikke å vite • Budbringere (varslere) blir “skutt” • Ansvar unngås • Feil blir straffet eller skjult • Nye ideer blir aktivt frarådet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Finner muligens ikke ut • Budbringere blir lyttet til dersom de står frem • Ansvar blir delt opp i avdelinger eller kategorier. • Feil fører til lokale rettelser • Nye ideer byr ofte på problemer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Søker aktivt • Budbringere blir opplært og belønnet • Ansvar blir delt. • Feil fører til vidtrekkende reformer • Nye ideer ønskes velkommen

2.5.1 Menneskelig feilbarlighet

Ettersom teknologi utvikler seg og man får nye og mer sofistikerte systemer for å overvåke prosesser, blir mer og mer av arbeidet knyttet til overvåking, sikkerhet og systemer generelt automatisert. Likevel er det slik at det er mennesker som designer, bygger, opererer, vedlikeholder styrer og forsvarer farlige teknologier. Det er derfor ikke overraskende at menneskelige faktorer spiller en avgjørende rolle både når det kommer til å forårsake og forhindre organisatoriske ulykker. Det er

anslått at så mye som 80-90 % av organisatoriske ulykker (storulykker) skyldes innblanding av menneskelige faktorer. (Reason, 1997)

“Menneskelige feil er en konsekvens, ikke en årsak. Feil formes og forårsakes av oppstrøms faktorer knyttet til arbeidsplass og organisasjon. Identifisering av en feil er bare begynnelsen av en søken etter årsaker, ikke slutten. Feilen, like fullt som ulykken som kan følge denne, er noe som krever en forklaring. Bare ved å forstå konteksten som fremprovoserte feilen kan man håpe på å begrense dens gjentakelse” (Reason, 1997)

Menneskelige faktorer er imidlertid et vidt begrep, og gir i seg selv ingen god forståelse av hva som ligger bak. Feil vurderinger og handlinger av mennesker involvert i en organisasjon kan ta ulik form og ha ulike opphav.

Handlingsrommet for mennesker innen risikofylte systemer er mer begrenset enn det er i dagliglivet. Handlingene foretatt av piloter, kapteiner, operatører og andre innblandet i et slikt system blir i stor grad styrt av ledende og regulerende regelverk og prosedyrer. Administrativ kontroll utgjør en stor del av ethvert fareutsatt systems forsvar og kan deles inn i to grupper (Johnson, et al., 1993):

- *Eksterne kontrollfunksjoner* består av regler, forskrifter og prosedyrer som nøye beskriver hvilke handlinger som kan utføres og hvordan de skal utføres. Slike nedskrevne kontrollfunksjoner uttrykker systemets kollektive kunnskap om hvordan arbeidet skal utføres.
- *Interne kontrollfunksjoner* utledes fra den kunnskap og de prinsipper som er anskaffet gjennom øvelse og erfaring.

Eksterne kontrollfunksjoner må være tilgjengelig for menneskene involvert i de beskrevne aktivitetene. Interne kontrollfunksjoner på sin side, befinner seg i all hovedsak i det enkelte menneskets bevissthet. Forsøk på å forstå og klassifisere organisatorisk atferd må starte med å vurdere hvordan ulike kombinasjoner av administrative kontrollfunksjoner begrenser den naturlige variabiliteten av menneskelige handlinger til trygge og produktive baner. (Reason, 1997)

Det er ytterst viktig at en organisasjons administrative kontrollfunksjoner i form av regler og prosedyrer kan benyttes i de situasjoner de er tiltenkt. Slik at de kan ivareta et systems sikkerhet på en god måte. Dårlige prosedyrer og regler har en tendens til å miste sin relevans for de operasjoner de er tiltenkt, og blir ikke lenger vektlagt av menneskene involvert i operasjonen. I tillegg vil slike dårlige prosedyrer negativt påvirke den enkeltes generelle respekt for prosedyrer i sin helhet. Man kan få en holdning der det er “ok” å bryte prosedyrer, da det er umulig å følge dem uansett.

En handling med ønsket utfall – med hensyn til personlige mål – trenger ikke nødvendigvis være korrekt fra et risikoperspektiv. Dersom man kjører i 150 km/t på motorveien kan føreren av bilen

oppnå sine personlige mål om å nå sin destinasjon raskere, samt oppnå et adrenalinkick. Dette er ikke en korrekt handling sett fra et risikoperspektiv. Med mindre feilmarginer og en usikkerhet knyttet til hvordan denne farten vil påvirke utfallet dersom feil inntreffer vil følgelig risikoeksponeringen øke. På samme måte vil ikke etterlevelse nødvendigvis være korrekt, eller en overtredelse automatisk være ukorrekt. Alt dette avhenger av lokale forhold og at prosedyrene er tilstrekkelige (Reason, 1997). Fra denne erkjennelsen får vi fra Reason seks typer av regelbasert atferd:

Tabell 2 Seks variasjoner av regelrelatert ytelse (Reason, 1997).

	Gode regler	Dårlige regler	Ingen regler
Korrekte resultater	Korrekt etterlevelse	Korrekt overtredelse	Korrekt improvisasjon
Uønskede resultater	Misvention	Mispliance	Feil

- Korrekt etterlevelse: Riktig og sikker prestasjon oppnådd ved å overholde hensiktsmessige sikkerhetsregler.
- Korrekt overtredelse: riktig prestasjon oppnådd ved å avvike fra upassende/dårlige regler eller prosedyrer
- Korrekt improvisasjon: en fremgangsmåte valgt som følge av mangelen på passende prosedyrer som fører til et trygt utfall.
- Misvention: atferd som innebærer et avvik fra hensiktsmessige sikkerhetsregler og fører til et utrygt utfall.
- Mispliance: atferd som innebærer feilaktig etterlevelse av upassende eller unøyaktige operasjonsprosedyrer og fører til et utrygt utfall.
- Feil: et utrygt utfall som følge av en upassende handlingsplan utført imangelen av passende prosedyrer (kunnskapsbasert feiltakelse)

Den kinesiske generalen Sun Tzu, har skrev i sin 2500 år gamle avhandling “The Art of War” en rekke taktikker og strategier for bruk i krig. Han anbefalte blant annet følgende råd for veloverveide brudd på ordre fra overordnede:

“Dersom det å kjempe er sikkert å resultere i seier, må du kjempe, til tross for at herskeren forbyr det. Dersom det å kjempe ikke vil resultere i seier, må du ikke kjempe, selv ikke om herskeren beordrer det”.

I sitatet over vil en seier altså vise til sikkert utført arbeid. En god og sunn tilnærming til risiko krever altså at organisasjonen har – og følger – gode, presise og relevante regler og prosedyrer for å styre handlingene til de involverte på en forutsigbar og trygg måte.

2.5.2 Latente forhold

Fra Figur 2-4 så vi at i tillegg til delene som utgjør selve pyramiden påvirkes forsvarene også gjennom latente forhold. Dette er elementer inne i selve organisasjonsoppbygningen som kan påvirke barrierene direkte. Forhold som dårlig design, mangler innenfor tilsyn og kontroll, uoppdagede produksjonsfeil, feil ved vedlikehold, ubrukelige prosedyrer, klønete automatisering, dårlig opplæring, ikke tilstrekkelige verktøy osv. kan ligge uoppdaget i en organisasjon over flere år før det gir utslag i form av ulykker. Vi skiller mellom latente aktive feil og latente forhold. Aktive feil vil, i all hovedsak, ha et kort tidsrom fra feilen oppstod til ulykken inntreffer. Latente forhold kan være tilstede i lang tid før de sammen med lokale forhold fører til en ulykke ved å trenge seg gjennom systemets forsvar. Aktive feil vil ha en tendens til å være unike og knyttes til en spesifikk ulykke. Latente forhold vil – dersom de blir liggende uoppdaget og ikke blir rettet opp i – kunne medvirke til en rekke forskjellige typer ulykker. Latente forhold vil også kunne øke sannsynligheten for ulykker gjennom sin påvirkning av lokale forhold slik at de legger til rette for feil og overtredelser. I tillegg vil de kunne forverre konsekvensene av utrygge handlinger gjennom sin påvirkning av systemets barrierer og forsvar (Reason, 1997).

Latente forhold er tilstede i alle systemer og er en uunngåelig del av enhver organisasjon. De kan være et resultat av dårlige valg som for eksempel gjennom allokering av ressurser i organisasjonen eller overdrevent fokus på produksjon på bekostning av beskyttelse. Slike valg vil påvirke organisasjonen over tid og føre til skjevheter, som igjen kan gi utslag ved at de bryter gjennom barrierene og fører til ulykker.

I etterpåklokskapens lys vil det nesten alltid være mulig å identifisere faresignalene som burde blitt plukket opp i forkant av en ulykke og forhindret den. Man ser i de fleste tilfeller hvordan analytikere og granskere (og andre som uttaler seg) i forbindelse med ulykker spør seg; “hvordan kunne faresignalene ikke bli plukket opp av de involverte”. Det er viktig å huske at personer som analyserer situasjoner etter at ulykken har inntruffet vil ha et markert annerledes syn på situasjonen enn dem som var innblandet på forhånd. Det å vite hvordan en hendelse utartet seg - også kalt utfallskunnskap – påvirker vår vurdering av handlingene foretatt av dem som var på stedet. En rekke studier viser at mennesker (Reason, 1997):

- Overestimerer hva de selv kunne visst i forkant
- Overestimerer hva andre visste i forkant
- Glemmer hva de selv visste i forkant

De hollandske psykologene Willem Albert Wagenaar og Jop Groenweg forklarer at en indikator på en ulykke, kun er en advarsel dersom du vet hvilken ulykke du vil oppleve slik (Wagenaar, et al., 1987):

“Ulykker synes å være resultatet av svært komplekse tilfeldigheter som sjeldent kunne ha vært forutsett av menneskene involvert. Uforutsigbarheten skyldes det store antallet av årsaker og spredningen av informasjon mellom de involverte... Ulykker inntreffer ikke fordi mennesker gambler og taper, de inntreffer fordi man ikke tror at ulykken som er i ferd ved å inntreffe i det hele tatt er mulig”

I eksemplene som følger senere i oppgaven er det klare sammenhenger i hvordan områdene ble administrert, og hvordan kulturen som rådet på arbeidsplassen i stor grad påvirket måten installasjoner ble administrert og operert.

2.5.3 Læring

I en ideell verden ville en organisasjon aldri oppleve ulykker eller uønskede hendelser. Systemets forsvar ville identifisert alle farer og beskytte de involverte. Dessverre fungerer det ikke slik i den virkelige verden. Som vi har sett på tidligere vil det alltid finnes faktorer som forringer forsvaret. Det vil finnes “hull” i barrierene (ref. Figur 2-3) og man kommer ikke utenom menneskelig feilbarlighet. Det er derfor ytterst viktig at organisasjoner lærer av tidligere hendelser, nestenhendelser og ny relevant informasjon. Både internt og eksternt for kontinuerlig å forbedre seg og forsvare seg mot farer.

Ved organisatorisk læring menes det at en organisasjon evner å endre sin atferd for å kunne korrigere feil og mangler. Dette gjøres ved å nyttiggjøre erfaringer, bygge ny kunnskap og å anvende denne. Det finnes mange måter for en organisasjon å lære på. En måte vil være å utvikle rutiner, regler og prosedyrer, såkalt formell kunnskap. Samt gjennom ikke-formalisert kunnskap, såkalt taus kunnskap. Det er imidlertid ikke slik at all form for læring er godt for sikkerhet. Man må skille mellom den spesifikke læringen og læringsprosessen, og analyser av konsekvenser og evaluering av hvorvidt læringen utgjør en fordel for organisasjonen (Levitt, et al., 1988) (Schultz, 2002). I vårt tilfelle vil fordelene være knyttet til sikkerhet. Organisatorisk læring er et omfattende tema i litteraturen og gir ulike bilder av analysenivå, fra individer til organisasjoner. Et viktig poeng ved den organisatoriske læringsprosessen er at organisasjoner tilpasser seg omgivelsene og lærer fra erfaringer. En definisjon på organisatorisk læring beskriver fenomenet som endring i organisasjonens kunnskap. Denne typen endring av kunnskap finner man rester av i formelle prosedyrer, systemer, teknologiske løsninger og arbeidspraksiser. (Schultz, 2002)

Organisatorisk læring bygger på tre typiske observasjoner gjort fra studier gjort på organisasjonsatferd (Levitt, et al., 1988). Den første er at atferd i en organisasjon er basert på rutiner. Handlinger stammer fra en logikk som sier at handlingen tjener et formål og er legitim mer enn en tankegang basert på konsekvenser eller intensjon. Det innebærer å matche prosedyrer til ulike situasjoner mer enn å kalkulere valgmuligheter. Den andre observasjonen er at organisatoriske handlinger er

historikkavhengig. Rutiner er basert på fortolkninger av tidligere hendelser mer enn forventninger knyttet til fremtiden. Rutiner tilpasser seg erfaringer gradvis som en respons til tilbakemeldinger om utfall. Den tredje observasjonen er at organisasjoner er målorienterte. Atferden deres avhenger av forholdet mellom utfallet de observerer og forventningene de har for disse utfallene. Det er et skarpere skille mellom suksess og fiasko enn det er mellom ulike grader av de to (Levitt, et al., 1988).

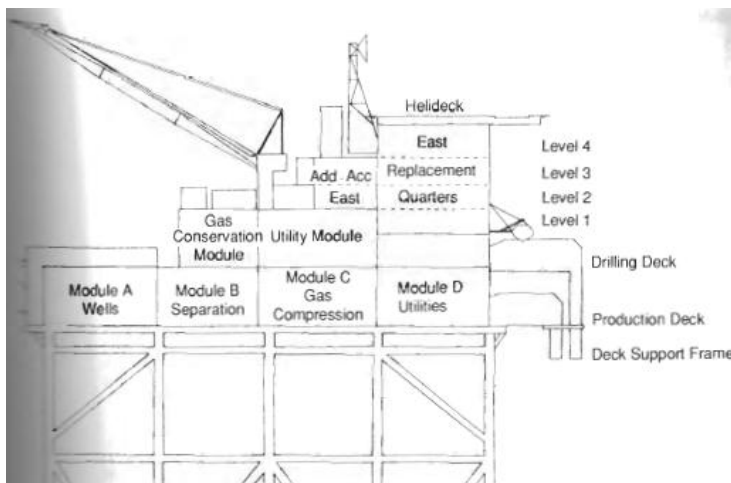
3 Presentasjon av ulykkene

Det følgende kapittelet vil presentere fire alvorlige hendelser, hvorav to inntraff på norsk sokkel. Hendelsene er godt dokumentert gjennom granskninger og forskningsarbeid og strekker seg over en periode på 24 år. Hendelsene blir presentert i kronologisk rekkefølge og er som følger:

- Piper Alpha (1988)
- Macondo (2010)
- Gullfaks C (2010)
- Heimdal (2012)

3.1 Piper Alpha (1988)

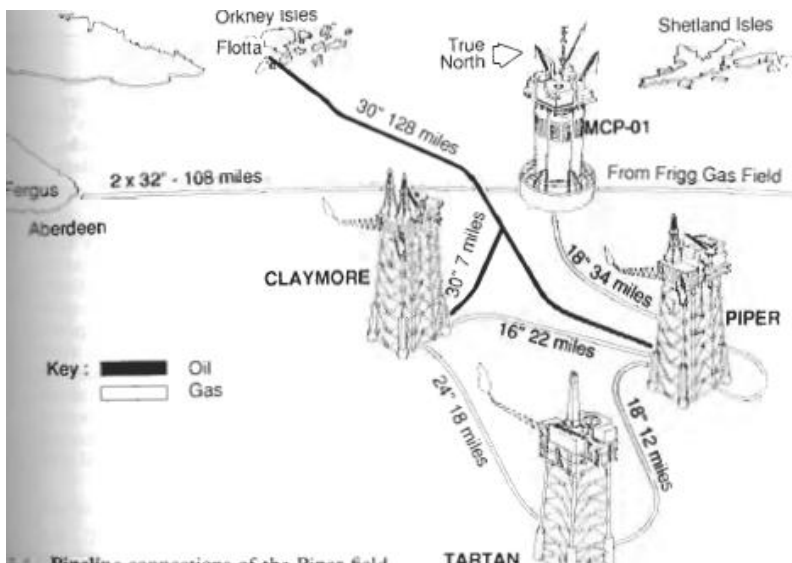
Occidental var operatør på Piperfeltet hvor produksjonsplattformen Piper Alpha, opererte på 144 meters dyp. Plattformen hadde en produksjonskapasitet på ca. 250 000 fat olje/dag. Piperfeltet er lokalisert på Britisk sektor i Nordsjøen, ca. 190 km nord-nordøst for Aberdeen.



Figur 3-1 Piper Alpha sett fra siden (Lord Cullen, 1990).

Piper Alpha var opprinnelig bygget for å produsere olje. Høyrisiko områdene vedrørende oljeproduksjon på plattformen var derfor plassert strategisk i forhold til bolig og kontrollrom fasiliteter for økt sikkerhet samt bygget med brannvegger og branndører. Plattformen ble i 1978 modifisert for å

produsere gass i tillegg til olje med blant annet modul C, gasskompresjonsmodulen, plassert i nærheten av kontrollrommet (Lord Cullen, 1990).



Figur 3-2 Nettverket av plattformer ved Piper Alpha (Lord Cullen, 1990).

Piper Alpha var koblet i ett nettverk med flere andre plattformer som vist i Figur 3-2 Nettverket av plattformer ved Piper Alpha . Piper Alpha sendte gass til gasskompresjonsplattformen MCP-01. Oljen ble sendt direkte til oljeterminalen, Flotta, på Orknøyene. Rørledninger med gass fra både Tartan og Claymore gikk via Piper Alpha.

3.1.1 Hendelsesforløp

Den 6. juli 1988 på dagskiftet foregikk det vedlikehold på en avstengt gasskompressor A i modul C. En overtrykksventil på kondensat injeksjonspumpe A ble fjernet for vedlikehold og erstattet med en ufullstendig boltet blindflens. Dagskiftet ble aldri ferdig med vedlikeholdet i løpet av skiftet og arbeidstillatelsen som informerte om det pågående arbeidet ble ikke overlevert i henhold til gjeldende prosedyrer og til riktig instans. Nattskiftet ble derfor ikke informert om det pågående vedlikeholdsarbeidet på gasskompressor A (Lord Cullen, 1990).

18.00: Dagskiftet går av vakt, men den ansvarlige ingeniøren for vedlikeholdsarbeidet får ikke levert arbeidstillatelsen til riktig instans da personell synes å være opptatt. Arbeidstillatelsen legges derfor på kontrollrommet. Nattskiftet begynner, uvitende om at det pågår vedlikehold på gasskompressor A.

19.00: Brannslukningssystemet blir satt i manuell modus etter fulgt prosedyre som følge av at det er dykkere i vannet.

21.45: Kondensat injeksjonspumpe B tripper og en operatør går ned til modul C for å undersøke. Dersom man ikke fikk levert gass til generatorene kunne det bety at all strøm gikk på plattformen. Generatorene hadde tidligere feilet ved flere anledninger når de skulle bytte over til diesel. På dette

tidspunktet forelå det usikkerhet vedrørende vedlikeholdsarbeidet på gasskompressor A og tilhørende arbeidstillatelser.

21.52: En arbeidstillatelse vedrørende generelt vedlikehold på kondensat injeksjonspumpe A blir funnet og tilsier at arbeidet ikke er påbegynt. Arbeidstillatelsen som stadfester at overtrykksventilen mangler og at pumpen ikke må startes under noen omstendigheter er forsvunnet. Overtrykksventilen er plassert et stykke unna selve pumpen og siden den var erstattet med en blindflens var det vanskelig å få øye på.

21.57: Kondensatpumpe A blir startet opp og trykket øker omgående. Boltene som fester blindflensen er kun dratt til med håndkraft og det lekker ut raskt ut gass. Flere gassalarmer går, men gass-skyen antennes før noen rekker å reagere på gassalarmene. En eksplosjon oppstår og brannveggene kollapser som følge av overtrykket. Deler av brannveggen som blir sendt avgårde ødelegger utstyr og et rør med gass, lekkasjen antennes umiddelbart. Spredning av brannen er nå et faktum.

22.20: Tartans gassriser gir etter i flammene, noe som medfører en lekkasje på 15-30 tonn med gass hvert sekund. En ildkule skyter 150 meter opp i lufta.

22.30-22.50: Brannsluknings- og redningsfartøyet Tharos nærmer seg plattformen. En gangvei strekkes ut for å redde overlevende personell, men det tar for lang tid for den å nå plattformdekket. Den andre rørledningen med gass gir etter og flammene står 100 meter opp i været. Tharos må trekke seg tilbake pga. den enorme varmeutviklingen og gjenlevende personell hopper i sjøen fra rundt 60 meter. Claymore besluttet å stoppe pumpingen av gass via Piper Alpha.

23.20: Rørledningen som knytter Claymore og Piper Alpha sammen revner i flammeinfernoet og katastrofen tar sine siste liv.

Totalt døde 167 mennesker hvorav to var fra en hurtiggående redningsbåt.

3.1.2 Barrieresvikt på Piper Alpha

Når vi ser tilbake på Piper Alpha går vi over 25 år tilbake i tid. Fokuset på risikostyring, barrierer og sikkerhet var vesentlig mindre enn hva tilfellet er i dag. Det er i dag tettere oppfølging av offshore sikkerhet fra tilsynsmyndigheter, og man har tatt lærdom av tidligere hendelser.

Det er noen sentrale forhold ved Piper Alpha som lå bak og førte til katastrofen.

- Plattformen var i all hovedsak designet for å produsere olje, men ble senere bygget om for å håndtere gassproduksjon i tillegg. Denne ombyggingen førte til at plattformen ikke var robust nok til å takle eventuelle ulykker knyttet til gass.
- De organisatoriske forholdene på Piper Alpha var preget av dårlig sikkerhetskultur, generelle kommunikasjonsproblemer og dårlig oppfølging av eksisterende problemer. Occidental hadde

to år tidligere fått påvist gjennom en studie at det pga. rørdimensjonen ville ta flere timer å redusere trykket i gassrørene til og fra plattformen. Personell på plattformen var kjent med at dersom strømgeneratorene ikke fikk gass og måtte bytte over til diesel automatisk hadde de en tendens til å feile og var dermed ute av stand til å levere strøm til plattformen. Generelt sett virket det å være en kultur som fremmet å produsere maksimalt, men minimalt med nedetid eller redusert kapasitet.

3.1.2.1 Arbeidstillatelse

Arbeidstillatelser skulle etter gjeldende prosedyrer signeres inn og ut for å unngå kommunikasjonssvikt mellom dagskift og nattsift. Når dagskiftet var over den 6. juli ble aldri arbeidstillatelsen på overtrykksventilen signert ut. Den ble forsøkt levert til vakthavende personell som ble oppfattet som opptatt og arbeidstillatelsen ble deretter lagt på kontrollrommet. Nattsiftet ble av den grunn ikke informert om det pågående vedlikeholdsarbeidet på gasskompressor A. Det viste seg at det også i årene forut for ulykken var dårlig oppfølging og kontroll på arbeidstillatelsene (Lord Cullen, 1990). Noe som tyder på en lite utviklet sikkerhetskultur hvor prosedyrer ikke ble fulgt og en valgte snarveier.

3.1.2.2 Aktivt brannslukningssystem

Det var installert et brannslukkesystem som ble automatisk aktivert dersom det ble detektert gass eller brann på plattformen. Det forelå prosedyrer som tilsa at systemet skulle overstyres og settes i manuell modus for å unngå at dykkere ble sugd inn i de kraftige pumpene ved oppstart, uavhengig av hvor dykkingen foregikk. I sommerhalvåret kunne det være dykkere i vannet så mye som tolv timer i døgnet, følgelig var systemet overstyrt store deler av tiden (Lord Cullen, 1990).

Den 6. juli var det dykkere i vannet og systemet ble av den grunn ikke aktivert. En lite gjennomtenkt prosedyre om å sette systemet i manuell modus uavhengig av dykkernes lokasjon forhindret aktiv brannslukking på ulykkesdagen.

3.1.2.3 Brannvegger

Plattformen var i utgangspunktet relativt godt rustet for å produsere olje og de farene som kan oppstå tilknyttet dette. Da den senere ble modifisert for å produsere gass i tillegg ble det gjort lite for å opprettholde sikkerheten. I den risikoutsatte gasskompresjonsmodulen var det kun benyttet brannvegger for å isolere en eventuell brann, og ikke eksplosjonssikre vegger og dører. Det var ikke tatt hensyn til at en antennelse av hydrokarboner i gassform kan skape et betydelig overtrykk som brannvegger ikke er designet for.

Da gass-skyen i modul C ble antent og eksploderte genererte det et overtrykk som medførte at paneler i brannveggen ble revet vekk og bidro til skader på omkringliggende utstyr og rørledninger. Et rør med kondensat gav etter som følge av prosjektiler fra brannveggen og førte til en ny lekkasje.

3.1.2.4 Moduldesign

Modul C var plassert nære vitale enheter på plattformen som kontrollrom, radiatorom og boligdel. Kontrollrommet ble ødelagt i den første eksplosjonen og lammet dermed den største kommunikasjonskanalen på plattformen. Dette er en feil i designfasen ved oppgradering av plattformen som fikk store konsekvenser.

3.1.2.5 Kommunikasjon på plattformen

Kontrollrommet ble som nevnt over skadet i den første eksplosjonen og forlatt av vakthavende personell kort tid etter. Det ble ikke gitt ut meldinger om evakuering på høyttaleranlegg og personell fikk ikke instruks om å evakuere plattformen. Det var prosedyre at det ved ulykker og behov for evakuering skulle personell mønstre ved livbåtene. Dette ble forsøkt, men pga. kraftig varme og røykutvikling var det umulig å ta seg fram. Personell samlet seg dermed i boligdelen under helikopterdekk i håp om evakuering via helikopter. Evakuering med helikopter var ikke mulig og det ble ikke gitt videre instruks om hva personell skulle gjøre. Røyk begynte relativt raskt å ta seg inn i boligdelen da den lå øverst og det antas at det var her mesteparten av personellet omkom. Personell som overlevde fulgte ikke evakueringsprosedyrer, men hoppet heller i sjøen.

3.1.2.6 Kommunikasjon med Claymore og Tartan

Piper Alpha sendte allerede ved den første eksplosjonen ut nødmeldinger til Claymore og Tartan som hadde rørledninger via Piper Alpha. Ingen av plattformene stengte ned produksjonen selv om de var klar over tilstanden på Piper Alpha da de ikke hadde myndighet fra Occidentals kontrollsenters på land. Dette førte til at man sendte flere tonn gass ut på en brennende plattform. Den fortsatte pumping skyldtes frykt for represalier ved å bryte prosedyrer pga. kostnaden en total nedstenging ville få. Claymore besluttet å stoppe pumpingen etter den andre eksplosjonen. Hadde Claymore og Tartan stoppet pumpingen på et tidligere tidspunkt, kunne brannen brent ut og konsekvensene blitt betydelig mindre.

3.1.3 Sammendrag

På Piper Alpha var det en rekke feil og bakenforliggende årsaker som til sammen gjorde at ulykken inntraff med et så stort omfang. Ved å bygge om plattformen fra å produsere olje til et gassenter endret man en rekke forutsetninger designet inn i den opprinnelige plattformen. Dette førte til latente forhold (ref. Figur 2-4) og økt risiko. I tillegg hadde man på Piper Alpha og i Occidental generelt en kultur som i meget stor grad premierte lønnsomhet og effektivitet og som straffet det motsatte. Dette fokuset førte til en frykt for å hindre lønnsomhet i så stor grad at det fikk utslag gjennom Claymore og Tartans manglende vilje til å stenge ned sin produktivitet til tross for at de var klar over situasjonen på Piper Alpha. Denne typen kultur med et overdrevent fokus på effektivitet er en gjenganger i flere alvorlige ulykker i petroleumsindustrien. På ulykkestidspunktet var manglende kommunikasjon en bidragsyter til at ulykken fikk mulighet til å inntreffe. Arbeidstillatelsen som skulle overleveres til vakthavende

personell ble neglisjert og bare lagt igjen på et skrivebord som et notat til mannskapet på vakt. Det synes som om det over flere år hadde oppstått en kultur der avvik fra prosedyrene knyttet til arbeidstillatelsene var blitt normalisert og dermed ikke lenger sett på som reelle avvik. På Piper Alpha hadde man også tilfeller av dårlige prosedyrer som kombinert med dårlig design førte til at mannskapet som fulgte prosedyrene omkom, mens de som improviserte, i stor grad utgjorde dem som overlevde (ref. Tabell 2)

3.2 Macondo (2010)

Den 20. april 2010 hadde den flytende boreriggen Deepwater Horizon akkurat fullført boringen av en brønn i Mexicogolfen da den opplevde en utblåsning. Eksplosjonene og brannen som fulgte, førte til at 11 mennesker mistet livet. Hendelsen står tilbake som en av de mest alvorlige ulykkene offshore noensinne, mye på grunn av de enorme miljømessige konsekvensene. Brønnen ble ikke tettet før etter 87 dager etter hendelsen inntraff og befant seg 77 km fra kysten av Louisiana. Forsøk på å hindre råoljen fra å nå kysten av USA lyktes ikke, noe som førte til store ødeleggelser av dyrelivet. Aksjekursen til operatørselskapet BP halvertes i verdi etter hendelsen og det syntes mulig at selskapet ikke kom til å overleve. To år senere var aksjeprisen fortsatt 25 % under nivået før ulykken. BP estimerte at selskapet måtte betale ut mer enn 40 milliarder USD i erstatninger og bøter. (Hopkins, 2012) Som følge av størrelsen av ulykken og oppmerksomheten den fikk i media, ble Macondo-ulykken en av de best dokumenterte ulykkene i offshore oljeindustri noensinne. Det er skrevet utallige rapporter, bøker, artikler, dokumentarer og reportasjer for å prøve å få innsikt i hva som faktisk skjedde.

3.2.1 Hendelsesforløp

BP utarbeidet i etterkant av ulykken en grundig rapport for å beskrive hva som skjedde om bord på Deepwater Horizon, og hva som ledet opp mot ulykken. BPs rapport regnes for å være grundig og nøyaktig når det kommer til å beskrive hendelsesforløpet. For videre læring er det imidlertid som tidligere nevnt i oppgaven ikke nok bare å kartlegge hva som skjedde, men hvorfor det skjedde, og hvordan det kunne skje.

3.2.1.1 Barrierer og barrierebrudd gjenkjent av BP

BP nevner i sin rapport 8 barrierer som ble brutt i forkant og under utblåsningen av Macondo-brønnen:

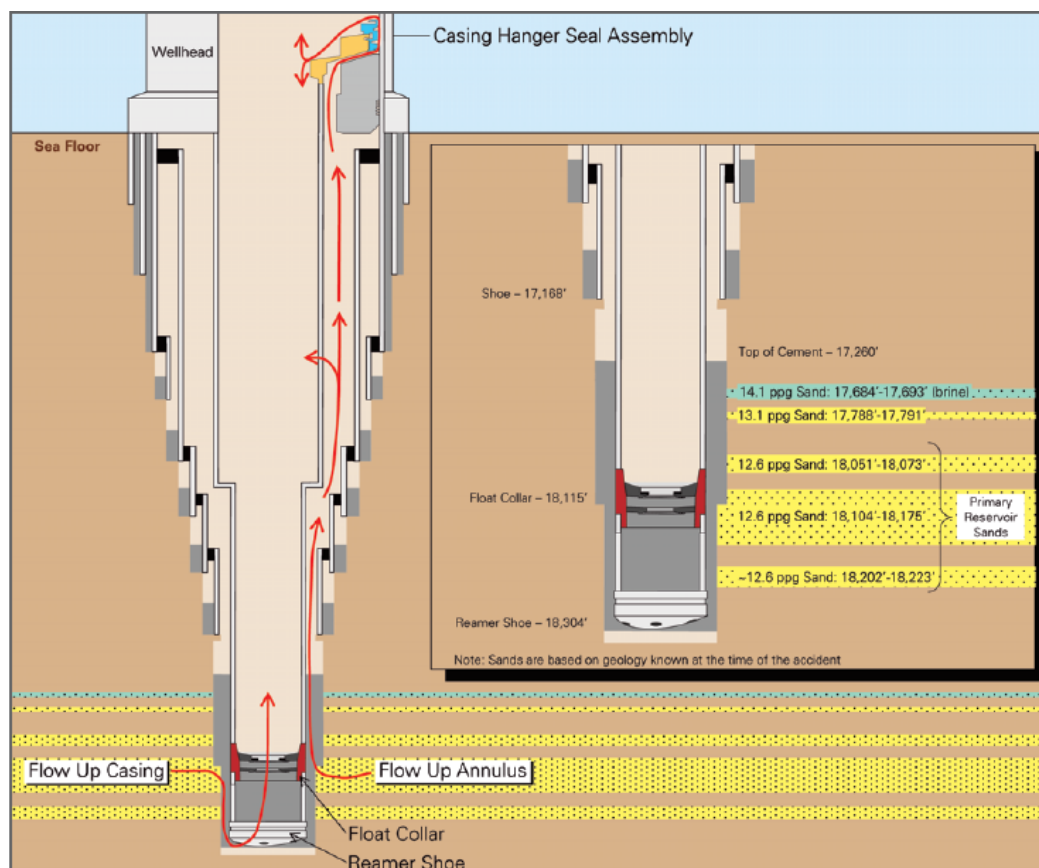
1. Sementbarrieren i ringrommet isolerte ikke hydrokarbonene
2. Sko barrieren isolerte ikke hydrokarbonene
3. Den negative-trykktesten ble vurdert som vellykket selv om brønnintegriteten ikke var blitt sikret
4. Tilstrømmingen av hydrokarboner ble ikke oppdaget før hydrokarbonene var i riseren.
5. Tiltak for å oppnå kontroll over brønnen feilet.

6. Avledning av hydrokarboner til MGS resulterte i at hydrokarbonene spredte seg på dekk.
7. Brann- og gas systemene hindret ikke antennelse av hydrokarboner
8. BOP feilet i å forsegle brønnen.

En av utfordringene ved ulykker er å fortsette å undersøke hvordan ulykken har oppstått, etter at man har kartlagt hva som har skjedd. Mennesket har en underlig evne til å være tilfreds bare man har noen å plassere skylden hos (Reason, 1997).

3.2.1.1.1 Sementbarrieren i ringrommet isolerte ikke hydrokarboner

For å hindre tilstrømming av hydrokarboner fra reservoaret til borehullet blir sement pumpet ned gjennom føringsrøret og opp i brønnbanens ringrommet. Dette skaper en fysisk barriere som skal sørge for at hydrokarboner ikke kommer inn i føringsrør gjennom topp eller bunn av ringrommet slik Figur 3-3 illustrerer.



Figur 3-3 Oversikt over Macondo brønnen (BP, 2010).

Halliburton hadde ansvaret for å analysere og vurdere brønnen, for så å komme med en anbefaling for hvilken type sement som skulle brukes. På grunn av at ulike brønner vil ha ulike geologiske egenskaper er det variasjon i tettheten på sementen som blir brukt i slike operasjoner. For å hindre at formasjonene rundt reservoarene kollapser og fører til økonomiske tap blir det pumpet inn nitrogen i sementen. Dette for å lage et sementskum som har mindre tetthet enn tradisjonell sement.

Modellering av sementblandingen viste at det ble brukt en blanding med svært høye nivåer av nitrogen noe som førte til at blandingen ble ustabil. Under selve fyllingen av ringrommet ble det heller ikke brukt tilsetningsstoffer for å hindre væsketap fra sementen. Det ble brukt svært lite sement i forhold til fortrenningsvolumet, noe som kunne føre til forurensning av sementen (BP, 2010).

Fokuset var å ha en lett sementblanding for å minimere sannsynligheten for økonomiske tap som følge av kollaps i brønnveggen. Selskapene involvert i boringen har på grunn av dette økonomiske fokuset senere blitt omtalt som: "... en gruppe selskap som i stor grad hadde foten på gassen, fremfor på bremsene" (Horne, 2010) Prosessen med sementjobben kan tyde på at tilstrekkelige risikoanalyser ikke er gjennomgått i forbindelse med arbeidet. Man ser tegn til en organisasjonskultur som, bevisst eller ubevisst, setter inntjening og effektivitet over kvaliteten og sikkerheten ved arbeidet.

3.2.1.1.2 Shoe track barrieren isolerte ikke hydrokarbonene.

Det er i hovedsak to måter hydrokarboner kan entre fôringsrøret på:

1. Gjennom skoen – Shoe track barrieren er en sementplugg i enden av fôringsrøret som skal hindre innstrømming av hydrokarboner og besto i dette tilfellet av ca. 190 fot sement samt to ventiler. Dette er fysiske barrierer som skal hindre hydrokarboner å entre fôringsrør.
2. Gjennom ringrommet – hydrokarboner fyller brønnen på utsiden av fôringsrør og kan trenge gjennom fôringsrøret på denne måten. De to barrierene som skal hindre dette er:
 - a. Fôringsrør-forseglingen i toppen av brønnen
 - b. Fôringsrøret selv og komponentene

Gjennom sin granskningsrapport fant BP ut at tilstrømmingen av hydrokarboner måtte ha skjedd gjennom skoen. Det er antatt at den dårlige sementkvaliteten fra ringrommet også hadde påvirket sementen i skoen, samt at ventilene som skulle stenges var ødelagt (BP, 2010).

3.2.1.1.3 Den negative-trykktesten ble vurdert som vellykket selv om brønnintegriteten ikke var blitt sikret

I en negativ trykktest pumper man opp slam fra brønnen og erstatter dette med lettere sjøvann for å skape en underbalanse i brønnen. Dette gjøres for å simulere at brønnen er forlatt, og man tester dermed om brønnen er stabil og tåler trykket påført av brønnveggen. Macondo brønnen var designet for å være en letebrønn som skulle forlates midlertidig for senere å gjøres om til produksjonsbrønn, og man måtte derfor være sikker på at brønnintegriteten var intakt.

For å erstatte slam med saltvann må man ha en spacer som hindrer at slam og vann blandes. Om bord på "Deepwater Horizon" hadde man store mengder tapt sirkulasjonsvæske igjen i mud pit som ikke var blitt brukt. Dette var en væske som – dersom det var blitt brukt i brønnen – kunne dumpes overbord. Det ble avgjort at denne tyktflytende væsken skulle brukes som spacer for så å kunne dumpes over bord. Selv om det vanligvis ikke ble brukt til dette formålet (BP, 2010) (Horne, 2010).

Fordi man ville kvitte seg med mest mulig av væsken ble det pumpet ned hele 424 fat, en betydelig større mengde enn det som er vanlig. (Horne, 2010)

Under avblødning fikk man en større flyt av sjøvann enn det som var forventet dersom brønnen hadde vært adskilt fra reservoaret. Verken brønnleder eller annet personell tolket dette som en tidlig indikasjon tap av brønnintegritet. I tillegg ble det observert at trykket på borerøret hadde økt fra 0 til 1400 psi uten at det ble registrert strømning på kill line. Mye tyder på at dette skyldtes enten feilaktig stengte ventiler, eller at den tykflytende spaceren hadde tettet kill line.

Sett i sammenheng er alle disse observasjonene indikasjoner på at brønnen ikke var tett, men trykktesten ble likevel ansett for å være vellykket. Det er ingen bransjestandard på hvordan man utfører og godkjenner denne typen tester, men dersom resultatene hadde blitt tatt mer alvorlig av Transocean og BPs team på stedet kunne man foretatt flere tester og fått flere indikasjoner på at brønnen ikke var tett.

Mye tyder på at det var et visst tidspress da testene ble foretatt, og som tidligere nevnt var det fokus på effektivitet og lønnsomhet. En pålitelig måte å monitorere brønnen på er ved å se på væsknivåene i mud pit. Dersom mengden som pumpes inn i brønnen er sammenfallende med det man får ut er brønnen tett. På “Deepwater Horizon” var tankene i ferd med å tømmes til supplybåter for å fraktes inn til land samtidig som trykktestene foregikk for å spare tid. Dette fratok slamlogger om bord muligheten til å overvåke væsknivåene om bord, og man oppdaget ikke det faktum at man mottok mer væske enn det som ble pumpet i brønnen.

3.2.1.1.4 Tilstrømmingen av hydrokarboner ble ikke oppdaget før hydrokarbonene var i riseren.

Indikasjoner på at det var tilstrømming av hydrokarboner fra brønnen ble ikke identifisert eller gjenkjent i tide. Styring av brønnkontroll er avhengig av en tidlig identifisering av hendelser for å kunne treffe passende tiltak. BP satt opp en framstilling av hva som skjedde på de enkelte tidspunktene under ulykken. Fra disse dataene ser man at det var vært flere nøkkelindikatorer som ikke ble oppdaget av personellet om bord.

1. Mellom 20:58 -21:08 økte både trykket og utflyt, tilsynelatende uten grunn, da flyt in var holdt tilnærmet konstant.
2. 21:08 ble pumpene slått av, men trykket i drill pipe økte fra 1017 psi til 1263 psi over 5,5 minutter.
3. Fra 21:31 til 21:36 Trykket i borerøret økte med 556 psi mens pumpene var av.

Disse indikasjonene på innflyt i brønnen burde blitt plukket opp av mannskapet på vakt og tiltak burde ha blitt iverksatt. Ingen tiltak ble iverksatt før 21:41 da utflyt ble styrt til MGS og man aktiverte BOP

for å stanse utstrømmingen. Da hadde allerede slam skutt oppgjennom derriken og man antar at det var ca. 1000 fat hydrokarboner i riseren. (BP, 2010)

Det var ikke en mangel på barrierer som førte til at man fikk hydrokarboner i riseren og til slutt opp på dekk, men mannskapets manglende evne til å gjenkjenne faresignalene før det var for sent ble sammen med manglende vedlikeholdt utstyr avgjørende for hvordan ulykken skulle utarte seg videre. Dersom mannskapet hadde fått en tilstrekkelig opplæring og trening i hvordan man skulle tolke faresignalene som oppsto, samt at utstyret (BOP) hadde gjennomgått service på en tilfredsstillende måte ville barrierefunksjoner blitt koblet inn tidligere og fungert mer effektivt.

3.2.1.1.5 Tiltak for å oppnå kontroll over brønnen feilet.

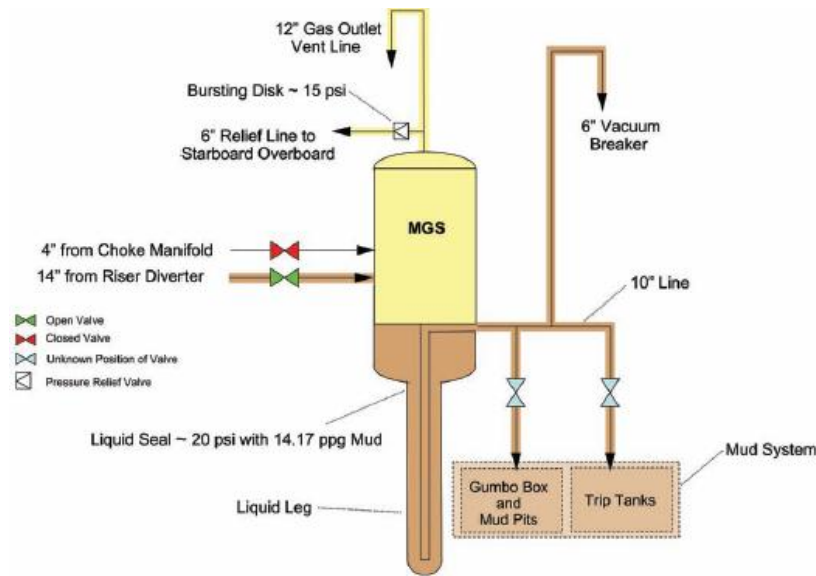
Tiden det tok fra det ble oppdaget hydrokarboner i brønnen til tiltak ble iverksatt var avgjørende for omfanget av ulykken. Det tok 40 minutter fra brønnen begynte å ta inn hydrokarboner til de første tiltakene ble iverksatt. Diverter ble stengt og flyt ble ledet til mud gas separator (MGS), annular preventer ble også forsøkt stengt, men forsegleet ikke før ca. 6 min etter aktivering. (BP, 2010)

Transocean hadde retningslinjer og prosedyrer som anga riggmansskapets handlinger mens de overvåket brønnen for flyt, samt tilhørende tiltak for hendelser. Protokollene gav imidlertid ingen fullverdig forklaring på hvordan man skulle opptre under en eventuell nødsituasjon. (BP, 2010) BPs granskningsgruppe kunne etter ulykken ikke finne noen protokoller eller dokumenter som anga hvordan mannskapet skulle opptre for å håndtere fortsatt flyt.

3.2.1.1.6 Avledning av hydrokarboner til MGS resulterte i at hydrokarbonene spredte seg på dekk.

Ideelt sett skulle hydrokarbonene blitt ledet over bord med overbord diverter line. Dette skjedde ikke. Mannskapet valgte å lede strømmen av hydrokarboner inn i MGS. Dette systemet er ikke beregnet til bruk under kritiske situasjoner med store mengder flyt og trykk slik det var i dette tilfellet. MGS ble dermed overbelastet og overtrykksventilen sprakk slik den var designet til å gjøre ved trykk over 15psi.

Som man ser av Figur 3-4 var MGS designet på en slik måte at gassuttaket og vakuumbreaker hadde en svanehalsdesign som førte til at gassen ble styrt ned på dekk da systemet ble overbelastet.



Figur 3-4 MGS system på Deepwater Horizon (BP, 2010).

3.2.1.1.7 Brann- og gas systemene hindret ikke antenne av hydrokarboner

En utblåsning med tilhørende gasslekkasje trenger ikke nødvendigvis være sammenfallende med tap av liv og materiell. En av de viktigste oppgavene et sikkerhetssystem offshore har er å forhindre antenne av hydrokarboner. “Deepwater Horizon” hadde systemer for deteksjon av gass, og tilhørende tiltak som skulle iverksettes dersom alarmen gikk.

Man har ut fra grundige analyser av ulykken kommet frem til det som antas å være hovedårsaken til at gassen ble antent på “Deepwater Horizon”. Viftene (HVAC) om bord var designet slik at de kunne stenges ned dersom gassalarmen gikk. Dette måtte imidlertid initieres manuelt av operatøren om bord. Dette skjedde ikke og generatorene om bord trakk inn gassen og ble overbelastet. Dette kan i seg selv ha vært en kilde til antenne, men vitner om bord forteller også at det rett før første eksplosjon ble observert lyspærer og dataskjermer som eksploderte på grunn av spenningen som ble tilført av generatorene om bord. Enten det var lyspærer, dataskjermer eller generatoren i seg selv som førte til antenne kunne det mest sannsynlig ha vært unngått dersom systemet tillot en automatisk stenging av viftene og ventilasjonsanlegget inn til generatorene.

3.2.1.1.8 BOP feilet i å forsegle brønnen.

BOP er designet for å kunne fungere som siste forsvar dersom tidligere tiltak for å stanse blow-out ikke har fungert. Som tidligere nevnt forsøkte man å stenge annular preventer da brønnen var kommet ut av kontroll. Dette feilet da den ikke klarte å lage en 100 % tett forsegling rundt borerøret. Det er

uvisst hvorfor denne lakk, men vitneutsagn forteller om en mulig skade på gummipakningen et par dager før ulykken da man hadde fått opp biter av gummi med sammen med slammet fra borehullet. (Horne, 2010)

Det kommer frem av interne rapporter foretatt av BP i 2009 at vedlikehold av BOP ikke var gjort i henhold til fastsatte prosedyrer. Det faktum at både den blå og gule poden hadde henholdsvis flatt batteri og defekt magnetventil tyder på en dårlig oppfølging og vedlikehold av utstyret. Det ble også avdekket hele seks lekkasjer fra det hydrauliske systemet i BOP i etterkant av ulykken.

3.2.2 Synet på Risiko

I selskapet BP hersket det en holdning om at det var *bra* å ta risiko. Følgende ble presentert BPs øverste leder for utforsknings- og produksjonssegment Andy Inglis i 2007 (The role of an International Oil Company in the 21th Century, 2007):

“... BP opererer på frontlinjen i energiindustrien – geografisk, teknisk og når det gjelder virksomhetens partnerskap. utfordringer og risiko er vårt daglige brød... Selskap som BP opererer i økende grad i ekstreme værforhold, økende dybder og i komplekse steinformasjoner... Det er fem hovedfordeler [av å være et internasjonalt oljeselskap]. For det første, å ta store risiko; for det andre, å sette sammen store og diversifiserte porteføljer; for det tredje, å bygge dyp intellektuell og teknisk kapasitet; for det fjerde, best mulig benytte seg av global integrering; og til slutt, skape langsiktige, gjensidig fordelaktige partnerskap... Så, først risiko. Som et ledende internasjonalt oljeselskap tar vi, og håndterer store risiko for å oppnå samsvarende belønninger. Vi tar på oss risiko i forbindelse med utforskning, kapital og pågående operasjonsrisiko...”

Sitatet over er mer eller mindre en hyllest av det å ta risiko, men det er viktig å merke seg at det er en spesiell type risiko som hylles – kommersiell risiko. Inglis taler ikke for at BP skal påta seg økt sikkerhetsrisiko for finansielle belønninger (Hopkins, 2012). Holdninger av denne typen fra ledelsen vil – som presisert tidligere i oppgaven – forplante seg nedover i en organisasjon og legge føringer for hvordan organisasjonens ansatte tenker og handler. Konsekvensen for BP ble dermed at menneskene i organisasjonen i all hovedsak så på risiko som en kommersiell, og ikke en sikkerhetsrelatert faktor. Man klarte å gjenkjenne kommersiell risiko, men innså ikke at de – gjennom sine handlinger og beslutninger – også introduserte selskapet og dets ansatte for sikkerhetsrisiko.

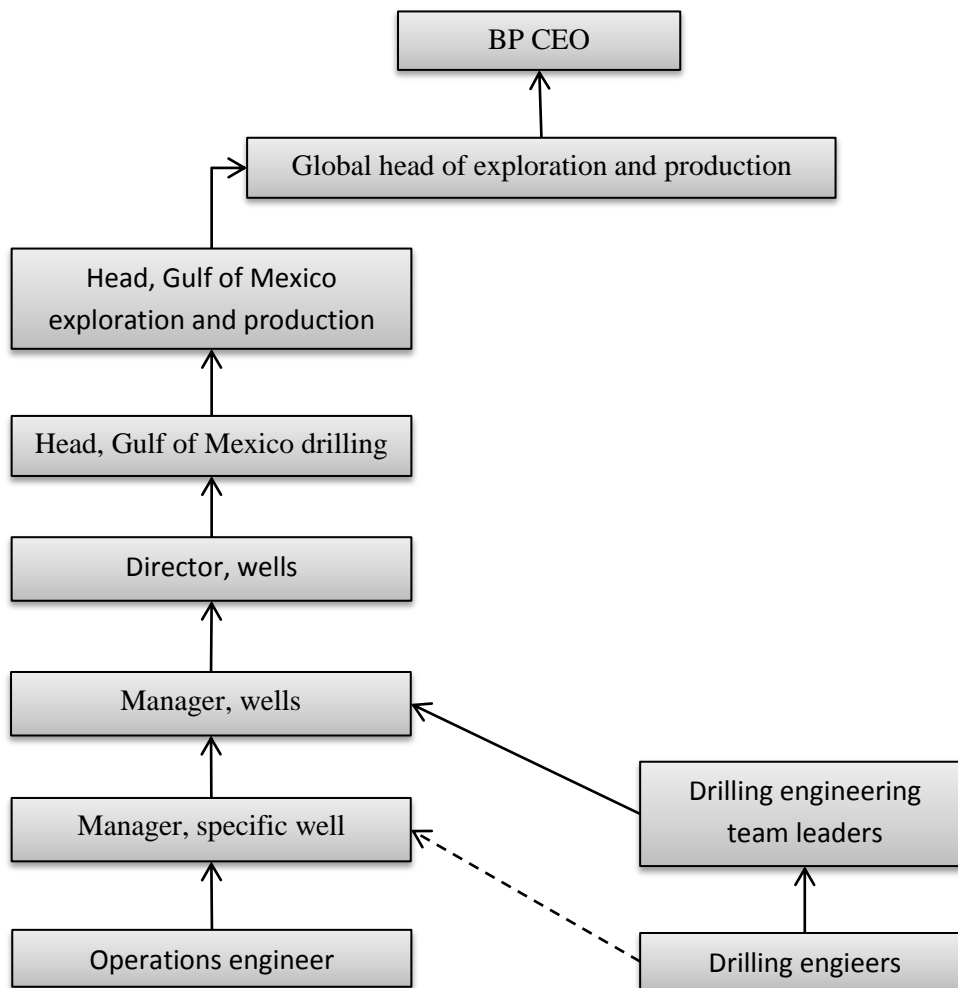
Denne formen for tenking fikk direkte utslag i form av kollaps av den første barrieren i brønnen, nemlig sementskoen. Ingeniørene som arbeidet med dette visste at dersom sementeringen feilet ville de måtte gå inn på nytt og reparere den feilede sementen. Dette var et arbeid de hadde utført tidligere (i samme brønn) og som de visste at ville koste BP flere millioner. Ingeniørene befant seg dermed i en

form for sjansespill: dersom jobben var en suksess ville de spare millioner av dollar. Dersom de feilet ville det koste BP millioner av dollar. Dette var – fra deres synspunkt – en ren kommersiell risiko. (Hopkins, 2012)

3.2.3 Organisatorisk struktur

Store selskap som BP og Statoil består ofte av en rekke forretningsenheter, som igjen består av en rekke underenheter og så videre. Lederne for disse enhetene er ansvarlige for resultatene for sin enhet. Enhetene er avhengig av en rekke forskjellige spesialister for å utføre sitt arbeid. I dette tilfellet ingeniører. Det finnes to potensielle rapporteringslinjer for ingeniører som arbeider innen en gitt enhet; de kan rapportere til enhetslederen eller til en ingeniør høyere i hierarkiet som ikke er en del av den samme enheten. Denne ingeniøren kan også rapportere videre til sin enhetsleder, eller til en ingeniør høyere i systemet og så videre. Linjen av spesialister må på et punkt rapportere til en person som er ansvarlig for virksomhetens resultater. Med den mulighet at ingeniør-linjen går hele veien til selskapets CEO. Det har vist seg at jo lenger ingeniørlinjen av ansvarlighet er, desto større er sannsynligheten for at de beste ingeniørmessige løsningene vil benyttes (Hopkins, 2012). Der hvor ingeniørene på frontlinjen rapporterer til en leder på frontlinjen er det stor sannsynlighet for at lederens avtaler om enhetens ytelse vil vektlegge de kommersielle målene for enheten. Dette kan i sin tur gå ut over det som vil være de ingeniørmessig beste alternativene. I motsatt tilfelle, dersom ingeniøren på frontlinjen rapporterer til en høyere ingeniør vil sannsynligheten for å vektlegge prosjekteringsmål. Personer med lik bakgrunn vil ha lettere for å forstå informasjonen som rapporteres, noe som fører til at viktig informasjon ikke går tapt underveis.

Systemet med hvordan en organisasjon er bygget opp var et viktig punkt i undersøkelsene av HRO-selskapene. Der hadde selskapene undersøkt i stor grad en evne til å tilside sette rang og hierarki i perioder med stor aktivitet og tidspress (La Porte, et al., 1991). Boreoperasjoner slik som ved Macondo er preget av et stort arbeidspress. Med fokus på effektivitet og kostnadsbesparelser. Det er en konstant kamp mellom effektivitet og sikkerhet (ref. Figur 2-5) og det kan være naturlig å diskutere hva som er den optimale organisasjonsstrukturen for denne typen selskap.



Figur 3-5 BPs organisatoriske oppbygning for utforskning og boring på ulykkestidspunktet (Hopkins, 2012).

BP hadde i årene før 2010 opplevd flere alvorlige hendelser og ulykker, der en desentralisert organisasjonsstruktur ble tatt frem som en bakenforliggende medvirkende årsak (Hopkins, 2009) (Hopkins, 2012). Det var planlagt at enheten for utforskning og boring som Macondo teamet var en del av skulle omstruktureres til en mer sentralisert modell. Da resten av organisasjonen hadde fullført dette arbeidet var det fremdeles ikke påbegynt for utforskning og boring, noe som ble begrunnet med at denne delen av organisasjonen hadde en svært god lønnsomhet (Hopkins, 2012). Modellen ovenfor viser hvordan rapporteringssystemet og organisasjonsstrukturen for utforskning og boring var oppbygd på ulykkestidspunktet.

3.2.4 Fokus

Det er et ordtak som sier: “what gets measured gets managed”, eller: “det som måles, styres”. Dette er imidlertid en sannhet med modifikasjoner. Det stemmer kun dersom det som måles blir gitt en relevans og betydning. Dersom storulykker skal kunne håndteres på en god og effektiv måte må man utarbeide passende indikatorer og deretter gjøre disse indikatorene betydning for arbeidet (Hopkins, 2012). Indikatorene for farer med storulykkepotensiale som BP hadde utviklet og inkludert i sine

ytelsesavtaler var kun gjeldende for produksjonsplattformer, ikke for borerigger (Hopkins, 2012). De kunne være effektive når det gjaldt å skape oppmerksomhet rundt farer med storulykkepotensiale på produksjonsplattformer, men ikke på borerigger som Deepwater Horizon.

3.2.5 Oppsummering

Macondo-ulykken satt i likhet med Piper Alpha store spor i hvordan næringen oppfatter og håndterer risiko. En representant fra PTIL forklarte det på følgende måte:

“Fordi ulykken skjedde i USA ble mye informasjon om ulykken tilgjengelig. Jeg har et inntrykk av at det fikk stor interesse hos myndigheter og næringen generelt. Det ble også interessant for politikere; i etterkant av ulykken var det en forventning om å gjøre noe, og å ta tak i “noe”. Man skulle hente erfaringer og foreløpige resultater. Det ble et stort fokus på å vise handling og ikke bli sittende på gjerdet.” (PTIL, 2013)

På grunn av det enorme fokuset denne ulykken fikk og det store arbeidet gjort av en rekke fagfolk og institusjoner med står Macondo ulykken igjen som en av de best belyste og analyserte hendelser i historien. Dette gjør Macondo til en særdeles viktig kilde til læring på tvers av organisasjoner og fagområder. Den store mengden med tilgjengelig informasjon etter denne hendelsen gjør at man kan sette seg inn i de tekniske og utløsende årsakene til at ulykken inntraff. Det gir også en mulighet til å lære om de organisatoriske, psykologiske og menneskelige faktorene som til sammen ledet frem til at ulykken kunne inntreffe. Dette er årsakssammenhenger som vil kunne være tilstede i enhver organisasjon, og som de involverte ofte ikke vil være i stand til å identifisere uten kunnskap om hva man skal lete etter. Innhenting av informasjon og lærdom fra denne ulykken og de funnene gjort i etterkant av denne vil fortsette å være viktig for høy-risiko organisasjoner i lang tid fremover.

Macondo står igjen som en av de største ulykkene i moderne tid, både innen petroleumsindustrien og ellers. Det er også en av de best belyste ulykkene i historien og en god kilde til læring. Fra utallige rapporter, bøker og granskninger av ulykken har man funnet en rekke utløsende og bakenforliggende årsaker som bidro til at ulykken oppsto, og denne oppgaven belyser ikke på langt nær alle, men det er blitt forsøkt å plukke ut bakenforliggende årsaker med en organisatorisk eller menneskelig natur som er relevant for problemstillingen og oppgaven for øvrig. En kombinasjon av organisasjonsstruktur, psykologiske aspekter, kulturer og sub-kulturer samt et fokus ute av fokus bidro sammen til å legge til rette for den “perfekte storm.

3.3 Gullfaks C (2010)

Bare en knapp måned etter Macondo-ulykken i Mexicogolfen opplevde Statoil en lignende ulykke på Gullfaks C. Brønn C-06 AT5 ble boret i MPD-modus (trykklansert boring) til et totalt dyp på 4800 meter. I forbindelse med avsluttende sirkulering og opprensning av hullseksjonen oppsto det den 19.5.2010 hull i 13 3/8" føringsrør, med påfølgende tap av borevæske til formasjonen (Statoil, 2010).

3.3.1 Hendelsesforløp

Under følger en fremstilling av hendelsesforløpet frem til hendelsen inntraff. Alle hendelser er hentet fra Statoils egen granskning, men hendelser som ikke sees på som relevant i forhold til oppgavens problemstilling og er utelatt. For komplett fremstilling av hendelsesforløpet oppfordres leseren å se Statoil og PTILs granskningsrapporter.

30.09.2009 blir boreprogrammet for konvensjonell boring av C-06A godkjent. Identifiserte hovedrisiki er:

- Bore inn i høytrykksone
- Ikke få 9 5/8" x 10 forlengelsesrør til planlagt dyp
- Smalt vindu mellom pore- og fraktureringstrykk
- Uventede poretrykk, uborbar brønn og u planlagt mobilisering av MPD
- Vanskelig å få til god sementjobb på 7" forlengelsesrør

23.12 oppstår det en hendelse med brønnsplask og tap av slam til formasjon. Hendelsen blir klassifisert til alvorlighetsgrad Rød nivå 1, men blir likevel ikke gransket i henhold til gjeldende krav til granskning.

13.03 – 20.03 vurderes det, som følge av ny trykkprognose, alternative løsninger for det videre arbeidet med brønnen. Det besluttes å bore videre med MPD, uten at endringene dette innebærer i forhold til boreprogram og risikoregister blir dokumentert og formelt godkjent. Overgangen fra konvensjonell boring til MPD innebærer totalt sett endringer i forhold til:

- Ny boremetode (MPD)
- Nye krav pga. felles barriereelementer
- Endrede forutsetninger for avlastningsbrønn
- Nye sikkerhetsmarginer
- Endring i kickmargin
- Nye krav til opplæring

20.03 begynner man å bore C-06 AT4 hvor man taper 8 m³ slam og får 440 liter innflyt på en time.

24.03 blir det, i henhold til etablert praksis i Statoil søkt om unntak fra krav om to uavhengige brønnbarrierer i forbindelse med overgang fra konvensjonell boring til MPD-operasjon

28.03 rigges MPD-utstyret opp av Halliburton

31.03 godkjennes unntakssøknad med de risikovurderinger som er lagt til grunn for denne. Føringør og sement som en del av felles barriereelement blir imidlertid ikke inkludert i disse vurderingene.

22.04 – 29.04 oppstår en trykkøkning på C-ringrom fra 12 til 18 bar, noe som innebærer en svekking av barrierekonvolutten. Trykket i C-ringrommet leses som regel av en gang i døgnet av driftsoperatør. Endringen i trykket blir ikke fanget opp.

22.04 oppstår en underbalanse i brønnen under skifte av PCD pakningselement, pga. lekkasje gjennom stripper annular. Dette medfører at man ikke klarer å holde seg innenfor +/- 2,5 bar.

Under skifte av PCD pakningselement øker volumet på trip-tank, stripper annular lekker og brønnehodetrykket faller fra 43,34 til 5,71 bar (underbalanse). Det sirkuleres ut gass fra brønnen.

Til tross for at problemene med PCD pakningselementet medfører underbalanse i brønnen, fortsetter operasjonen uten at det innføres tilstrekkelige kompensierende tiltak.

30.04 – 01.05 er hullet fortrent til 1,75 SG før uttrekking. Det oppstår et brønnspar (350 liter), med påfølgende brønnskrollsituasjon, når borestrengen trekkes ut av hullet. Hendelsen registreres i Synergi med alvorlighetsgrad Gul nivå 3 (mulig). Operasjonen fortsetter uten at det innføres tilstrekkelige kompensierende tiltak.

10.05 – 18.05 oppstår en trykkøkning på C-ringrom fra 12 til 20 bar, noe som innebærer en svekking av barrierekonvolutten. Endringen i trykket blir ikke fanget opp.

05.05 – 19.05 borer man til TD (4800 m MD) og opplever regelmessige utfordringer med brønnen og utstyret:

- Skifte av PCD pakningselement med samtidig lekkasje i stripper annular
- Problemer med baktrykks-, føde- og sementpumpe
- Usikkert om hullåpner har virket
- Flere hendelser med tap og innflyt
- Perioder med underbalanse
- Lekkasje i slamsystem og problemer med å skjære slam

3.3.1.1 Dagen hendelsen skjer

11:39 mistes sugetrykk på baktrykks pumpe og alle andre pumper

12:32 faller MPD – choke trykket fra 45-33 bar (underbalanse i brønnen i 8 min), men er deretter tilbake på 43 bar. I forbindelse med skifte av PCD pakningselement har man trukket ut fra TD og står med bunnhullsstrengen i en skifersone.

13:46 faller baktrykket til fra 45 til 13 bar over MPD choke og det er ikke lenger mulig å opprettholde baktrykket. Dette skjer i forbindelse med trekking av PCD pakningselement. Man pumper med 800 l/min, uten å få noe retur gjennom MPD-choke, noe som bekrefter at det er tap til formasjon. På dette tidspunkt er et av brønnens felles barriereelementer tapt.

13:46 mister 20" sko sin integritet og væske injiseres i formasjonen.

13:46 stabiliserer baktrykket seg på 13 bar, etter at 20" sko har røket. Brønnen taper slam, tar innflyt fra reservoaret og borestrengen er muligens avpakket. Slamvekten (1,52 SG) + 13 bar er lavere enn poretrykk i Listaformasjonen og Shetlandsgruppen

13:46 har man en hendelse, med potensiale til undergrunns utblåsning, som mannskapet og landorganisasjonen har problemer med å forstå.

Fra 13:57 stenges riggens BOP med annular preventer og det jobbes med en krevende brønnkontrollsituasjon (tap av felles barriereelement, innflyt og tap av slam), med underbalansert slamvekt i hullet, som mannskapet ikke er forberedt på å håndtere.

Av utløsende årsaker kom Statoil frem til at det var flere årsaker som spilte inn på ulykken (Statoil, 2010):

1. Føringrøret hadde mangelfull teknisk integritet
2. Manglende oppfølging og kontroll på trykket i ringrommet utenfor føringrøret (Trykket hadde økt i ukene før hendelsen, uten at dette var blitt oppdaget.)
3. MPD-operasjonen ble gjennomført uten tilstrekkelig margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk.

3.3.2 Bakenforliggende årsaker

Av Statoils interngranskning fremkommer følgende bakenforliggende årsaker (Statoil, 2010):

1. Risikovurderingene som ble utført før det ble besluttet å gjennomføre MPD operasjonen var mangelfulle.
2. Mangelfulle risikovurderinger under selve gjennomføringen av MPD operasjonen
3. Mangelfull inkludering av erfaringer knyttet til trykkontroll fra MPD-operasjonen som ble gjennomført i brønn C-01 i 2009.

Disse bakenforliggende årsakene virker i beste fall mangelfulle. For å finne bakenforliggende årsaker, fremme læring og erfaringsoverføring må man kunne stille spørsmål til hvorfor risikovurderingene var mangelfulle. Hvorfor forekom det en mangelfull inkludering av tidligere erfaringer? Etter en hendelse vil en granskningen alltid kunne vise en manglende risikovurdering, ellers ville jo ikke hendelsen per definisjon skjedd!

Ut fra Statoils egen granskning av hendelsen på Gullfaks C synes det å være en gjennomgående liten evne til å foreta endringer eller kompensere tiltak ved endringer i utgangspunktet for den opprinnelige risikovurderingen. Mannskapet opplever brønnsjokk, innflyt, underbalanse i brønnen og problemer med å holde et stabilt trykk, men ingen tiltak blir iverksatt underveis for å rette opp i problemene som oppstår. Man får et inntrykk av at de involverte var svært opptatt av å "få jobben gjort" fremfor å ta et skritt tilbake for å analysere situasjonen fra et helhetlig perspektiv. I så måte ser man flere likheter mellom situasjonen på Gullfaks C og den man så på Macondo bare noen måneder tidligere.

3.3.3 Problemer internt i Statoil

PTIL påla Statoil å gjennomføre oppfølgende studier etter hendelsen med brønn C-06A. Det ble i 2011 utarbeidet en uavhengig rapport av IRIS, på oppdrag fra Statoil for å (IRIS, 2011):

1. Gjennomføre en analyse av bakenforliggende årsaker til hendelsen på Gullfaks C relatert til styring, ledelse og andre organisatoriske forhold.
2. Analysere hvorfor tiltak iverksatt etter tidligere hendelser, blant annet gassutblåsningen på Snorre A i 2004, ikke har hatt ønsket effekt på Gullfaks C
3. Identifisere de viktigste barrierene for Statoils evne til å lære av feil.
4. Fremlegge en prioritert anbefaling av forbedringstiltak relatert til styring, ledelse og andre organisatoriske forhold for Gullfaks C og selskapet som helhet.

Funnene i IRIS-rapporten fra 2011 viser at en rekke av de bakenforliggende årsakene til hendelsen var relatert til den organisatoriske konteksten. I 2007 ble Hydro og Statoil fusjonert. Det ble foretatt en full integrasjon av alle aktiviteter, ressurser og styrende dokumentasjon. Intensjonen for dette arbeidet var forenkling, men resultatet ble økt kompleksitet (IRIS, 2011). Dette fikk utslag i manglende etterlevelse

på Gullfaks. Prosedyrer opplevdes som tungvinte og vanskelige å forholde seg til. De var til tider vanskelige å følge fordi det fantes motstridende krav til en og samme operasjon. IRIS konkluderte med at forhold relatert til styrende dokumentasjon og etterlevelse kan ha fungert som bakenforliggende årsaker til hendelsen (IRIS, 2011).

3.3.3.1 Manglende integrering av fagmiljø i Statoil

MPD var den benyttede boremetoden på Gullfaks C da ulykken inntraff. Dette var en forholdsvis ny metode for de involverte på, og man hadde lite erfaring med denne måten å jobbe på. Det var imidlertid mulig å involvere B&B miljøet i Statoil for økt kompetanse på dette feltet. Fagfolkene på B&B ble ikke involvert i planleggingen av boringen på Gullfaks. MPD-boring har en sikkerhetsmessig oppside hvis det blir gjort riktig, men er en krevende boremetode. Statoil peker på at det ikke var nok kompetanse i Gullfaks organisasjonen internt til å gjennomføre arbeidet. Det fantes kompetanse i organisasjonen Statoil, men dette ble ikke innhentet til Gullfaks.

3.3.3.2 Sub-kultur på Gullfaks C

Gullfaks feltet har en lang historie, og var i følge IRIS sine intervjuobjekter preget av en tydelig organisasjonskultur (IRIS, 2011). Et uttrykk for dette er at ansatte kan ha et ønske om å fortsette å jobbe på Gullfaks, og at de ansatte har et “vi-de” forhold til andre installasjoner og enheter. Sett fra ledelsens side oppfattes gjerne Gullfaks-kulturen som rigid og vanskelig å styre (IRIS, 2011). Gullfaks var til dels preget av motsetninger og dårlig samarbeidsklima mellom fagforeninger og ledelse (IRIS, 2011). Man kan igjen trekke en parallell til HRO organisasjonene diskutert tidligere der det påpekes at en felles kultur er nødvendig for en best mulig styring av risikobilde.

3.3.3.3 Dårlige prosedyrer

En av de viktigste påpekningene i IRIS rapporten var at det i stor grad forekom eksempler på manglende etterlevelse som følge av dårlige/upassende arbeidsprosedyrer i Statoils styringssystem. Statoil hadde gjennom sin fusjon med Hydro gått over til Hydros styringssystem for prosedyrer og fremgangsmåter APOS. Det viste seg imidlertid at det var en rekke forhold med APOS som vanskeliggjorde den daglige driften og styringen av risiko. Styringssystemene hadde en tendens til etter hvert å kreve så stor plass at de faktisk hindret de ansatte å jobbe effektivt (IRIS, 2011). Når involvert personell oppdager at prosedyrene ikke lenger passer med det arbeidet som utføres er veien kort til å forkaste prosedyrene fullstendig. Dette kan også føre til at menneskene involvert forsøker å følge prosedyrene på best mulig måte, selv om disse ikke passer situasjonen, utstyr eller andre forhold. Slik får man en slags “regelbasert” handlingslogikk som ofte kan være dårligere enn dersom menneskene involvert bare hadde improvisert i den gitte situasjonen (ref. Tabell 2). I enkelte tilfeller kan det faktisk derfor være bedre med ingen regler, fremfor dårlige regler. Denne oppfatningen er noe som også kommer frem i IRIS rapporten. En rekke informanter kobler kompleksitet i styrende dokumentasjon med manglende etterlevelse. Flere av informantene hevder også at denne koblingen er

spesielt gjeldende for boreprosessene. Det virker som om APOS oppleves som mer komplisert innen boring enn innen andre fagområder (IRIS, 2011).

3.3.4 Oppsummering

“Etterlevelse og kommunikasjon er klare bakenforliggende årsaker. Gullfaks-organisasjonen var delvis frikoblet fra den øvrige styringsstrukturen i selskapet. I IRIS sin modell har enheter i store selvstendige systemer en tendens til å frikoble seg og utvikle egne handlingslogikker. I HRO sammenheng er dette risikabelt ved at man får enheter som ikke arbeider etter samme mønstre og rutiner i en organisasjon der kommunikasjon, standardisering og harmonisering av arbeidsprosesser er sentralt. Det er i slike sammenhenger forsvarerne er reduserte, latente betingelser oppstår og store ulykker skjer.” - (IRIS, 2011)

I tillegg til manglende etterlevelse og dårlig kommunikasjon hadde man i arbeidet problemer i forbindelse med:

- Tidspress knyttet til boreoperasjonen, og da spesielt knyttet til boremetoden (Managed Pressure Drilling)
- Dårlig integrering av fagpersonell i organisasjonen for øvrig som kunne bistått Gullfaks organisasjonen med kompetanse knyttet til MPD boring. Denne kunnskapen fantes i Statoil, gjennom fagmiljøet i B&B, men ble ikke hentet inn av Gullfaks. Det kom frem gjennom IRIS rapporten at det var mye stolthet knyttet til Gullfaks, og en holdning om å ordne det selv (IRIS, 2011).

3.4 Heimdal (2012)

26.05.2012 opplevde Statoil på nytt en ulykke på norsk sokkel. Denne gangen i form av en gasslekkasje på Heimdal. Lekkasjen skjedde i forbindelse med testing av nød avstengingsventiler (ESDV). Et 7000 kg innestengt gassvolum skulle trykkavlastes, via 12” manuell avblødningslinje. 129 bars trykk ble sluppet inn mot stengt avstengningsventil, nedstrøms reguleringsventil og rørstykke med 16 bars designtrykk. Stengeventil og rørstykke ble overtrykket og pakning mellom flens til ventil og rørstykke blåste ut. Lekkasjen varte i ca. 4 minutter og hadde et utslipp på totalt 3500 kg gass, med en initiell rate på 16kg/sek.

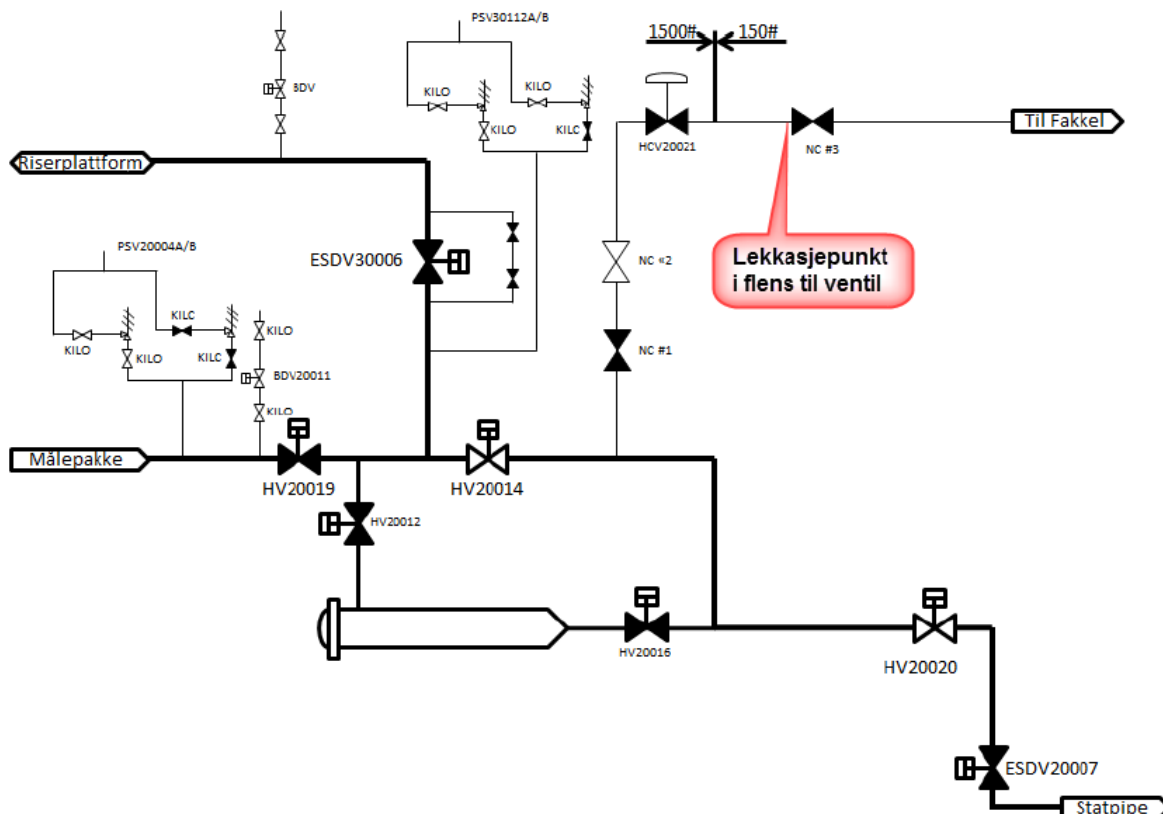
Da lekkasjen startet ble isolasjonsmateriell og kapsling rundt manuell ventil blåst av. Det var en person i nærheten av lekkasjested, men vedkommende ble ikke fysisk eksponert for deler eller HC gass. Det ble detektert gass i flere av de tilstøtende modulene. Generell alarm og mønstring startet umiddelbart. Deluge ble startet i områdene med gassdeteksjon (Statoil, 2012).

3.4.1 Hendelsesforløp

Følgende hendelsesforløp presenteres av Statoils granskning i forkant og under ulykken. Som tidligere blir kun de handlinger som vurderes som relevant for oppgaven presentert. For mer utfyllende informasjon om handlingene rundt ulykken vises det til granskningsrapportene fra Statoil og PTIL:

22.5 oppstår det en hot-oil lekkasje som fører til nedstengning av systemet og prosessen.

23.5 bestemmes det fra operasjonsgruppen på land at ventiltestingen av ESDV20007 og ESDV3006 kunne utføres under stansen istedenfor som opprinnelig planlagt.



Figur 3-6 Systemskisse: På trykkavslatningslinje var stengeventil #1 og #3 var merket NC (normally closed) på P&iD og var stengt i felt og stengeventil #2 var merket NC på P&iD men sto åpen i felt (Statoil, 2012).

24.5 ble plan for ventiltesting oversendt til fagansvarlig drift hav fra drift og vedlikeholds leder pr. mail. Metode for detaljert gjennomføring ble overlatt til operatører. Det blir besluttet å vente med å utføre testene i påvente av en erfaren prosessoperatør (Operatør II), som hadde utført tilsvarende tester før.

25.5 kl. 12:50 svikter operatørstasjon i sentralt kontrollrom (SKR) slik at SKR operatør må benytte alternativ arbeidsstasjon. Ved bruk av denne blir overvåking av flere data for den totale oversikt over prosess og systemer vanskeliggjort.

26.5.2012

07:00 Ventiltesten blir tildelt Operatør II som hadde erfaring med å utføre disse testene. Operatør II hadde flere andre oppgaver i området og hadde operatører på opplæring med på disse jobbene.

Ca. 10:30 ringer SKR operatør til Gassco og avtaler tidsramme for ventiltesting frem til kl. 13:00 denne dagen. Under ventiltesting må gassleveransen fra Heimdal stenges. SKR operatør gir beskjed til Operatør II at stengeventilene rundt HCV20021 er klare for å åpnes, men Operatør II er opptatt med annet arbeid på dette tidspunktet.

11:00 tar SKR-operatør og Operatør I lunsj, men snakker ikke sammen om oppgavene siden Operatør I ikke hadde oppgaver i forbindelse med dette arbeidet.

12:00 går Operatør II til lunsj, uten å ha åpnet ventilene på trykkavlastningslinjen. Han hadde heller ikke kjennskap til avtalen med Gassco om at testene var estimert å være ferdig til 13:00.

12:20 ringer SKR operatør til arbeidstillatelses-bua for å få tak i annen uteoperatør siden Operatør II ikke hadde åpnet ventilene før han gikk inn til lunsj. Operatør I var i AT-bua og sammen gikk de gjennom jobben via telefon og hadde tilgang til hver sin P&iD (Process & Instrumentation Diagram) via PC. Det var kun 40 minutter igjen til tidspunktet avtalt med Gassco, og hver test tok ca. 30 min.

Ca. 12:35 så Operatør I at ventil indikator på stengeventil #2 viste at ventilen var i åpen posisjon. Operatør I antok at stengeventil #3 også var i åpen posisjon. At ventil #2 stod åpen ble en form for bekreftelse om at også ventil #3 også var åpen. SKR fikk melding fra Operatør I at det nå var klart for å åpne HCV20021 og trykk avlaste segmentet. SKR operatøren ba Operatør I om å lytte på strømmen av gass gjennom rørlinjen, da fakkelen ikke var synlig på monitor på grunn av tåke. Det var ingen bekreftende kommunikasjon på at alle tre stengeventiler var i åpen posisjon.

Ca. 12:35 – 12:41 åpnet SKR operatør HCV 20021 stegvis. Gass med 129 bars trykk ble da sluppet inn mor stengt avstengningsventil og rørstykke med 16 bars trykk-klasse. Pakningen blåses ut og kl. 12:41 har man en gasslekkasje om bord.

12:45 Reguleringsventilen som var åpnet ca. 6 % brukte 4 minutter på å stenge. Granskningsgruppen fant ikke årsaken til den lange stengetiden.

3.4.2 Årsaker og påvirkende faktorer

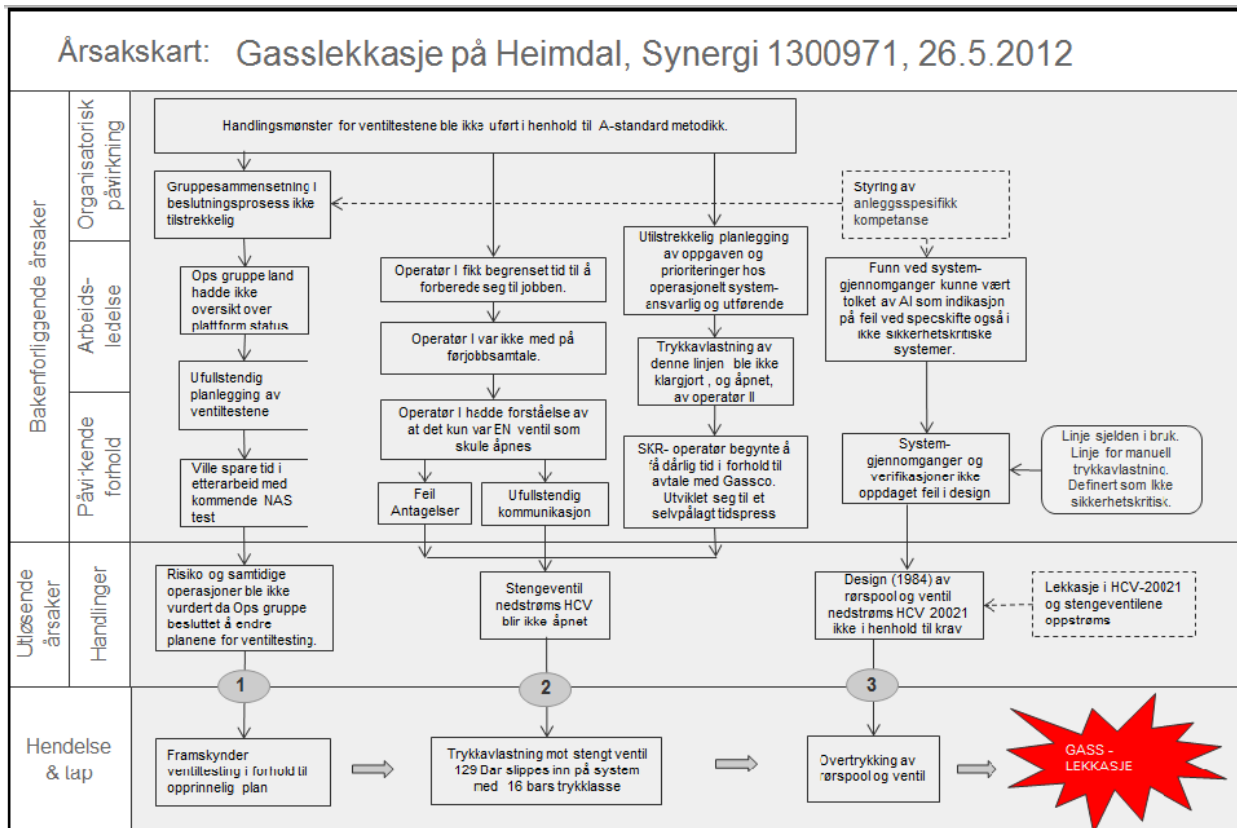
Ulykken på Heimdal ble gransket både av Statoil og PTIL. Under følger de gjenkjente årsakene og påvirkende faktorene gjenkjent av de to organisasjonene.

3.4.2.1 Statoil

Statoil gransket ulykken med en markant annerledes innfallsvinkel enn det som var tilfellet på Gullfaks C to år tidligere. Det ble benyttet en tilnærming med fokus på å finne de bakenforliggende årsakene, med en forståelse av at det aldri vil være enkeltstående feil som ligger bak. Dette skiller seg fra rapporten fra Gullfaks, og Statoil synes å ha lært, og tatt i bruk lærdom fra tidligere hendelser i arbeidet med å finne årsakene bak ulykken i sitt granskningsarbeid. Granskningsgruppen ordla det på følgende måte (Statoil, 2012):

“Granskningsgruppen har i sitt arbeid hatt en systemorientert tilnærming i arbeidet med å identifisere årsaker til at den uønskede hendelsen oppsto. Et systemperspektiv betyr at det ved en ulykke eller tilløp til ulykke ikke pekes på en enkeltstående feil som årsak, men til en kompleks serie av tekniske feil, beslutninger, designmessige forhold, operasjonell praksis, organisatoriske forhold mv som til sammen førte til at hendelsen oppsto”

Figuren under er en fremstilling av årsakene gjenkjent av Statoil knyttet til ulykken på Heimdal. Bak hver hendelse finner vi utløsende årsaker i form av handlinger. Bak hver handling finner vi en rekke bakenforliggende årsaker. Disse er i sin tur delt opp i påvirkende forhold, arbeidsledelse, organisatorisk påvirkning



Figur 3-7: Viser hele årsaks kartet med utløsende og bakenforliggende årsaker. En stiplet boks betyr at det er usikkerhet knyttet til boksens innhold. En stiplet linje betyr at det er usikker årsakssammenheng (Statoil, 2012).

I tillegg til årsakene fremstilt i diagrammet over ble det også av Statoils interne granskningsgruppe stilt spørsmål til et miljø på Heimdal med en betydelig grad av turnover. Turnover i kombinasjon med et kompleks system der fagansvarlig innen disiplinene automasjon og prosess kan ha ansvar for opptil seks installasjoner. Dette gir utfordringer med tanke på å bygge opp en solid anleggsspesifikk kompetanse.

“Det er granskningsgruppens vurdering at dersom det hadde vært mindre turnover, og færre installasjoner pr. fagansvarlig, så ville man sikret anleggsspesifikk kompetanse og økt sannsynligheten for å avdekke skulde feil og mangler i anlegget. Kombinasjonen av intern turnover både i driftsmiljøet på Heimdal og i det tekniske miljøet i Anleggsintegritet gjør det mer krevende å opparbeide seg gode rutiner for samhandling.”

Granskningsgruppen legger frem blant annet følgende anbefalte tiltak i sin rapport (Statoil, 2012):

- Det bør innføres krav om å vurdere tilbakeskuende HAZOP for anlegg hvert 5. år.
 - Ved å utføre en HAZOP hvert 5. år vil alle små og store modifikasjoner fanges opp i et helhets risikobilde.
- Det bør etableres klare rutiner for rapportering av tekniske mangler av en viss alvorlighet, slik at denne erfaringen gjøres kjent for driftsorganisasjonen og på tvers av anleggene
- Presisere gjennomføring av A-standard på alle endringer i planer og gjennomføringer av operasjoner. Sikre ledelsesmessig og fagansvarlig ved alle endringer knyttet til arbeid med hydrokarbonførende systemer.
- Vurdere tiltak for å sikre anlegg spesifikk kompetanse i AI og operasjonsgrupper på land.
 - Større anleggsspesifikk kompetanse kan oppnås ved oppbygning av erfaring over tid. Ved et lengre intervall i rotasjon av personell vil et større eierskap og kjennskap til installasjonen oppnås. På den måten unngår en at “organisasjonen mangler hukommelse”.

3.4.2.2 PTIL

PTIL gransket også hendelsen på Heimdal og kom ut med en egen rapport. PTIL på sin side velger i større grad å fokusere på avvik fra regelverket heller enn de bakenforliggende årsakene. Av avvik ble det blant annet pekt på følgende forhold (punktene under er de som anses som mest relevante for denne oppgaven). Det er interessant å merke seg at en rekke av disse avvikene også kan leses som bakenforliggende årsaker. I denne oppgaven skal avvikene anses som nettopp dette.

Tabell 3 Avvik på Heimdal gjenkjent av PTIL

Nr.	Avvik	Beskrivelse (PTIL)
1	Mangelfull designløsning	Mangelfull designløsning gjorde det mulig å utsette en del av rørlinjen mot fakkell for overtrykk og var dermed ikke robust utformet slik at muligheten for menneskelige feilhandlinger ble begrenset.
2	Mangelfull designløsning var ikke identifisert	Statoil har ikke gjennom analysert, drift og vedlikehold av anlegget avdekket at designløsningen var mangelfull. I tillegg har endringer i bruk av rørlinjen ikke ført til at risiko forbundet med designløsning og/eller bruk av designløsning, er blitt vurdert og identifisert.
3	Mangelfulle beskrivelser av hvordan arbeidet skulle utføres	Detaljnivået i beskrivelsen for aktiviteten var ikke tilpasset den sikkerhetsmessige betydningen av arbeidsprosessen. Prosedyrene var ikke entydige og brukervennlige
4	Svakheter ved Statoils dokumentstyring	Styrende dokumenter, deriblant tekniske driftsdokumenter var ikke kontrollerte, forelå ikke i oppdaterte versjoner og var ikke tilgjengelig i styringssystemet.
5	Svakheter ved risikovurdering i planleggingen	Planleggingen av aktivitetene sikret ikke at viktige bidragsyttere til risiko ble identifisert, og aktivitetene ble ikke styrt og gjennomført slik at hendelsen ble forhindre.
6	Svakheter ved erfaringsoverføring og læring i Heimdalorganisasjonen etter tidligere hendelser	Statoil har ikke i tilstrekkelig grad sikret at informasjon fra tidligere hendelser blir bearbeidet, formidlet og brukt til forbedring og læring i Heimdal-organisasjonen. Det er ikke lagt til rette for at erfaringskunnskap fra egen eller andres virksomhet er brukt i forbedringsarbeidet ved Heimdal.
7	Svakheter knyttet til kompetanse og risikoforståelse	Statoil har ikke sikret at personell i Heimdals land- og offshoreorganisasjon har nødvendig kompetanse og risikoforståelse for å kunne håndtere arbeidet på en sikker måte.

3.4.3 Sammendrag av hendelsen

Ulykken på Heimdal skiller seg teknisk sett fra den på Gullfaks. Gullfaks var en brønnkontrollhendelse, mens tilfellet på Heimdal var knyttet til prosessanlegget. Gass under høyt trykk ble ledet inn på en rørledning som ikke var dimensjonert for dette og pakningen blåste ut. Det er imidlertid en rekke bakenforliggende årsaker som er felles. Elementer som dårlig kommunikasjon, tidspress, planendringer uten tilstrekkelig oppdatering av risikobildet og manglende evne til å gjenkjenne tidlige tegn og faresignaler står sentralt. Det er rart at man venter to dager på å få fløyen inn en erfaren operatør, samtidig som man ikke har tid til å benytte seg av denne. Man har et selvpålagt tidspress som følge av avtalen gjort med Gassco. Det vitner om lite sikkerhetsmessig integritet at et valg om å vente på den mest erfarne operatøren må vike for et fokus på effektivitet og produksjon. Man hadde her – som på Macondo – et tilfelle av bekreftelseskjevhet kombinert med dårlige designløsninger om bord. Operatøren antok at ventil #3 var i åpen posisjon, uten å få dette bekreftet, verken av SKR eller ved å sjekke denne fysisk.

4 Analyse

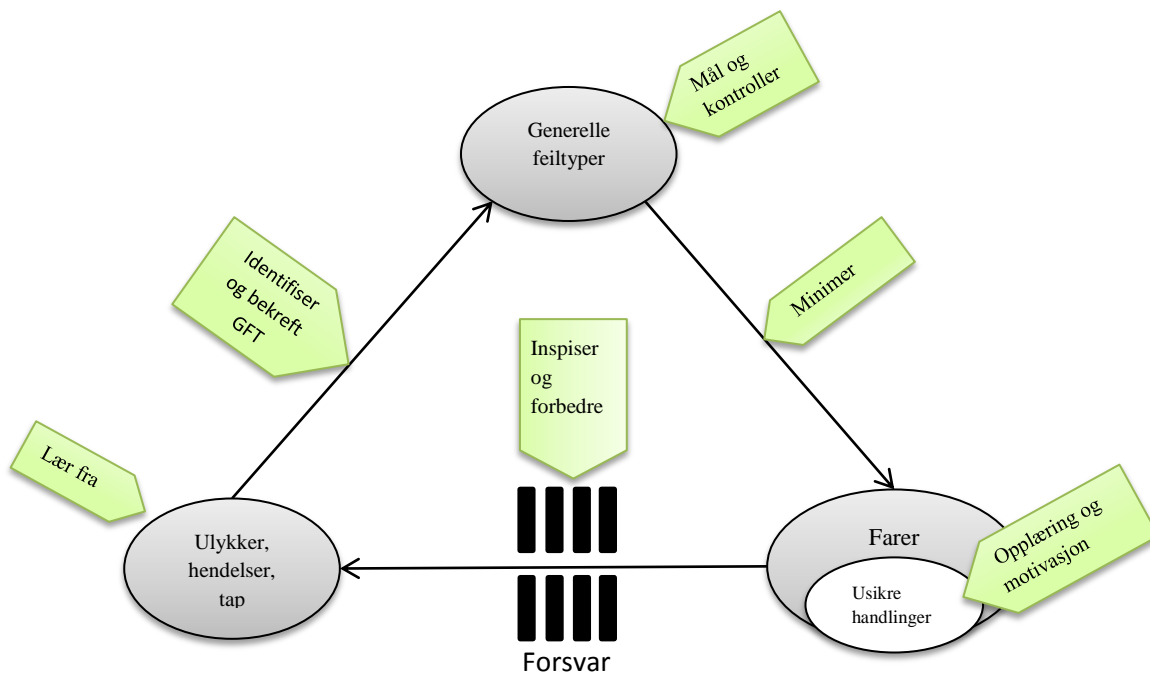
I analysen er det blitt valgt å bruke en modell for å støtte eventuelle funn på. Det ble sett på flere modeller som kunne blitt benyttet. Valget falt til slutt på Tripod-Delta modellen.

Tripod-deltaet ble utviklet for Shell i et samarbeidsprosjekt mellom Universitetet i Manchester og Universitetet i Leiden (Hudson, et al., 1994). Deltaet har tre elementer:

- En helhetlig sikkerhetsfilosofi som fører til at man kan sette oppnåelige sikkerhetsmål
- En integrert måte å tenke på prosessene som forstyrrer trygge operasjoner
- Et sett instrumenter for å måle disse forstyrrende prosessene kalt generelle feiltyper (GFT) – som ikke avhenger av hendelses- eller ulykkes statistikk (dvs. utfallsmål)

Modellen ble i utgangspunktet utviklet for å få ned det store antallet av “lost time injuries” (LTI) hos Shell, men har etter hvert utviklet seg til en mer helhetlig modell:

Forebygging av virksomhetsforstyrrelser er nøkkelen til å forebygge ulykker, helseproblemer og miljøutslipp, samt en hel rekke andre "uønskede forstyrrelser" som for eksempel tap av eiendom, økonomisk tap, sikkerhetsbrudd og dårlige relasjoner med samfunnet. Sikkerhet er brukt som et eksempel fordi, historisk sett ble verktøyet beskrevet i denne boken ment som en måte å kontrollere den menneskelige faktor i ulykker. I de mer enn 15 års forskning og felttesting har dette omfanget imidlertid blitt utvidet fra "sikkerhet" til å "styre virksomhetsprosessen". (Groenweg, 2002)



Figur 4-1 De tre "beina" på Tripod-Deltaet: generelle feiltyper, utrygge handlinger og negative utfall (Reason, 1997)

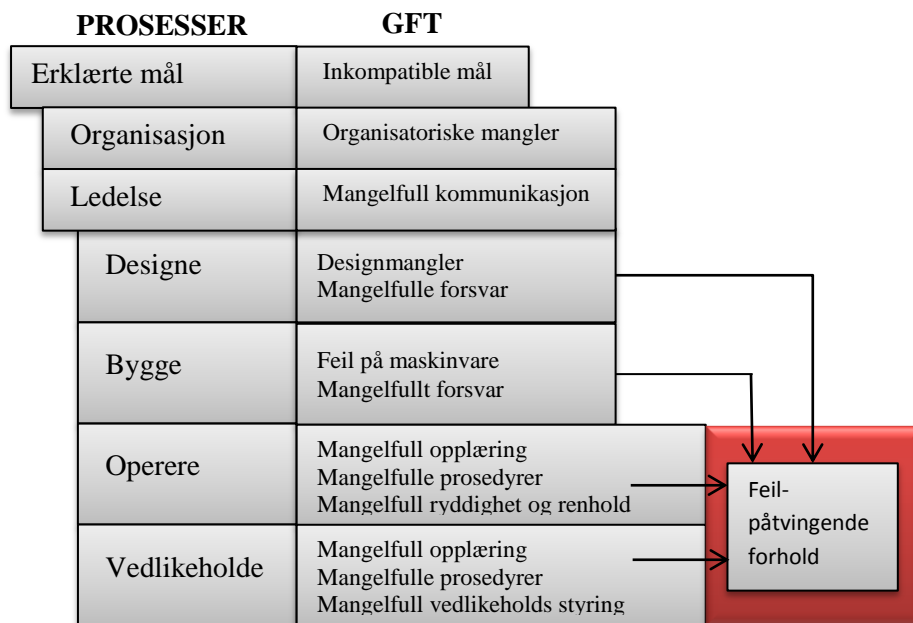
Tripod-deltaets "fot" nede til høyre representerer den tradisjonelle bekymringen: resultatet av utrygge handlinger i farlige omstendigheter. Disse vil i anledninger kunne trenge gjennom forsvarene og skape dårlige resultater i form av ulykker, uønskede hendelser eller tap. Historisk sett er det disse to "beina" det har vært rettet mest oppmerksomhet mot. Man ønsket å motivere mennesker til å jobbe på en trygg måte, og forsvarene ble overvåket og forbedret. Samtidig ble hendelser gransket for å unngå gjentakelser. Tripod deltaet introduserer imidlertid en tredje dimensjon – målingen og kontrollen av de generelle feiltyperne (GFT). GFT blir til dels identifisert gjennom gjentakende latente forhold forbundet med tidligere hendelser (pilen mellom hendelser og GFT). GFT skaper på sin side forholdene som fremmer eller forverrer de utrygge handlingene (pilen mellom GFT og farer)

Etter å ha observert operasjoner i en rekke operatørselskap, samt fra studier av deres ulykkes historikk, ble 11 GFTer funnet best til å reflektere de arbeidsplass- og organisatoriske faktorene som mest sannsynlig medvirket til utrygge handlinger. Disse ble definert på følgende måte (Reason, 1997):

- *Maskinvare.* Dette er knyttet til kvaliteten og tilgjengeligheten av verktøy og utstyr. De prinsipielle komponentene vil inkludere retningslinjer og ansvar for innkjøp, kvaliteten på lagersystemet, kvalitet på forsyningen, tyveri og tap av utstyr, kortsiktig utleie, etterlevelse av spesifikasjoner, alder på utstyr, ikke-standard bruk av utstyr og så videre.

- *Design.* Design blir en GFT når det leder direkte til feil og overtredelser. Det er tre hovedgrupper av problem:
 - en feil fra designerens side knyttet til å gi ekstern veiledning
 - designede elementer er ofte ugjenomsiktige med tanke på deres indre arbeid, eller spekteret av utrygge handlinger
 - eller ved designede elementers manglende evne til å gi feedback til brukeren.
- *Vedlikeholds styring.* Her handler det om ledelsen heller enn utførelsen av vedlikeholds aktiviteter (som dekkes av andre GFT). Var arbeidet planlagt på en trygg måte? Førte vedlikeholdet eller tilhørende stans til økt fare? Ble vedlikeholdet utført på tiden?
- *Prosedyrer.* Dette er knyttet til kvaliteten, nøyaktigheten, relevansen, tilgjengeligheten og bearbeideligheten av prosedyrene.
- *Feilpåtvingende forhold.* Dette er forhold relatert til enten arbeidsplassen eller til individet som kan lede til utrygge handlinger. Disse kan deles inn i to brede (og til dels overlappende) kategorier: feilproduserende forhold, og overtredelsesfremmende forhold.
- *Organisatorisk ryddighet (Housekeeping).* Dette utgjør en GFT når problemer har vært tilstede over lengre tid og ulike nivåer i organisasjonen har vært klar over dem, men ingenting gjøres for å rette på dem. Dens “oppstrøms” påvirkende faktorer kan være blant annet: utilstrekkelige investeringer, utilstrekkelig personell, dårlige insentiver, dårlig definert ansvarlighet, dårlig maskinvare.
- *Inkompatible mål.* Målkonflikter kan oppstå på tre nivå:
 - Individuelle mål er i konflikt på grunn av opptatthet eller intern bekymring.
 - Gruppemål er i konflikt når gruppens uformelle normer er uforenelige med organisasjonens sikkerhetsmessige mål.
 - Konflikter på organisatorisk nivå på grunn av uforenelige produksjonsmessige og sikkerhetsmessige mål.
- *Kommunikasjon.* Problemer med kommunikasjon deles inn i tre undergrupper:
 - Systemfeil - nødvendige kommunikasjonskanaler eksisterer ikke, fungerer ikke, eller benyttes ikke til vanlig
 - Meldingsfeil – kommunikasjonskanaler eksisterer, men nødvendig informasjon blir ikke overført.
 - Mottaksfeil – kommunikasjonskanal eksisterer, den rette meldingen sendes, men blir enten feiltolket av mottaker, eller ankommer for sent.
- *Organisasjon.* Dette omhandler organisatoriske mangler som skaper uklarhet rundt sikkerhetsansvar og tillater at faretegn blir oversett. De tre hovedkomponentene er: organisatorisk struktur, organisatoriske ansvarsområder og ledelsen av kontraktørsikkerhet.

- *Trening.* Problemer inkluderer manglende forståelse av treningskrav, nedgraderingen av trening relativt til operasjonene, hindring av trening, utilstrekkelig vurdering av resultatene, dårlig blanding av erfarent og uerfarent personell, dårlig oppgaveanalyse, utilstrekkelig definisjon av kompetansekrav og så videre.
- *Forsvar.* Dette omfatter svikt i deteksjon, advarsler, personellbeskyttelse, gjenoppretting, oppdemning, rømning og redning.



Figur 4-2 Forholdet mellom grunnleggende systemiske prosesser og de generelle feiltypene, samt den kombinerte innvirkningen fra GFT på de feilpåtvingende forholdene

4.1 Felles bakenforliggende årsaker/GFT

“En viktig ting når man går gjennom granskninger er at man ofte finner likhetstrekk blant de bakenforliggende årsakene. Spørsmålet er derfor: Hvordan man kan gripe fatt for å forebygge, når bakenforliggende årsaker ofte går igjen i storulykker?” - (PTIL, 2013)

Slik man har sett gjennom dette arbeidet er mennesket av natur feilbarlig. Man sier at det ikke er mulig å unngå menneskelig feilbarlighet, men må gjennom ulike styrende mekanismer forsøke å minimere sannsynligheten for at den menneskelige feilbarligheten får inntreffe.

Prosedyrer og regelverk er én måte å redusere sannsynligheten for sikkerhetskritisk atferd. I hendelsene gjennomgått virker det å være en gjennomgående trend at man enten har dårlige prosedyrer, manglende etterlevelse eller begge deler. På Gullfaks ble det pekt på at man hadde problemer med å benytte APOS i den daglige driften av operasjonen. Dette opplevdes som tungvint og vanskelig. Problemer med dårlige regler og prosedyrer er som tidligere nevnt at dersom det ikke tas tak i og rettes opp i, vil man kunne måtte bryte prosedyrene for å fortsette driften. Dette skaper en

kultur der det lønner seg å ta snarveier. Man slutter å bry seg nevneverdig om prosedyrene – selv de som er gode/passende. Gullfaks C ulykken inntraff relativt kort tid etter at Norsk Hydro og Statoil hadde fusjonert. Det var store strukturendringer i organisasjonen. Både for personell og i regler og prosedyrer for de involverte. Det ble foretatt en full integrasjon av organisasjonenes aktiviteter, ressurser og styrende dokumentasjon. Mennesker i organisasjonen ble tildelt nye stillinger og ble flyttet rundt i selskapet, noe som medførte at mange fikk endrete arbeidsoppgaver og roller. I tillegg måtte man forholde seg til nye arbeidskollegaer. Man møtte nye former for arbeidsorganisering og styring noe som var generelle utfordringer for de ansatte (IRIS, 2011). Etter at APOS ble valgt som styringssystem, var utfordringene å finne det rette detaljnivået. Man skulle beskrive arbeidsprosesser, velge de beste arbeidsprosessene, gjøre disse kjent i organisasjonen, samt å sikre etterlevelse. Resultatet av omorganisering og endringer i styringssystemet ble at en rekke prosedyrer og regler ikke lenger var passende, gjeldene, eller at de rett og slett ikke ble funnet av personellet. Det førte til en situasjon der man i større grad improviserte eller brukte prosedyrer som ikke var passende til arbeidet som skulle utføres (IRIS, 2011).

“Gullfaks har likhetstrekk med en rekke bakenforliggende årsaker som også ble identifisert i Macondo.” - (PTIL, 2013)

På Piper Alpha var det klare prosedyrer på hvordan man skulle overlevere arbeidstillatelser, men disse ble sjeldent fulgt i praksis (Lord Cullen, 1990). Heller ikke utfyllelsen av arbeidstillatelsen hadde skjedd etter prosedyrene. Fra Lord Cullens rapport får man et inntrykk av at det i det store og hele hersket en holdning om at prosedyrene ikke var viktige, det viktigste var å få jobben gjort. Macondo hadde lignende problem, der det var godtatt at man satte regelverket til side dersom dette kunne føre til økonomisk gevinst for selskapet. Regelverket og prosedyrene ble stadig satt til side for å sikre økt økonomisk gevinst. Blant annet er dette svært tydelig gjennom avgjørelsen om å pumpe slam over til nærliggende supplybåter mens brønnoperasjonen fortsatt foregikk. Dette førte som tidligere nevnt til en situasjon der man ikke hadde oversikt over brønnstatus, og står igjen som en av de viktigste medvirkende årsakene til at hydrokarbonlekkasjen ikke ble oppdaget på et tidligere tidspunkt.

På Heimdal er det ikke like klart at man hadde tilfeller av manglende etterlevelse, men det er tydelig at problemer med prosedyrene var en bidragsyter i ulykken. Det ble funnet at detaljnivået i beskrivelsen for aktiviteten ikke var tilpasset den sikkerhetsmessige betydningen av arbeidsprosessen. Prosedyrene var heller ikke entydige og brukervennlige (PTIL, 2012). I tillegg til dette hadde man problemer med den styrende dokumentasjonen. Styrende dokumenter, deriblant tekniske driftsdokumenter var ikke kontrollerte, forelå ikke i oppdaterte versjoner og var ikke tilgjengelig i styringssystemet.

“De bakenforliggende årsakene er ikke ukjente, og har en overordnet likhet i alle tilfellene.”
(PTIL, 2013)

4.1.1 Manglende kommunikasjon

“Heimdal var forut for ulykken installasjonen som hadde flest gasslekkasjer på sokkelen, men dette var ikke kjent, verken på installasjonen eller på land. At dette er ukjent tyder på en svært mangelfull informasjonsoverføring! Informasjonen er tilgjengelig, men virker ikke å komme frem der det trengs. Informasjon skal bearbejdes og videreformidles, men i tilfellet med Heimdal hadde man masse tilgjengelig data som ikke ble videreformidlet.” (PTIL, 2013)

Samarbeid er en nødvendighet i enhver organisasjon, og godt samarbeid er nødvendig for å lykkes i de fleste industrier. Utvinning av olje og gass er et krevende og omfattende arbeid. Petroleumsindustrien er bygget opp slik at man har ulike selskaper med ulike spesialiseringer som samarbeider på en installasjon for å hente opp og utvinne verdiene på en effektiv og god måte. En av utfordringene vil være å få involvert personell til å “snakke samme språk”. Organisasjoner som jobber sammen på prosjekter, vil på grunn av ulik bakgrunn, verdier og tenkemåter kunne ha ulike oppfatninger av arbeidet. Utfordringen ligger dermed i å få de involverte parter til å få en felles forståelse og utgangspunkt.

“Jeg mener det er viktig at selskaper har fokus på Crew resource management, altså et godt samspill mellom aktører i ulike organisasjoner. Man må i større grad få til samtrening mellom ulike aktører i bransjen. På denne måten vil man også få trening i kommunikasjon på tvers av selskaper.” (PTIL, 2013)

Et godt samarbeid er tett knyttet opp til en god kommunikasjon. Uten god kommunikasjon mellom ulike aktører, vil man heller ikke få et godt samarbeid. Det er et gjennomgående tema i ulykkene i denne oppgaven at kommunikasjonen ikke var tilstrekkelig på et eller flere nivå. Piper Alpha ulykken var i stor grad forårsaket av kommunikasjonssvikt ved at man ikke fikk overlevert arbeidstillatelsene til påtroppende skift. Man fikk altså ikke kommunisert videre at det var startet et vedlikeholdsarbeid som ikke var fullført. Det samme ser man i flere tilfeller på Macondo der slamlogger var bekymret for at han ikke hadde mulighet for å overvåke innholdet i pitene, og dermed heller ikke hadde oversikt over volumet i brønnen. Kommunikasjon er en toveis handling, og selv om både slamlogger på Macondo og den ansvarlige ingeniøren for vedlikeholdsarbeidet på Piper Alpha gjorde forsøk på å kommunisere med ansvarlig personell ble dette ikke fanget opp. I tilfellet med Gullfaks C er det tydelige tegn på mangelfull kommunikasjon og dermed også et manglende samarbeid med kontraktører og underleverandører. I tillegg kommuniserte man heller ikke med B&B som hadde nødvendig erfaring og kunnskap om MPD-boring:

“Det er en typisk bakenforliggende årsak i tilfellene Gullfaks, Heimdal og Macondo: mangelfull kommunikasjon og seksjonering og av informasjon er tydelig i alle tre eksemplene. (...)Underleverandører som kan gi gode råd, eller kjenner til et system og utstyr som skal

brukes, er ikke blitt tatt med på de fasene i prosjektet der det gjerne er viktigst å ta dem med”
(PTIL, 2013)

Heimdal er kanskje det mest åpenbare tilfellet på manglende kommunikasjon. Operatør I ble informert om arbeidet som skulle utføres, men fikk ikke tid til å utføre det nødvendige arbeidet. Dermed ble det besluttet at Operatør II skulle gjøre jobben, men denne fikk ikke tilstrekkelig informasjon om arbeidet, og trodde derfor at det kun var en ventil som skulle åpnes. Det var også manglende kommunikasjon underveis med SKR da det aldri ble bekreftet om ventil #3 var sjekket. Dårlig kommunikasjon er et gjennomgående tema i samtlige av de undersøkte ulykkene. I intervju med representanter fra PTIL ble dette også pekt på som en av de vanligste bakenforliggende årsakene som gikk igjen på en rekke granskede ulykker.

“Både Gullfaks og Heimdal har hatt måter å gjøre ting på som ikke var i henhold til selskapets gjøremåte og interne krav. Man sitter på informasjon om at det finnes risikoforhold, men man har ikke grepet tak i dem, eller iverksatt tiltak for å redusere risiko i tilstrekkelig grad. Kommunikasjon er et stikkord, noen sitter på informasjon, god informasjon som ikke blir brukt for å unngå typen hendelser vi så i de to eksemplene.” (PTIL, 2013)

4.1.2 Organisatorisk ryddighet

Med organisatorisk ryddighet mener man som tidligere nevnt i Tripod-Delta definisjonen forhold som utgjør en GFT når problemer har vært tilstede over lengre tid og ulike nivåer i organisasjonen har vært klar over dem, men ingenting gjøres for å rette på dem. (Reason, 1997).

I tillegg til kommunikasjon, og prosedyrer er det organisatorisk ryddighet som står igjen som en felles pådriver for at de fire ulykkene fikk finne sted. I alle tilfellene var man klar over at man hadde sikkerhetsmessige feil, mangler eller utilstrekkeligheter. Piper Alpha hadde store mengder gammelt/ødelagt utstyr liggende om bord uten at dette ble tatt tak i eller gjort noe med (Lord Cullen, 1990). Lord Cullens rapport av Piper Alpha ulykken gir et inntrykk av en daglig drift som var preget av at man ikke brukte mye tid på å rette opp i det som ble sett på som “småfeil”. Mindre lekkasjer, løse deler og kabler og rør som lå løst på dekk var en del av hverdagen. Det synes som om det var en stille aksept for tingenes tilstand og en holdning som sa “if it’s not broke, don’t fix it”. Driften av installasjonen gir inntrykk av at fokuset lå på produksjon og lønnsomhet snarere enn sikkerhetsmessig kvalitet. På Macondo var man klar over at det ble tatt sikkerhetsmessige snarveier, men dette ble godtatt fordi man i sitt syn på risiko prioriterte kommersiell risiko over operasjonell risiko. Unntaket her var fokuset på individspesifikke ulykker, som fikk stor oppmerksomhet. Dessverre hadde man ikke det samme fokuset på organisatoriske ulykker, og lot en rekke sub-standard handlinger “skli under radaren” fordi fokuset på produksjon sto sterkt. Dette ble ikke sett på som et problem så lenge en ikke hadde personskader. På Gullfaks var man klar over svakheter i føringsrøret, samt klar over at de involverte på Gullfaks hadde lite eller ingen erfaring med den valgte boremetoden. Det ble gjort lite

eller ingenting for å forbedre dette. Man hadde også en rekke problemer underveis i boringen med både brønnsparke og tap av borevæske uten at dette ble tilstrekkelig tatt tak i. På Heimdal var det dokumenter som påpekte at det var flere aspekter ved installasjonen som ikke var i henhold til bransjestandard, og som gjorde blant annet vedlikeholdsarbeid mer komplisert. Forut for Heimdal var det fastslått at det var knyttet store utfordringer til styringssystemet og prosedyrer. Dette var ikke tatt tak i på en slik måte at man unngikk en ny ulykke, med mange av de samme bakenforliggende årsakene.

Fra argumentasjonen over kan man trekke ut generelle feiltyper felles for alle ulykkene slik Tabell 4 viser. Her representerer hver rad en generell feiltype (GFT) og hver kolonne representerer en hendelse. Fargekoder er benyttet for å representere tilstedeværelsen av nevnte GFT, der rødt representerer funn, grønt representerer at GFT ikke er funnet og gul representerer delvise funn/manglende argumentasjon.

Tabell 4 Gjenkjente GFT i ulykkene stilt opp mot hverandre

GFT	Piper Alpha	Macondo	Gullfaks C	Heimdal
Maskinvare	Yellow	Red	Red	Green
Design	Red	Green	Green	Red
Vedlikeholds styring	Red	Green	Green	Red
<u>Prosedyrer</u>	Red	Red	Red	Red
<u>Organisatorisk ryddighet</u>	Red	Red	Red	Red
Inkompatible mål	Yellow	Green	Red	Red
<u>Kommunikasjon</u>	Red	Red	Red	Red
Organisasjon	Red	Red	Green	Green
Trening	Yellow	Yellow	Red	Red
Forsvar	Red	Red	Green	Green

4.2 Likheter Ved Ulykkene

Når man ser faktorene som går igjen i alle ulykkene er spørsmålet man må stille seg:

- Hvorfor aksepteres dette av ledelsen?

Gjennom alle eksemplene ser man en rekke handlinger eller mangel på handlinger som underbygger påstanden om at man har en kultur som aksepterer tingenes tilstand. Det stilles lite kritiske spørsmål og man driver med brannslukking heller enn brannforebygging. Mye av dette kan handle om hva som aksepteres og hva som ikke aksepteres. I HRO organisasjonene omtalt tidligere, var det ikke akseptert at man visste om feil, mangler, eller svakheter i systemet uten at dette ble tatt tak i. I tilfellene gjennomgått her vises det påfallende lite engasjement fra både ledelse og personell om å ta tak i problemer før de utgjør en fare.

Man har mangelfull kommunikasjon, men *hvorfor* har man det? Ved å akseptere tilfeller der kommunikasjon har vært ufullstendig vil dette forplante seg og etter hvert føre til en normalisering av situasjonen. Man er i enkelte tilfelle klar over at man har mangelfull kommunikasjon, men det aksepteres. Ofte med en begrunnelse om at “slik er det hos oss” eller “det er slik det fungerer her”. I tillegg vil dette innvirke negativt på prosedyrene ved at de som er ment å rapportere dårlige eller upassende prosedyrer ikke gjør dette. Prosedyrene blir dermed ikke forbedret og man får dermed en ond sirkel. Det blir pekt på sterke ledere med sterke meninger der tilbakemeldinger ofte er blitt oppfattet som kritikk. Dette er noe som må fokuseres på fra ledelsen høyere opp i systemet. Ved å sette en klar standard om at tilbakemelding er ønskelig samt utarbeide insentivsystemer for å få dette til vil man kunne styrke kommunikasjon og rapportering. Den som kommer med dårlige nyheter må føle at han gjør riktig valg. Mangel på rapportering og kunnskapsdeling må *ikke aksepteres*. Først da kan man jobbe mot en generativ kultur slik Reason beskrev det (ref. Tabell 1). Som sett tidligere kan man ha manglende, dårlige, eller gode prosedyrer, og ulike grader av overtredelse:

Tabell 5 Reasons seks variasjoner av regelrelatert ytelse (Reason, 1997)

	Gode regler	Dårlige regler	Ingen regler
Korrekte resultater	Korrekt etterlevelse	Korrekt overtredelse	Korrekt improvisasjon
Uønskede resultater	Misvention	Mispliance	Feil

Om man følger tankegangen fra kommunikasjon over, vil også dette handle om hvilken form for aksept man har i organisasjonen. Dersom man skal utføre en oppgave der det ikke finnes prosedyrer, hva gjør man? Er det aksept for å ikke rapportere om dårlige regler? Er det forventet at man etterlever regler 100 %?

Tabell 6 Ønsket utfall fra regelbasert ytelse

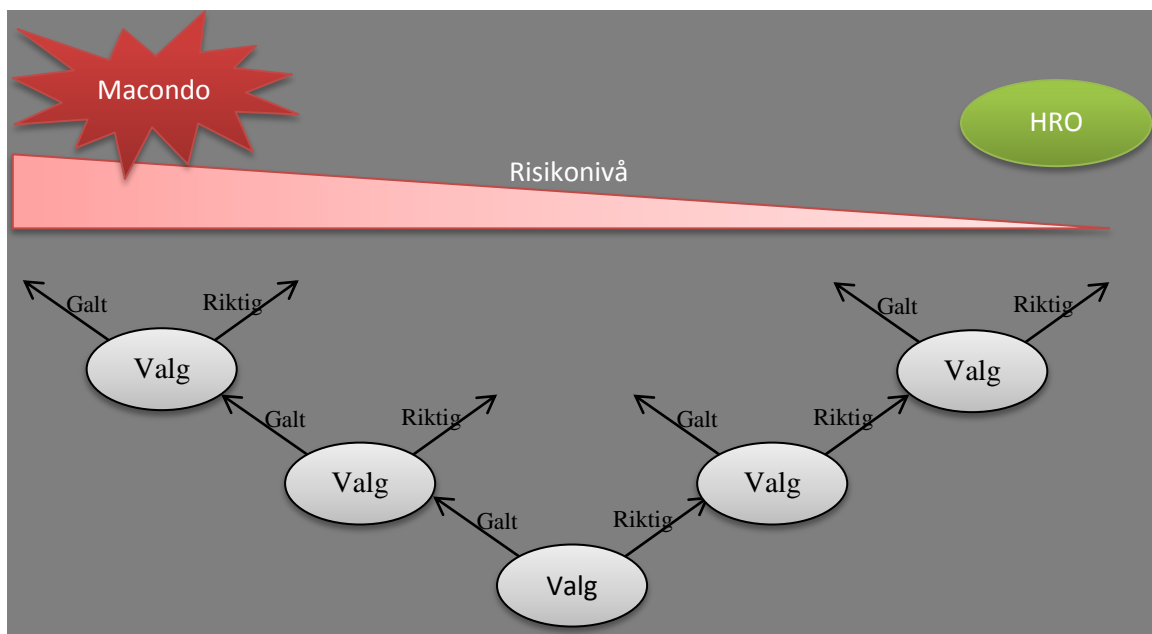
	Gode regler	Dårlige regler	Ingen regler
Korrekte resultater	Korrekt etterlevelse	Korrekt overtredelse	Korrekt improvisasjon
Uønskede resultater	Misvention	Mispliance	Feil

Det er kun området i grønt fra tabellen over som er den ønskede situasjonen i kompleks arbeidssammenheng. Det vil være uunngåelig å komme opp i situasjoner der man befinner seg i de andre områdene, men poenget vil være hvordan organisasjonen opptrer i slike tilfeller. Hvilke valg tas, og hvilke handlinger utføres når man møter på disse? Kulturen satt gjennom ledelsen, som forplanter seg i organisasjonskulturen og gjennomsyrrer arbeidet som gjøres av personellet på frontlinjen, setter “lukten av stedet” og styrer valgene som tas. Dersom en ansatt i organisasjonen vet hva som forventes av den enkelte, og dette følges opp av ledere, helt fra toppledelsen, vil den ansatte vite hva som er riktig og følge dette.

Et poeng i både PTIL og Statoils granskninger er manglende risikoforståelse hos de involverte. Som tidligere nevnt i oppgaven mener ikke jeg at dette er en bakenforliggende årsak til hvorfor ulykker inntreffer, til tross for at dette blir fremlagt slik, både av PTIL og Statoil i deres granskningsrapporter. Risikostyring, analyse og vurdering er et krevende fagfelt i stadig utvikling. Å forvente at frontlinjepersonell på anlegg offshore skal inneha kunnskap og oversikt over all risiko knyttet til arbeidsoppgaver er å angripe problemet i feil ende. Dette er personell som utfører et krevende fysisk og psykisk arbeid. Selv om man nok med store ressurser, tid, kursing og fokus kan heve kunnskapen til frontlinjepersonell for å foreta bedre risikovurderinger, er dette et arbeid der man risikerer å få lite igjen for de ressurser man putter inn. Med denne måten å tenke på beveger man seg tilbake i tid, til en tid der man pekte på frontlinje personell i granskninger av storulykker. Dette er nå byttet med at “personell hadde manglende risikoforståelse”. Enten man sier det på den ene eller andre måten er betydningen i stor grad den samme – ansvaret er igjen flyttet over på enkeltindivider! Dette er ikke noe som er gunstig for utviklingen av bedre risikostyring. Det er en stor fordel om mennesker i organisasjonen som befinner seg tett opptil frontlinjen har en risikoforståelse knyttet til arbeidet de utfører, men dette alene vil ikke alltid være nok. Mennesket har ikke evnen til å forutse alle mulige konsekvenser som kan inntreffe som følge av arbeidet som gjøres. Systemene og kontrollfunksjonene i en organisasjon må derfor tilrettelegges for å bøte på denne menneskelige mangel.

“Ulykker inntreffer ikke fordi mennesker gambler og taper, de inntreffer fordi folkene ikke tror at ulykken som er i ferd ved å inntreffe i det hele tatt er mulig” - (Wagenaar, et al., 1987)

Hvorfor er det slik at i situasjoner der man må velge mellom produksjon og sikkerhet ser det ut til at produksjon ofte er det foretrukne alternativet? Igjen er man inne på organisasjonskultur, og hvordan dette forplanter seg ned til selv de minste handlinger. Hvor ligger fokus? Det kan trekkes en rød linje til hvilke handlinger som belønnes, og hvilke handlinger som straffes. Når man står ovenfor et valg vil reaksjonen av valget være det som avgjør hva som velges neste gang man står ovenfor en lignende problemstilling. Hvordan avgjørelser blir belønnet eller straffet av ledelsen vil være avgjørende for hvilken retning organisasjonen beveger seg i. Figur 4-3 illustrerer hvordan en rekke valg etter hverandre utgjør en stadig større risiko. Valgene er merket med “riktig” og “galt” sett fra et risikostyringsperspektiv med sikkerhet i fokus. Dersom ledelsen verdsetter gale valg som gir økonomisk gevinst, men høy risiko vil man bevege seg langt fra posisjonen og risikonivået man var i opprinnelig. Selv om man ikke har opplevd en ulykke beveger organisasjonen seg inn mot et høyere risikonivå. Litt tabloid kan man si at ytterpunktene i modellen til slutt vil utgjøre forskjellen mellom en Macondoulykke, og en HRO. Ledelse som påser og fremmer de rette valgene beveger organisasjonen mot et HRO-nivå.



Figur 4-3 Hvordan riktig og galt fokus påvirker valgene og gjennom å forplante seg i fremtidige valg øker eller reduserer risikonivået på arbeidsplassen.

Modellen over illustrerer hvordan man med en solid ledelse og gode insentivmodeller kan bruke dette som preventive tiltak og dermed til påvirke risikonivået, men det er ikke dermed sagt at man vil kunne unngå ulykker. Som det ble illustrert gjennom prinsippet om forsvar i dybden vil man aldri kunne kvitte seg med hullene i sveitserost modellen. Man kan likevel gjennom å stille krav, samt følge opp disse, minske hullene i modellen betraktelig. I militæret har man et uttrykk som sier at: “ å stille krav er å vise omsorg”. Dette er et særdeles passende uttrykk også innen risikostyring. Ved å stille strenge

sikkerhetsmessige krav og følge disse opp mot hele organisasjonen skaper man en kultur der man i viser omsorg for sine ansatte, miljøet og samfunnet generelt.

Det er et gjennomgående tema i denne oppgaven at læring fra tidligere hendelser er essensielt for å forhindre tilsvarende ulykker i fremtiden. Hvorfor er det slik at man på Heimdal i 2012 har flere av de samme bakenforliggende årsakene man finner igjen på Piper Alpha fra 1988? PTIL påpeker i intervju at man finner igjen flere av de samme bakenforliggende årsakene i nærmest alle ulykker. Hvorfor har man ikke læring som fører til at disse bakenforliggende årsakene ikke gjentar seg? For at man skal kunne unngå at en hendelse oppstår som følge av gjentakende bakenforliggende årsaker må det finne sted en form for læring. I PTILs modell defineres dette til dels som “etterpåklokskap”. For at man skal få en nyttig endring og forbedring etter en hendelse er det imidlertid nødvendig at granskningen også finner frem til de riktige bakenforliggende årsakene på ulike nivå (ref. Figur 2-4). Deretter må man identifisere de riktige tiltakene for å begrense de bakenforliggende forholdene. Tiltakene må utformes slik at de endrer de riktige bakenforliggende årsakene på en slik måte at de bakenforliggende årsakene ikke kan føre til fremtidige ulykker. Det siste, og kanskje viktigste punktet på listen er gjennomføringsevne av tiltakene. Man må altså ha:

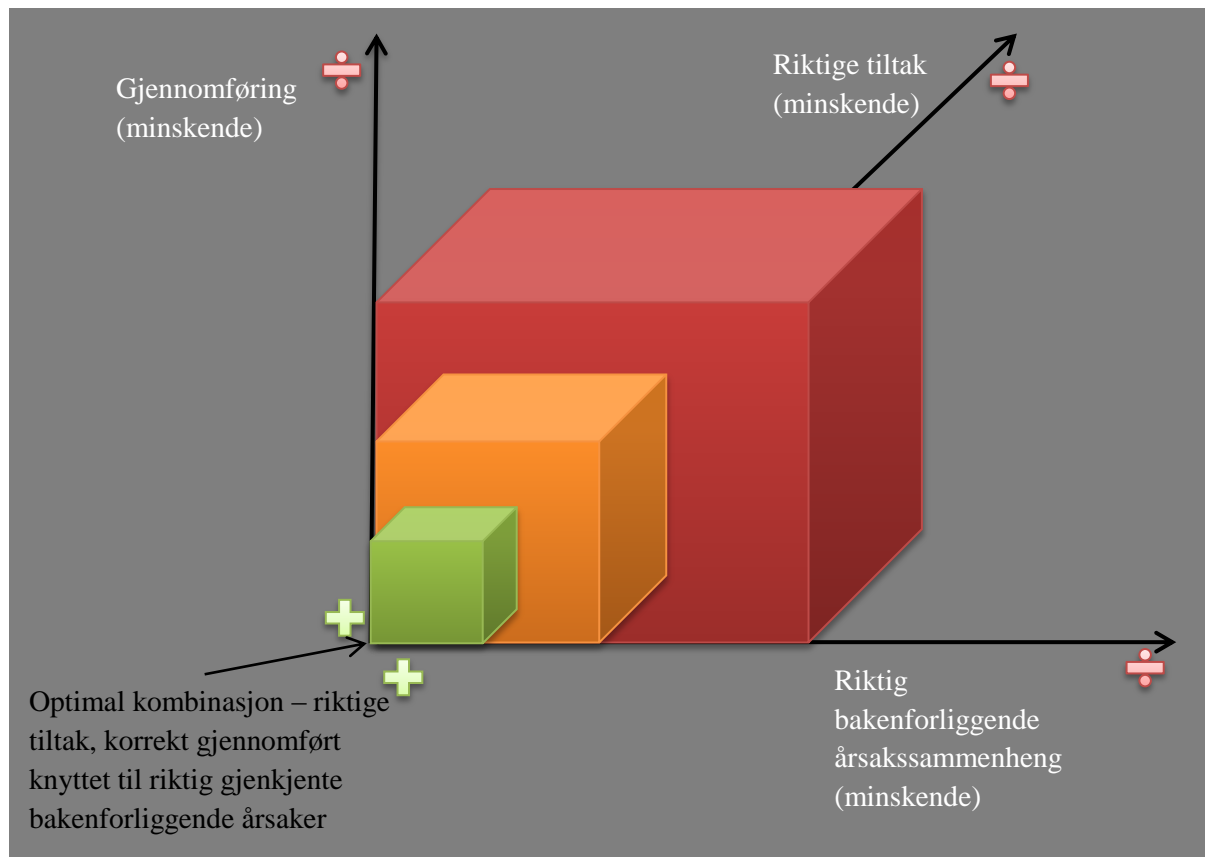
- Riktige årsaker
- Riktige tiltak
- Riktig gjennomføring

Om man i etterkant av en ulykke identifiserer: riktige bakenforliggende årsaker, finner riktige og gode tiltak for å komme disse til livs, men ikke gjennomfører implementering av tiltak på en god måte, er de to første punktene bortkastet. Det er kun ved å lykkes med alle tre punkter at man kan lykkes i å forhindre at ulykker gjentar seg. Av Figur 4-4 ser man hvordan dette prinsippet kan fremstilles grafisk. I origo har man punktet der man har lyktes med alle punktene:

- Man har identifisert alle riktige bakenforliggende årsaker.
- Man har lyktes i å finne perfekte tiltak for å forhindre at de bakenforliggende årsakene får gjenta seg.
- Man gjennomfører tiltakene perfekt.

En 100 % oppnåelse på alle tre punkter vil i praksis være umulig, men man må tilstrebe å nærme seg origo for best mulig måloppnåelse. Dersom man oppnår 100 % på to av punktene, men ikke gjennomfører den tredje vil de to andre ikke ha noen betydning. Dersom man for eksempel identifiserer feil bakenforliggende årsak, men finner riktige tiltak til den bakenforliggende årsaken man har identifisert samt gjennomfører disse, vil ikke dette forhindre en fremtidig ulykke fordi man startet med feil årsak. Målet vil altså være å befinne seg i den grønne kuben i modellen under. Jo

lenger man beveger seg ut på en eller flere av aksene, jo større kube vil man tilhøre og jo mindre effekt vil tiltak ha på risikoeksponeringen.



Figur 4-4 Effekt av tiltak representert i tre dimensjoner. Målet vil være å befinne seg i origo, der årsaker og tiltak er 100 % identifisert og gjennomført.

5 Diskusjon

Spørsmålet stilt som utgangspunkt for denne oppgaven var “hvordan påvirker menneskelige og organisatoriske faktorer tekniske barrierer og fører til ulykker”. Det er en vid og noe udefinerbar problemstilling, noe som fører til et vidt og kanskje lite spesifikt svar. I løpet av arbeidet er det blitt mer og mer tydelig at tekniske barrierer bare er en av flere faktorer som virker inn og påvirker et systems resiliens og forsvar. Det er blitt forsøkt å gi et overordnet bilde – gjennom å studere detaljene – hvordan de ulike elementene (menneske, teknologi, organisasjon) spiller inn og påvirker hverandre slik at ulykker oppstår. Gjennom arbeidet er det utarbeidet en konklusjon som kan sies å ha svart på dette. På grunn av en vid problemstilling, har likevel konsekvensen blitt en noe bred konklusjon. Dette kan sies å være en svakhet med oppgaven.

5.1 Datagrunnlag

Arbeidet ble lagt opp til å være underbygget av dybdeintervjuer av representanter fra PTIL og Statoil for en best mulig førstehåndskunnskap om de aktuelle hendelsene. Hendelsene valgt til å undersøke oppgavens spørsmålsstilling er alle godt dokumentert gjennom rapporter, granskninger og andre studier. Man har dermed et godt datagrunnlag. Statoil ble kontaktet angående intervju med personell tilknyttet Gullfaks C og Heimdal. Statoil ønsket ikke å stille med ansatte som hadde denne tilknytningen med begrunnelse at disse allerede hadde blitt intervjuet en rekke ganger. De anså seg som “ferdig” med dette arbeidet. Dette må kunne sies å ha gått ut over datagrunnlaget. Statoil stilte etterhvert med en representant til intervju. Denne personen hadde liten eller ingen tilknytning til hendelsene eller til oppgavens problemstilling generelt. Uttalelser og sitater fra dette intervjuet ble ikke inkludert i oppgaven, da de ikke ble sett på som relevant.

Det ble også tatt kontakt med PTIL for dybdeintervjuer. PTIL var innstilt på å stille opp der de kunne, og stilte med relevante personer til intervju. På grunn av uforutsette forsinkelser i starten av 2013 kom arbeidet med å finne intervjuobjekter senere i gang optimalt. Flere representanter fra PTIL ble mest sannsynlig ikke hentet inn til intervju på grunn av dette. Intervjuene ble foretatt i perioden juni – juli. En konsekvens var dermed at flere av de PTIL-ansatte var på ferie og dermed ikke tilgjengelige. Innsikten og tilknytningen til de representantene fra PTIL som ble intervjuet kan likevel sies å ha veiet opp for en del av datagrunnlaget evt. mistet på grunn av manglende utvalg. På grunn av mangelen på intervju er mye av datagrunnlaget hentet fra ulike skriftlige kilder som rapporter, granskninger og faglitteratur. Disse kildene er av god kvalitet. Flere fyller også ut hverandre og går i dybden på ulike felt. Dermed har det vært mulig å få et helhetlig bilde av situasjonen rundt hver av hendelsene. Det må likevel understrekes at for en optimal datainnsamling burde man foretatt flere intervjuer. Spesielt mot personell i Statoil med tilknytning til de to hendelsene derfra.

Spørsmålet oppgaven var ment å svare på var vidtdekkende og komplekst. Det kan diskuteres om et utvalg på fire ulykker kan regnes som et representativt utvalg i denne sammenhengen. Kombinasjonen av tilgjengelige data for disse ulykkene, i tillegg til en del generelle uttalelser fra representanter i PTIL gjør at man får et godt innblikk rundt ulykkene. I arbeidet er det også blitt gjennomgått kilder som omtaler andre ulykker i både samme og andre bransjer. Det virker i så måte ikke som om de bakenforliggende årsakene i disse ulykkene skiller seg spesielt ut fra “normalen” ved slike hendelser. Det er forfatterens oppfatning at de fire ulykkene gir et datatilfang som er tilstrekkelig for å kunne svare på oppgavens problemstilling. Med forbehold om at det gjennom flere intervjuer kunne ha kommet frem aspekter, synspunkter og ny informasjon som kunne ha påvirket oppgavens innhold, analyse og dermed også konklusjon.

5.2 Tolkningssvakheter

I oppgaven er det blitt benyttet store mengder data i form av uttalelser, rapporter og granskninger, samt egne intervju. Gjennom et slikt arbeid vil det være muligheter for å tolke innsamlede data på en annen måte enn det som opprinnelig var tiltenkt. Alle er innhentet fra et nøytralt grunnlag, uten annet formål enn å besvare oppgavens problemstilling. Siden denne oppgaven ikke er tilknyttet noen bedrift eller organisasjon annen enn Universitetet i Stavanger, er den heller ikke blitt påvirket av utenforstående krefter. At oppgaven i så måte er uavhengig er noe som vil ivareta oppgavens integritet på en annen måte enn dersom den var skrevet for et av selskapene eller organisasjonene omtalt. På den andre side kan denne mangelen på tilknytning til kildene føre til tolkningssvakheter. Det er blitt forsøkt å unngå tolkningssvakheter ved å ha kontakt med PTIL og en av forskerne bak IRIS rapporten. Tolkningssvakheter er en fare ved denne typen arbeid. Gjennom misforståelser, feil tolkning av data, dårlig kommunikasjon og så videre kan feiltolkninger oppstå. Det er forfatterens oppfordring at sentrale kilder undersøkes dersom uklårheter i oppgaven skulle finnes. Eventuelle feiltolkninger eller svakheter ansees ikke å ha påvirket oppgavens konklusjon i nevneverdig grad.

5.3 Resultatene robusthet

Resultatene av oppgavens analyse bygger på data innhentet fra ulike kilder over en tidsperiode på 25 år. Av analysen finner man at flere av de generelle feiltypene gjenkjent av universitetene i Leiden og Manchester i 1994 fantes både på Piper Alpha i 1988 og på Heimdal i 2012. Man har altså et datagrunnlag som strekker seg over nesten 25 år. At man har dette tidsspennet i datagrunnlaget samtidig som man finner igjen flere av de samme bakenforliggende årsakene i analysen kan sies å styrke resultatenes robusthet. Det er imidlertid varierende kvalitet på granskningene og det generelle datagrunnlaget for de ulike hendelsene. Spesielt granskningene fra Statoil varierer i kvalitet fra Gullfaks C til Heimdal. Denne variasjonen i datagrunnlaget, og til dels manglende dybde i granskningen fra Gullfaks, kan føre til en redusert robusthet i resultatene. Man har likevel tre øvrige hendelser der spesielt to av dem (Piper Alpha og Macondo) er særdeles godt dokumentert og analysert. Dette styrker resultatenes robusthet. Analysen er utledet fra blant annet Tripod-Delta-modellen som er en anerkjent modell fra pionerer innen sine fagfelt. Dette er en styrke ved oppgaven. Modellene presentert av forfatteren av denne oppgaven er også bygget på arbeidet av de samme pionerene, og anses for å gi et representativt bilde av situasjonene de gjenspeiler.

6 Konklusjon

Et system har ikke bedre forsvar enn det svakeste leddet. I MTO sammenheng kan man si det slik at alle delene av organisasjonens forsvar – enten de er organisatoriske, menneskelige eller tekniske – påvirker hverandre i ulik grad. I arbeidet med denne oppgaven er det blitt belyst en rekke faktorer som spiller inn på de tekniske barrierene og som fører til ulykker, enten direkte eller indirekte. Tekniske barrierer er alene ikke nok til å forhindre ulykker. De er en del av et større system der samspill mellom mennesker, teknologi og organisasjon må styres med et samlet og forenende overblikk. Tekniske barrierers godhet og robusthet er et resultat av de to andre faktorene.

Gjennom arbeidet med de fire utvalgte hendelsene er det kommet frem en rekke gjenkjente bakenforliggende årsaker felles for ulykkene. Tekniske barrierer befinner seg stort sett i den spisse enden av organisasjonen. Siden tekniske systemer designes, bygges, overvåkes og styres av mennesker, vil de være et produkt av menneskelig påvirkning. Menneskelig påvirkning er igjen et produkt av den organisatoriske konteksten. Gjennom arbeidet ble det funnet flere generelle feiltyper som gikk igjen på tvers av ulykkene. De samme årsakene er tilstede i dag slik de også var for 25 år siden. Tre av disse var felles for alle ulykkene analysert. Disse bakenforliggende årsakene var ikke nye, men fortsetter å spille en rolle i organisatoriske ulykker. Feiltypene gjenkjent i alle ulykkene var knyttet til:

- Prosedyrer
- Kommunikasjon
- Organisatorisk ryddighet

At man gjennom 25 år har de samme bakenforliggende årsakene tyder på en manglende læring i bransjen. Årsakene har vært kjent, men man har ikke klart å hindre dem i å forårsake nye storulykker. Dersom man ikke klarer å endre på disse feilene (og flere av de andre GFT), vil ulykker som Piper Alpha, Macondo, Gullfaks C og Heimdal fortsatt kunne inntreffe. For å unngå at de samme bakenforliggende årsakene fører til nye ulykker i fremtiden er det derfor nødvendig at organisasjonene lærer. For at man skal kunne lære av gjenkjente årsaker etter en ulykke må man identifisere riktige årsaker. Dersom man finner de bakenforliggende årsakene må man finne riktige og passende tiltak. Tiltakene må følges opp og implementeres slik de er tiltenkt. Bare ved måloppnåelse på alle tre punktene kan man oppnå læring, og unngå at samme bakenforliggende årsaker fører til nye storulykker.

7 Bibliografi

- A System Perspective on Organisational Learning*. **Tharaldsen, Jorunn Elise, et al. 2013**. Stavanger : Society of Petroleum Engineers, 2013.
- Ale, Ben J. M. 2002**. Risk assessment practices in The Netherlands. *Safety Science*. 2002, Vol. 40.
- Aven, Terje. 2010**. *Misconceptions of Risk*. 2010. 987-0-470-68388-0.
- Aven, Terje og Renn, Ortwin. 2009**. On risk defined as an event where the outcome is uncertain. *Journal of Risk Research*. 2009, 12.
- Aven, Terje. 2008**. *Risk Analysis*. 2008. 978-0-470-51736-9.
- BP. 2010**. *Deepwater Horizon Accident Investigation Report*. s.l. : BP Investigation Team, 2010.
- Campbell, Scott. 2005**. Determining overall risk. *Journal of Risk Research*. 2005, Vol. 8.
- Chief Counsel's Report. 2011**. *Macondo: The Gulf Oil Disaster*. s.l. : Chief Counsel, 2011.
- Cyert, Richard M. og March, James G. 1963**. *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliffs : NJ:Prentice Hall, 1963.
- Feynman, Richard. 1983**. Stretching, Pulling and Pushing. *Fun to Imagine*. s.l. : BBC, 15 Juli 1983.
- Ghoshal, Sumantra**. [www.youtube.com](http://www.youtube.com/watch?v=UUddgE8rI0E). [Internett] [Siter: 29 May 2013.]
<http://www.youtube.com/watch?v=UUddgE8rI0E>.
- Graham, John D. og Wiener, Jonathan Baert. 1997**. *Risk versus risk: Tradeoffs in protecting health and the environment*. s.l. : Harvard University Press, 1997. 0674773071.
- Groenweg, Jop. 2002**. *Controlling the controllable - Preventing business upsets*. s.l. : Leiden University, 2002.
- Hollnagel, Erik. 1993**. *Human Reliability Analysis: Context and Control*. London : Academic Press, 1993.
- Hopkins, Andrew. 2012**. *Disastrous Decisions*. s.l. : CHH Australia Limited, 2012. 978 1 921948 77 0.
- , **2009**. *Failure to Learn: the BP Texas City Refinery disaster*. Sydney : CCH Australia Limited, 2009. 978 1 921322 44 0.
- Horne, Roland, [art.]. 2010**. *The Deepwater Horizon Accident: What Happened and Why?* [YouTube]. Stanford University, 2010. <http://www.youtube.com/watch?v=aN2TIWomahQ>.
- HSE. 2010**. Hazards.Strategies and plans Plans archive Business plan 04-05 Major hazards. [Internett] 2010. <http://www.hse.gov.uk/aboutus/strategiesandplans/hscplans/businessplans/0405/07.htm>.
- Hudson, Patrick T.W, et al. 1994**. Tripod-Delta: proactive approach to enhanced safety. *Journal of Petroleum Technology*. 1994, 40.
- Håland, Tor Petter Bø og Inger. 2012**. *Sysselsatte med ekstra lange arbeidsuker*. s.l. : SSB, 2012.

- International Risk Governance Council. Risk governance: Towards an integrative approach. IRGC. 2005. 2005.*
- IRIS. 2011.** *Læing av Hendelser i Statoil.* s.l. : IRIS, 2011. 978-82-490-0756-1.
- ISO 31000. 2009.** Risk management — Principles and guidelines. 2009. ISO 31000:2009(E).
- Johnson, Phil og Gill, John. 1993.** *Management Control and Organizational Behaviour.* London : Paul Chapman Publishing, 1993.
- Kaplan, Stan og Garrick , John. 1981.** On The Quantitative Definition of Risk. *Risk Analysis.* 1981, Vol. 1.
- Kaplan, Stan. 1991.** Risk Assessment and Risk Management - Basic Concepts and Terminology. *Risk management: Expanding horizons in nuclear power and other industries.* 1991.
- Kutchka, Joseph M.** *Investigation of fire and explosion accidents in the chemical, mining, and fuel-related industries. A Manual.*
- La Porte, Todd og Consolini, Paula M. 1991.** Working in Practice but Not in Theory: Theoretical Challenges of "High-Reliability Organizations". *Journal of Public Administration Research and Theory.* 1991, Vol. 1, 1.
- Levitt, Barbara og March, James G. 1988.** Organizational Learning. *Annual Review of Sociology.* 1988, Vol. 14.
- Lord Cullen, (The Hon). 1990.** *The Public Inquiry into the Piper Alpha Disaster.* London : HMSO, 1990.
- Lowrance, William W. 1976.** *Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety.* Los Altos, USA : William Kaufmann, Inc, 1976. 0913232300.
- Model-based human reliability analysis: prospects and requirements. Mosleha, Y.H. Changa.* s.l. : Reliability Engineering and System Safety.
- Nickerson, Raymond S. 1998.** Confirmation Bias: A Ubiquitous Phenomenon in Many Guises. *Review of General Psychology.* 1998, Vol. 2.
- NOU. 2012.** *Samfunnsøkonomiske Analyser.* s.l. : Finansdepartementet, 2012.
- PatC-Cornell, M. Elisabeth. 1992.** *Learning from the Piper Alpha Accident: A Postmortem Analysis of Technical and Organizational Factors.* 1992.
- PTIL. 2013.** *Intervju med representanter fra PTIL.* Juli 2013.
- **2012.** *Rapport etter granskning av hydrokarbonlekkasje på Heimdal 26.5.2012.* s.l. : PTIL, 2012.
- **2010.** *Tilsynsaktivitet med Statoils planlegging av brønn 34/10-C-06A.* 2010.
- **2010.** Varsel om pålegg til Statoil - Gullfaks C. [Internett] 19 November 2010. <http://www.ptil.no/nyheter/varsel-om-paalegg-til-statoil-gullfaks-c-article7408-24.html>.
- Reason, James. 1997.** *Managing the Risks of Organizational Accidents.* Burlington : Ashgate Publishing Company, 1997. 1 84014 104 2.

- Rosa, Eugene A. 1998.** Metatheoretical foundations for post-normal risk. *Journal of Risk Research*. 1998, Vol. 1.
- . **2003.** The logical structure of the Social Amplification of Risk Framework (SARF): Metatheoretical foundations and policy implications. [bokforf.] Nick Pidgeon, Roger E. Kasperson og Paul Slovic. *The Social Amplification of Risk*. s.l. : Cambridge University Press, 2003.
- Røyset, Solfrid Engene, Røv, Ann Solberg og Elkjær, Knut. 2010.** *Arbeidsskadedødsfall i landbruket – Utviklingstrekk*. Trondheim : Direktoratet for arbeidstilsynet, 2010.
- Safe offshore workers and unsafe fishermen – a system failure?* **Lindøe, Preben Hempel.** Stavanger : s.n.
- Schiefloe, Per Morten og Vikland, Kristin Mauseth. 2004.** *Årsaksanalyse etter Snorre A hendelsen 28.11.2004*. s.l. : Statoil, 2004.
- Schultz, Majken. 2002.** Interorganizational Learning. [bokforf.] Joel A.C Baum. *The Blackwell Companion to Organizations*. Oxford : Blackwell, 2002.
- Skogdalen, Jon Espen. 2011.** *Integration of human, organisational an technical factors*. Stavanger : University of Stavanger, 2011. 978-82-7644-469-8.
- Skoglund, Tove Ladstein og Tor. 2007.** *Utviklingen i norsk jordbruk 1950-2005*. 2007.
- Standards Norway. 2004.** *NORSOK D-010*. 2004.
- Statoil. 2010.** *Brønnehendelse på Gullfaks C*. s.l. : Statoil, 2010.
- . **2012.** *Granskning etter gasslekkasje på Heimdal*. s.l. : Statoil, 2012.
- Strategy Unit. 2002.** *The Strategy Unit. Risk: Improving government's capability to handle risk and uncertainty*. London, UK : s.n., 2002.
- The role of an International Oil Company in the 21th Century.* **Inglis, Andy. 2007.** s.l. : Sanford Bernstein, 2007.
- Tinmannsvik, Ranveig Kviseth, Sklet, Snorre og Jersin, Erik. 2004.** *Granskningsmetodikk: Menneske - Teknologi - Organisasjon, En kartlegging av kompetansemiljøer og metoder*. s.l. : SINTEF, 2004.
- Tzu, Sun. 500 BC.** *The Art of War*. 500 BC.
- Vinnem, Jan Erik. 2010.** *Offshore Risk Assessment*. 2010.
- Wagenaar, Willem Albert og Groenweg, Jop. 1987.** Accidents at sea: multiple causes and impossible consequences. *International Journal of Man-Machine Studies*. 1987, Vol. 27.
- Weick, Karl E. 1991.** *The vulnerable system: an analysis of the Tenerife air disaster*. London : Sage Publications, 1991.
- Weick, Karl. 1987.** *Organizational culture as a source of high reliability*. s.l. : California Management Review, 1987.
- Willis, Henry H. 2007.** *Guiding resource allocations based on terrorism risk*. 2007.

