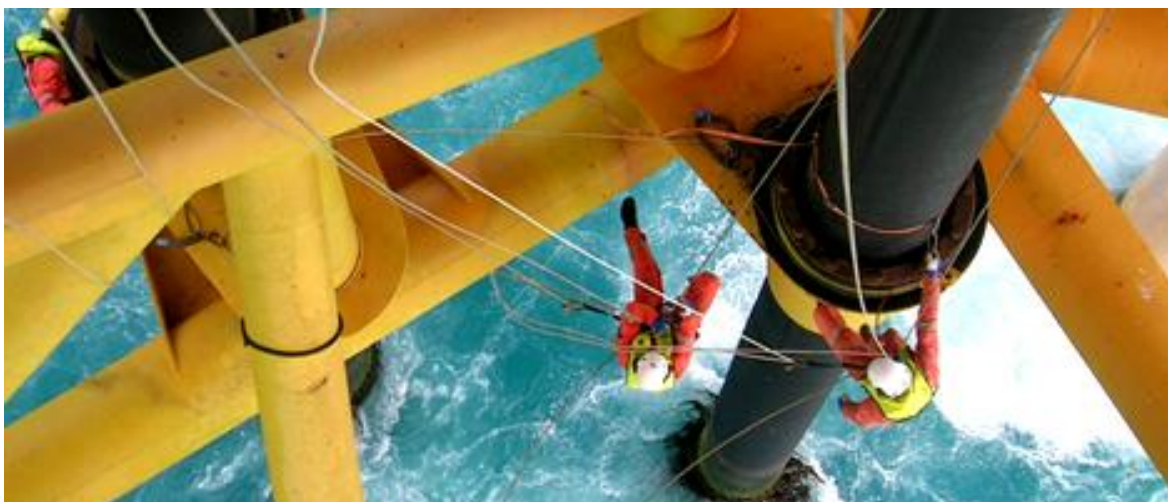


# APPLY<sup>®</sup> SØRCO

**Asset Integritet Management(AIM) på den norske kontinentalsokkel(NCS).  
Praktisk gjennomføring og utfordringer innenfor offshore-vedlikehold.**



**APPLY SØRCO – Forus, koppholten 25**

# HOVEDPROSJEKT

**Studenten(e)s navn:** Roger Grindhaug

---

**Linje & studieretning** Maskin, Prosess- og energiteknikk

**Oppgavens tittel:**

Asset Integritet Management(AIM) på den norske kontinentalsokkel(NCS). Praktiske gjennomføringer og utfordringer innenfor offshore-vedlikehold.

**Oppgavetekst:**

Oppgaven skal inneholde litteratur som beskriver hvordan Asset Integritet Management(AIM) fungerer på den norske kontinentalsokkelen. Oppgaven skal og teoretisk beskrive hvordan en gjennomfører vedlikeholds-analyser som konsekvens klassifisering, reservedel management, preventiv vedlikehold og sikkerhetsbarrierer, samt vise en case for en utvalgt pumpe for å illustrere hvordan dette gjennomføres i praksis. Som en avslutning på teorien og den praktiske casen, skal oppgaven konkludere forskjellen mellom praktisk og teoretisk vedlikehold.

**Endelig oppgave gitt:** *Fredag 22. November 2013*

**Innleveringsfrist:** Fredag 29.november 2013 kl. 12.00

**Intern veileder** Ståle Pettersen - HSH

**Ekstern veileder** Jawad Raza - ApplySørco

**Godkjent av  
studieansvarlig:  
Dato:**



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

Høgskolen Stord/Haugesund  
Studie for ingeniørfag  
Bjørnsonsgt. 45  
5528 HAUGESUND  
Tlf. nr. 52 70 26 00  
Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel Asset Integritet Management(AIM) på den norske kontinentalsokkel(NCS). Praktiske gjennomføringer og utfordringer innenfor offshore-vedlikehold.		Rapportnummer  (Fylles ikke ut)
Utført av Roger Grindhaug		
Linje Maskin		Studieretning Prosess- og energiteknikk
Gradering	Innlevert dato	Veiledere Intern: Ståle Pettersen- HSH Ekstern: Jawad Raza- ApplySørco

### Ekstrakt

I samarbeid med Apply Sørco og Høgskolen Stord/Haugesund har jeg gjennomført hovedoppgaven høst 2013. Temaet for hovedoppgaven omhandler å få et teoretisk syn på hvordan Asset Integritet Management(AIM) opererer på den Norske kontinentalsokkel(NCS). Vedlikeholds-prosessen er essensiell for levetiden til utstyret, samt myndigheten stiller strenge krav. Her ser vi på metodene som gjør denne vedlikeholds-prosessen sikker, effektiv og økonomisk.

## **Sammendrag**

Oppgaven begynner med å gi en teoretisk innsikt på hvordan Asset Integrity Management(AIM) operer på den norske sokkel(NCS). Ut i fra disse retningslinjene går oppgaven videre til hvordan disse retningslinjene praktiseres gjennom vedlikeholdsprosesser som skal øke HMS, øke levetiden til utstyret å gi en økonomisk gevinst. En skal da se på statistikker som forteller oss om AIM har forbedret seg til det positive.

Mot slutten gjennomgår oppgaven en case, en case som viser hvordan vedlikeholdsprosessene gjennomføres i praksis. Og til slutt konkludere forskjellen mellom den teoretiske og praktiske delen i de vedlikeholdsprosessene.

# Innholdsfortegnelse

HOVEDPROSJEKT .....	II
SAMMENDRAG .....	IV
INNHALDSFORTEGNELSE .....	I
FIGUR LISTE:.....	III
ORDFORKLARINGER.....	IV
<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>1</b>
1.1 BAKGRUNN FOR VALG AV TEMA.....	1
1.2 PROBLEMSTILLING .....	1
1.3 MÅL MED DENNE HOVEDOPPGAVEN.....	1
<b>2. ASSET INTEGRITY MANAGEMENT .....</b>	<b>2</b>
2.1 HVA ER AIM?.....	2
2.2 ELEMENTER AV AIM .....	4
2.1.1 DESIGN INTEGRITET .....	4
2.1.2 TEKNISK INTEGRITET .....	5
2.1.3 DRIFTSMESSIG INTEGRITET .....	5
<b>3. AIM PÅ NCS.....</b>	<b>6</b>
3.1 KORT OVERSIKT AV NORGES OLJE/GASS- INDUSTRI .....	6
3.2 AIMs UTVIKLING PÅ NCS.....	7
3.1.1 SIKKERHETSRELATERTE HENDELSER.....	8
3.1.2 TEKNISK RELATERTE HENDELSER.....	9
3.3 REGLER FOR AIM PÅ NCS .....	10
3.3.1 § 45 VEDLIKEHOLD .....	10
3.3.2 § 46 KLASIFISERING .....	11
3.3.3 § 47 VEDLIKEHOLDSPROGRAM.....	11
3.3.4 § 48 PLANLEGGING OG PRIORITERING .....	11
3.3.5 § 49 VEDLIKEHOLD'S EFFEKTIVITET.....	11
<b>4. PROSESSEN FOR VEDLIKEHOLD'S STRATEGI .....</b>	<b>12</b>
4.1 DATAINNSAMLING .....	12
4.2 KLASIFISERINGSPROSESSEN .....	12
4.2.1 ETABLERING AV BESLUTNINGSKRITERIET .....	12
4.2.2 KONSEKVENSKRITERIET (KRITIKALITET) KLASIFISERING .....	13

4.2.3 DEFINERING AV HOVED- OG SUB FUNKSJON .....	13
<b>4.3 VEDLIKEHOLDSANALYSE .....</b>	<b>14</b>
4.3.1 RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE(RCM) .....	14
4.3.2 RISK BASED INSPECTION(RBI) .....	15
<b>4.4 PREVENTIV VEDLIKEHOLD .....</b>	<b>16</b>
<b>4.5 UTFØRELSE AV VEDLIKEHOLDSSYSTEM.....</b>	<b>16</b>
<b>4.6 RESERVEDEL MANAGEMENT.....</b>	<b>17</b>
<b>5 CASE.....</b>	<b>18</b>
<b>5.1 FUNKSJONSBEKRIVELSE .....</b>	<b>18</b>
<b>5.2 TEKNISK HIERARKI(TAG).....</b>	<b>18</b>
<b>5.3 FUNKSJONSHIERARKI .....</b>	<b>19</b>
<b>5.4 KONSEKVENNS KLASSIFISERING.....</b>	<b>21</b>
<b>5.5 VEDLIKEHOLDSPROGRAM .....</b>	<b>22</b>
<b>5.6 SIKKERHETSBARRIERER.....</b>	<b>26</b>
<b>6. KONKLUSJON .....</b>	<b>27</b>
<b>7. REFERANSER .....</b>	<b>28</b>

## Figur liste:

Figur 1 Oljeplattformen Deepwater Horizon i brann .....	2
Figur 2 AIM konsept ( Kadiri, 2013) .....	4
Figur 3 Vedlikeholdsplanlegging(ApplySørco,2013) .....	5
Figur 4 Norge som Olje- og Gasseksportør(Faktaheftet 2013) .....	6
Figur 5 Verdiskapning(Statistisk sentralbyrå) .....	6
Figur 6 Operatører norsk sokkel .....	7
Figur 7 Den Norske kontinentalsokkel(NCS) .....	7
Figur 8 Statistisk tabell av dødsfall fra 1967- 2009(wikipedia, 2013).....	8
Figur 9 Skader på mobilt anlegg .....	8
Figur 10 Shutdowns på norsk kontinentalsokkel .....	9
Figur 11 Shutdowns norsk sokkel .....	9
Figur 12 AIM`s tidslinje(Raza, 2013) .....	10
Figur 13 Framgangsmåte(ApplySørco, 2013) .....	12
Figur 14 Konsekvensklassifiseringsprosessen( Standard Z-008) .....	13
Figur 15 Redundansen av HF og SF importert fra Z-008.....	14
Figur 16 RCM(Christian, 2013) .....	15
Figur 17 Reservedel evalueringsprosessen .....	17
Figur 18 Teknisk Hierarki .....	18
Figur 19 Identifisering av Main funksjon (Z-008) .....	19
Figur 20 Sub funksjon(Z-008) .....	19
Figur 21Funksjonshierarkiet .....	20
Figur 22 Funksjonshierarki-eksempel fra z-008 .....	20
Figur 23 Beskriver forkortelsene i fig.22 .....	21
Figur 24 Konsekvens evaluering .....	21
Figur 25 Etablering av vedlikeholdsprogram .....	22
Figur 26 Oversikt over vedlikehold (Nystad, 2013) .....	24
Figur 27 Vedlikeholds- aktiviteter og rutiner .....	25
Figur 28 Barrierer prinsippet .....	26

## Ordforklaringer

<b>AI</b>	<b>Asset Integrity</b>
<b>AIM</b>	<b>Asset Integrity Management</b>
<b>BD</b>	<b>Breakdown</b>
<b>BS</b>	<b>British Standard</b>
<b>CBM</b>	<b>Condition Based Maintenance</b>
<b>CMMS</b>	<b>Computerized Maintenance Management System</b>
<b>FM</b>	<b>Fire Mode</b>
<b>FMECA</b>	<b>Failure Mode, Effects and Criticality Analysis</b>
<b>HF</b>	<b>Hoved Funksjon</b>
<b>HMS</b>	<b>Helse, miljø og sikkerhet</b>
<b>HRA</b>	<b>Human Reliability Analysis</b>
<b>ISO</b>	<b>Internasjonal Organisasjon for Standardisering</b>
<b>NCS</b>	<b>Norwegian Continental Shelf</b>
<b>NDT</b>	<b>non-destructive-testing</b>
<b>NPD</b>	<b>Norges petroleums direktorat</b>
<b>O&amp;G</b>	<b>Oil and Gas</b>
<b>O&amp;G</b>	<b>Olje og Gass</b>
<b>O&amp;M</b>	<b>Operations and Maintenance</b>
<b>PM</b>	<b>Preventive Maintenance</b>
<b>RAM</b>	<b>Reliability, Availability and Maintainability (Analysis)</b>
<b>RBI</b>	<b>Risk Based Inspection</b>
<b>RCM</b>	<b>Reliability Centred Maintenance</b>
<b>SAP</b>	<b>System Analysis and Program Development</b>
<b>SF</b>	<b>Sub funksjon</b>
<b>SIL</b>	<b>Safety Integrity Level</b>



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

Det har vært mange katastrofer i oljehistorien, både på norsk sokkel og på andre sokler.

Katastrofer som kunne vært forhindre?

Asset Integrity Management(AIM) i olje- og gassindustrien er en kompleks prosess. En prosess som skal ta alle faser i en livssyklus fra design av objektet til fjerning av objektet på en sikker, effektiv og økonomisk måte som igjen skal bidra til å forhindre slike katastrofer.

I utgangspunktet ønsker jeg å kikke på tiltak, rutiner og aktiviteter rundt dette emne. På den bakgrunn har jeg formulert følgende problemstilling:

## 1.2 Problemstilling

*" Hvordan utfører man vedlikeholds analyser med hensyn på Asset Integrity(AIM), på den norske kontinentalsokkel(NCS). Og hva er forskjellen på den teoretiske- og praktiske delen i denne prosessen."*

## 1.3 Mål med denne hovedoppgaven

Jeg ønsker i denne bacheloroppgaven å se på hvor viktig det er med Asset Integrity Management(AIM) på den norske kontinentalsokkel(NCS). Hvordan AIM bidrar til effektivisering av prosesser, HMS og levetiden til utstyr. Kikke på aktiviteter og rutiner en vedlikeholds ingeniør bruker til disse problemstillingene. Ta opp en case( 71-brannvannpumpe-systemet),hvor jeg går gjennom utvalgte stadier for å laget et vedlikeholdsprogram for en pumpe. Gjennom dette skapes et overblikk rundt teorien og rundt det praktiske. Til slutt ønsker jeg å sammenligne og diskutere det teoretiske- og praktiske arbeidet, for å se på forskjellen mellom disse.

## 2. Asset Integrity Management



Figur 1 Oljeplattformen Deepwater Horizon i brann

*Bildet illustrerer blow-out katastrofen som inntraff Mexicogolfen 20.April, 2010. Dette resulterte i 11 døde, 17skadde og 87 dager konstant oljeutslipp.*

### 2.1 Hva er AIM?

For å få en god oversikt over hva AIM faktisk er, kan vi først se på betydningen av ordene Asset og Integrity. En ansatt som presterer og tjener gode penger til sitt selskap vil være en Asset for selskapet. Den norske ordboken beskriver ordet slik: "Asset er et objekt, et objekt som f.eks. et produksjonsanlegg, en borerigg, en person som har en verdi". Den ansatte er et økonomisk objekt. For å dra paralleller til et mer teknologisk perspektiv, kan vi sammenligne Asset med en pumpe.

Begrepet Integrity betyr integritet på norsk og i denne sammenheng kan det sees som en tilstand av lyd eller en perfekt tilstand. Vi setter ordene sammen og definere betydningen. Asset Integrity kan defineres som evnen til et objekt for å utføre sin plikt/funksjon effektivt, økonomisk og HMS-basert. En kan da se på Asset Integrity som et resultat av et godt design, som utfører de prosessene og produserer de produktene det ble designet for.

Vi har nå sett på Asset Integrity, men hvilken betydning har Management i denne sammenheng?

Asset Management blir definert som det store strukturelle rammeverket rundt integriteten. Et rammeverk som skal koordinere aktivitetene systematisk. AIM går ut på å bevare integriteten på et forventet nivå. Hele tiden ha strategier og aktiviteter for å øke levetid på objekter som f.eks. en pumpe. Gjennom design, drift, vedlikehold og inspeksjon kan en maksimere levetiden, sikre konsis ytelse og forretningsmessig ha en større avkastning uten ulykker.

Hvorfor trenger vi Asset Management?

- Det sikter mer mot en økonomisk og rasjonell bruk av kapitalen.
- Det sikter til en mer lønnsom virksomhet
- Det er mer brukervennlig og vedlikeholdsvennlig
- Det tas langsiktige beslutninger i henhold til livssyklusen
- Det gir retningslinjer til vedlikeholds-strategier og vedlikeholdsplanlegging

Se på [figur\(1\)](#). Her er et worst-case-scenario-tilfelle av dårlig AIM. Rapporten til ulykken beskriver feilene: *Hentet fra dagens næringsliv*:

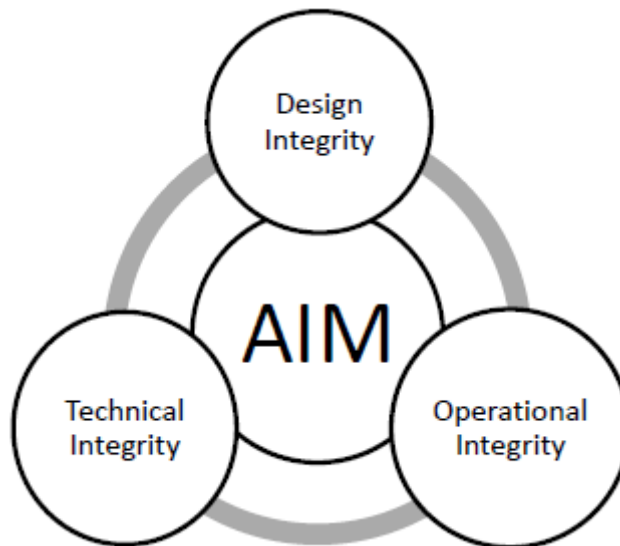
1. Boreslam og sement feilet – begge sikkerhetsbarrierene.
2. Negative trykk-tester ble feilaktig godtatt av både BP(britisk petroleum) og riggeier Transocean uten at brønnens **integritet** ble testet.
3. I en periode på 40 minutter feilet riggansette å oppdage hydrokarbon-lekkasjen inntil den nådde stigeledningene.
4. Etter at brønnstrømmen nådde riggen, ble den feilaktig ført til en slam-gass-separator.
5. Ventilasjonssystemet transporterte lett antennelig gass inn i motorrommet.
6. Selv etter eksplosjonen og brannen, feilet blow-out-preventer på havbunnen.

Rapporten konstaterer at årsaken til feilene på BOP skyldes brudd på sikkerhetsbarrier, dårlig vedlikehold og testing. Det er nettopp dette AIM handler om, å forhindre at slike katastrofer og mindre dramatiske hendelser ikke inntreffer.

## 2.2 Elementer av AIM

Det er 3 elementer i Asset Integrity Management:

1. Design integritet
2. Teknisk integritet
3. Driftsmessig integritet



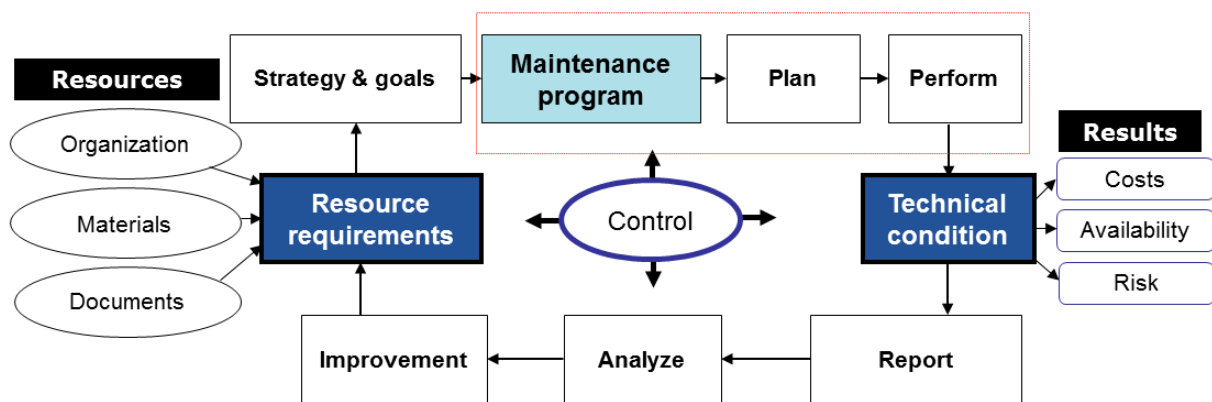
Figur 2 AIM konsept ( Kadiri, 2013)

### 2.1.1 Design integritet

Design integritet involverer kalkulasjoner, materialvalg, simuleringer og analyser av designet. Alt i henhold til krav og regler for å oppnå en viss grad av sikkerhet og funksjonalitet. Under denne utviklingen blir det og designet barrierer. Konseptet med å designe barrierer er for å forbedre sikkerheten. Barrierene skal hindre uønskede hendelser og en barriere kan og fungere slik at hvis en uønskede hendelse oppstår, skal det være med et mindre utslag. Mer om sikkerhetsbarrierer i kapittel 5.6. Under bygging skal design integriteten sikre fabrikasjonen og det ferdigstilte utstyret gjennom sammenligning og innsamling av dokumenter, sertifiseringer, for sikkerheten til kritiske anlegg og utstyr. Etablering av design integritet innebærer å bruke hjelpemidler til å finne potensielle risikoer/farer, men og for å modifierer barrierer. Hjelpemidler som kritikalitets analyse, pålitelig vedlikehold(RCM), HAZOP, menneske pålitelig analyse(HRA) og feilmøde effekt kritikalitets analyse(FMECA).

### 2.1.2 Teknisk integritet

Dette er kanskje det mest kjente fenomenet av elementene. Teknisk integritet kan beskrives gjennom vedlikehold, inspeksjon, overvåking og funksjonstesting av objekter(Assets). Området dekker også aktiviteter som klimatiltak, inngrep og reparasjoner. Her ønskes det gode tilganger til informasjon fra data, modeller, verktøy og analyser for å hjelpe i beslutningsprosessen. Ut i fra beslutningsprosessen, ønsker man å få best resultat for produktet. Det kan være driftssikkerheten, den skal være enkel å drive vedlikehold på, miljøvennlig produkt og lave finansieringskostnader. Alt utstyr/systemer blir utsatt for problemer og degraderinger i løp av sin operative levetid. Organisasjonen som eier eiendelen må lage en administrativ- og vedlikeholds strategi for å holde den tekniske integriteten på et akseptabelt nivå. [Fig\(3\)](#) under viser en kjent modell fra NORSOK, rundt forbedringer av vedlikeholds aktiviteter på offshore installasjoner.



Figur 3 Vedlikeholdsplanlegging(ApplySørco,2013)

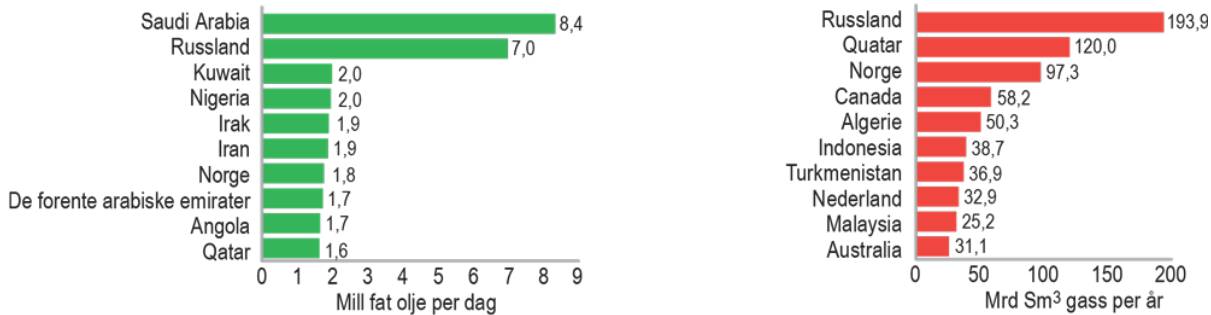
### 2.1.3 Driftsmessig integritet

Som nevnt tidligere kan en Asset være et menneske. Driftsmessig integritet er evnen til driftspersonellet for å drifte anlegget effektivt og sikkert. Dette krever trening av driftspersonell, styringssystemer, rapporteringssystemer, kompetanser. Slik kan en overvåke, dokumentere sikkerheten og effektiviteten av driften på en forsvarlig og effektiv måte. En kan da notere seg at utstyret trenger mennesket og mennesket trenger utstyret. Mangel på driftsmessig integritet kan resultere i ikke-produktiv tid, økning i ulykker og risikoer.

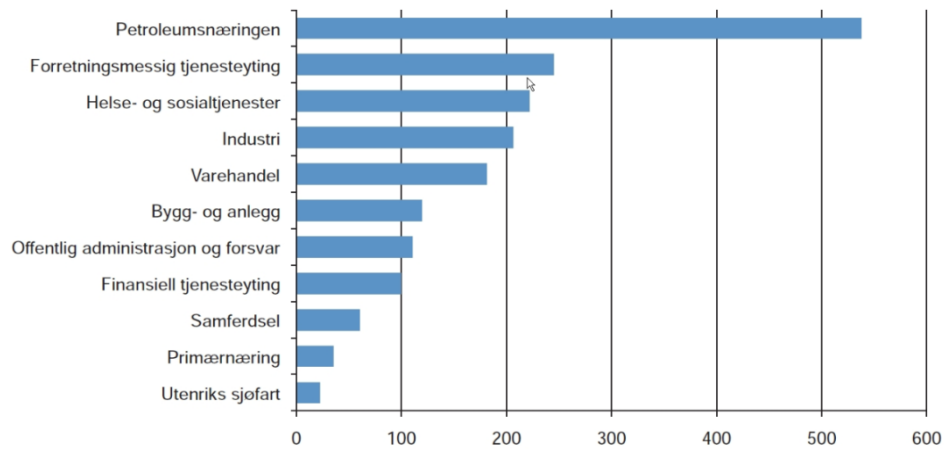
### 3. AIM på NCS

#### 3.1 Kort oversikt av Norges Olje/gass- industri

Det er ingen hemmelighet at Norge lever av petroleumsindustrien. Og siden slutten av 1960 tallet har petroleumsvirksomheten utviklet seg til å bli Norges største industri. Faktisk så er 23% av landets verdiskapning fra petroleumssektoren. Noe som igjen utgjør 31% av statens inntekter(statsbudsjettet). På verdensbasis er Norge den syvende største oljeprodusenten og tredje største gassprodusenten.



Figur 4 Norge som Olje- og Gasseksportør(Faktaheftet 2013)

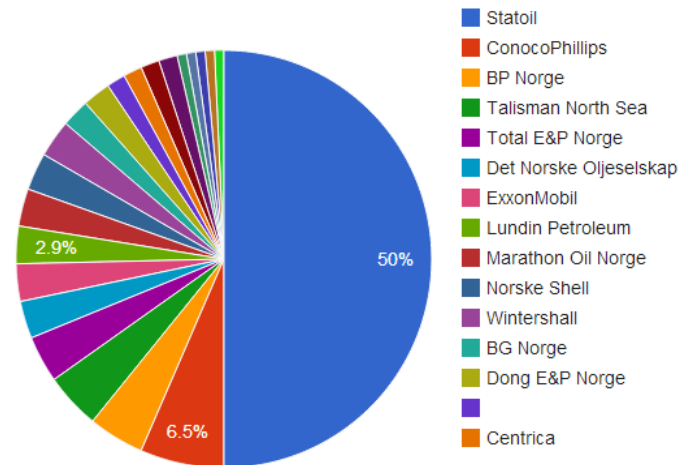


Figur 5 Verdiskapning(Statistisk sentralbyrå)

Den norske kontinentalsokkel(NCS) innebærer Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. På denne sektoren er Statoil den største operatøren med ca.60% der den Norske stat er hovedaksjonær med hele 67% eierandel som forvaltes av Olje- og energidepartementet(Wikipedia,2013).



Figur 7 Den Norske kontinentalsokkel(NCS)



Figur 6 Operatører norsk sokkel

### 3.2 AIMs utvikling på NCS

Med over fire tiårs erfaring begynner petroleumsvirksomheten i Norge å bli drevne. I denne tidsepoken har AIM vært med i gamet siden dag en. Men har AIM i løp av denne tidsepoken forbedret seg positivt på den norske kontinentalsokkelen?

På den norske kontinentalsokkelen referer man en uønsket hendelse til ulykker og nesten ulykker. Og når man analyserer disse uønskede hendelsene, deler man opp i sikkerhetsrelaterte hendelser og tekniske hendelser. Sikkerhetsrelaterte hendelser fokuserer mer på hendelsene som har innvirkning på velvære for mennesker, mens tekniske hendelser fokuserer på det som påvirker de tekniske produksjonsprosessene.

### 3.1.1 Sikkerhetsrelaterte hendelser

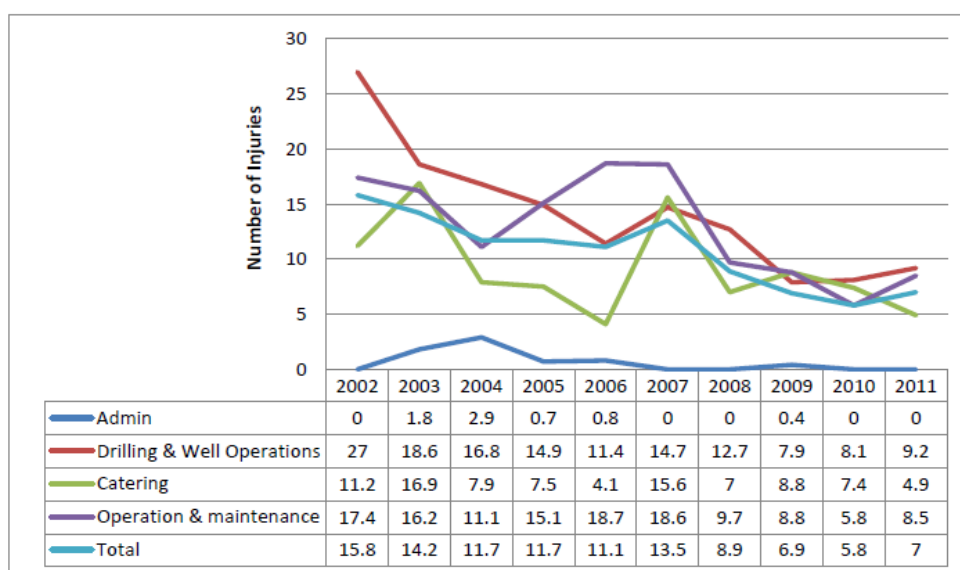
La oss skape et bilde av forbedringen gjennom en statistisk analyse for uønskede hendelser de fire siste tiår:

Periode	1967-1979	1980-tallet	1990-tallet	2000-2009
Konstruksjoner og maritime systemer	6	134	0	1
Helikopter	34	0	15	0
Fallulykker	25	12	7	1
Dykking	10	6	0	0
Løfting	3	0	2	3
Arbeidsulykker på fartøyer	1	1	3	3
Brann og eksplosjon	5	1	0	0
Boreoperasjoner	0	1	3	0
Forgiftninger	3	1	0	0
Andre	1	1	1	1
Samlet antall døde	92	156	31	9

Figur 8 Statistisk tabell av dødsfall fra 1967- 2009(wikipedia, 2013)

Som [fig\(8\)](#) viser, er dødstallene betraktelig redusert. Grovt sett, kan en bekrefte at AIM på NCS har blitt bedre.

De største ulykkene på norsk sektor er Ekofisk blow-outen i 1977 og den mest tragiske av de alle, Alexander L. Kielland-ulykken i 1980 som krevde 123 menneskeliv. Disse ulykkene bidro og hadde en stor innvirkning på hvordan olje- og gassindustrien tenker i forhold til HMS og kvalitet. I nyere tid har det ikke vært noen store ulykker, men det forekommer stadig skader som en tar lærdom av.



Figur 9 Skader på mennesker



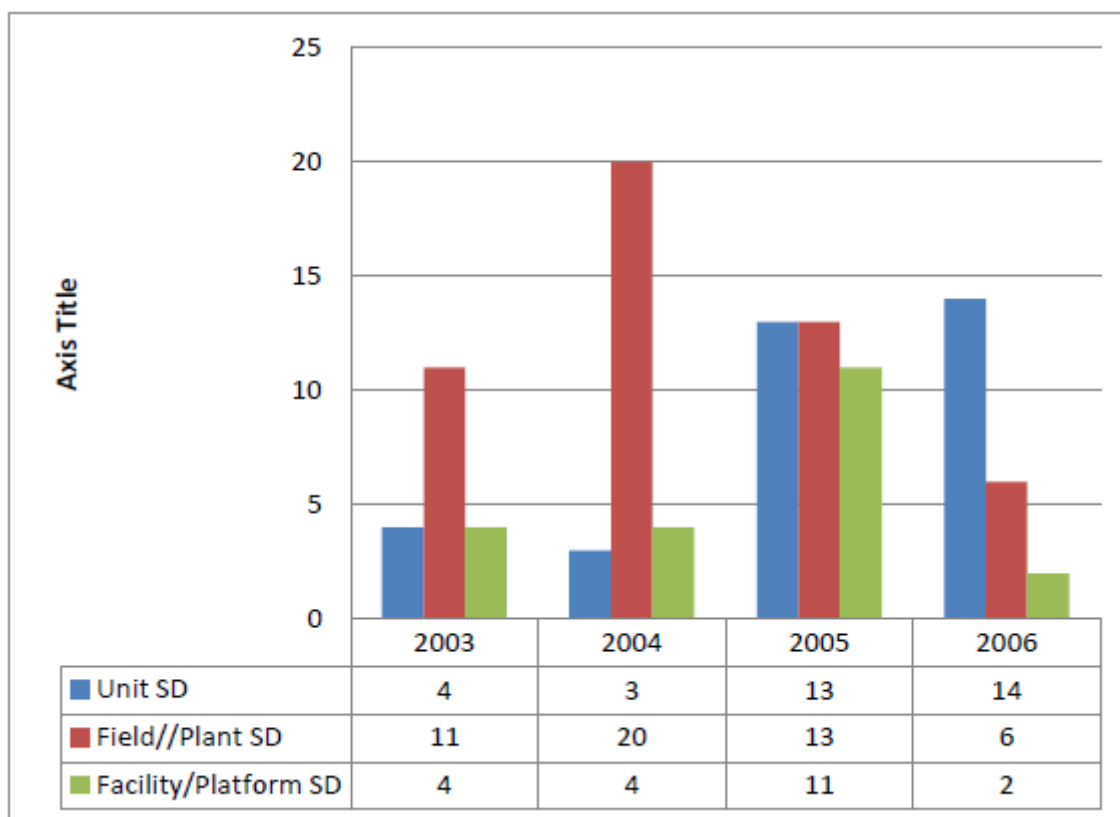
Ut fra [fig\(9\)](#) ser vi igjen at skader på NCS betraktelig synker. Man kan da konkludere med at AIM har forbedret seg i løp av denne tidsepoken. Men hva med tekniske hendelser?

### 3.1.2 Teknisk relaterte hendelser

Hendelser som reduserer/stopper den daglige driften/produksjonen er teknisk relaterte hendelser. Det kan være utstyrsfeil, funksjonsfeil osv. Teknisk relaterte hendelser vil redusere produksjonen midlertidig, eller få frem en total shutdown(som er total avstengning av et anlegg). Svikt av utstyr som pumper, generatorer, kompressorer, resulterer i en **unit shutdown**. Produksjonen er fortsatt i gang, men på et redusert nivå, noe som tar oss videre til **Field/plant shutdown** og **Felicity/Platform shutdown**. I slike tilfeller vil en ha total shutdown. Det kan være pga. brann, gassdeteksjon og andre tilfeller som krever totalt shutdown. Ut fra fig(10) og fig(11) kan en se statistikken og utviklingen til teknisk relaterte hendelser på den norske kontinentalsokkel(NCS). Resultatet viser færre **Field/plant shutdown** og **Felicity/Platform shutdown** og høyere **unit shutdown**. Noe som gir færre alvorlige shutdowns, som igjen gjør at vi kan konkludere en positive utvikling.

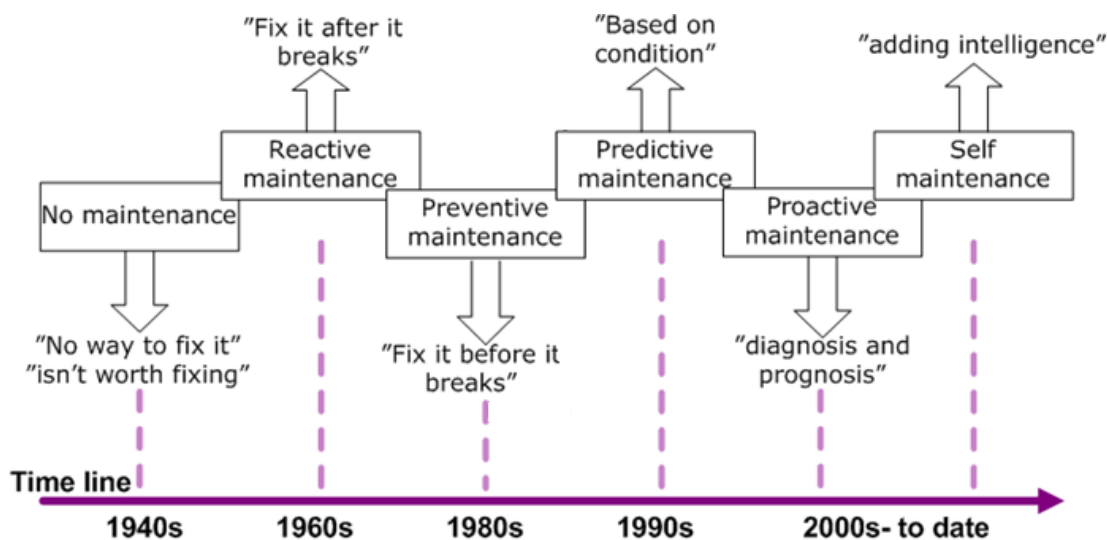
Year	Unit SD	Field/plant SD	Facility/Platform SD
2003	4	11	4
2004	3	20	4
2005	13	13	11
2006	14	6	2

Figur 10 Shutdowns på norsk kontinentalsokkel



Figur 11 Shutdowns norsk sokkel

[Fig\(12\)](#) viser vedlikeholds trenden fra 1940 til dagsdato. Dette illustrerer tankegangen til AIM og dens progresjon.



Figur 12 AIMs tidslinje(Raza, 2013)

### 3.3 Regler for AIM på NCS

Petroleumsindustrien i Norge har mildt sagt, veldig mange regler. Derfor tar jeg bare opp de relevante reglene for vedlikeholdet på den norske sokkel. Hovedsakelig i denne oppgaven skal jeg gå gjennom selve vedlikeholdsprosessen som inneholder vedlikehold, klassifisering, vedlikeholdsprogram, planlegging/ prioriteringer og vedlikeholdseffektivitet. For å begrense omfanget til reglene i denne rapporten vil jeg prioritere regelverket rundt vedlikeholds prosessen.

#### 3.3.1 § 45 Vedlikehold

*Med vedlikehold menes kombinasjonen av alle tekniske, administrative og styremessige tiltak som i løpet av levetiden til en enhet har til hensikt å holde enheten i eller føre den tilbake til en tilstand der den kan oppfylle sine tiltenkte funksjoner, jf. definisjonen 2.1 (med tilhørende terminologi) i standarden NS-EN 13306*

*Med funksjoner menes også sikkerhetsfunksjonene, jf. innretningsforskriften § 2. For disse funksjonene innebærer kravet til vedlikehold at ytelsen skal være ivaretatt til enhver tid, jf. innretningsforskriften § 8.*

*Med innretninger eller deler av disse menes også midlertidig utstyr.*

*Med alle faser menes også perioder der innretningen eller deler av denne er midlertidig eller permanent nedstengt. – **Petroleumstilsynets aktivitetsforskrifter §45.***

### **3.3.2 § 46 Klassifisering**

Grunnlaget for å bygge videre på vedlikeholdsprogrammet er klassifisering. Kristendommen har bibelen. Vedlikeholds ingeniører(innen dette feltet) har NORSOK Z 008. Denne brukes på området helse, sikkerhet og arbeidsmiljøet. NS- EN 13306 brukes til Feilmodus, feilmekanismer og feilårsaker. Selve prosessen til klassifisering blir drøftet i [punkt 4.2](#).

### **3.3.3 § 47 Vedlikeholdsprogram**

Vedlikeholdsprogrammer skal forebygge systematisk mot feilmodi, som utgjør en risiko for helse, miljø eller sikkerhet. I programmet er det aktiviteter for overvåkning av ytelse og teknisk stand. Dette skal sikre feilmodiene som er under utvikling, blir identifisert og korrigeret. En skal og ha overvåkningsaktiviteter for feilmekanismer som kan føre til slike feilmodi.

### **3.3.4 § 48 Planlegging og prioritering**

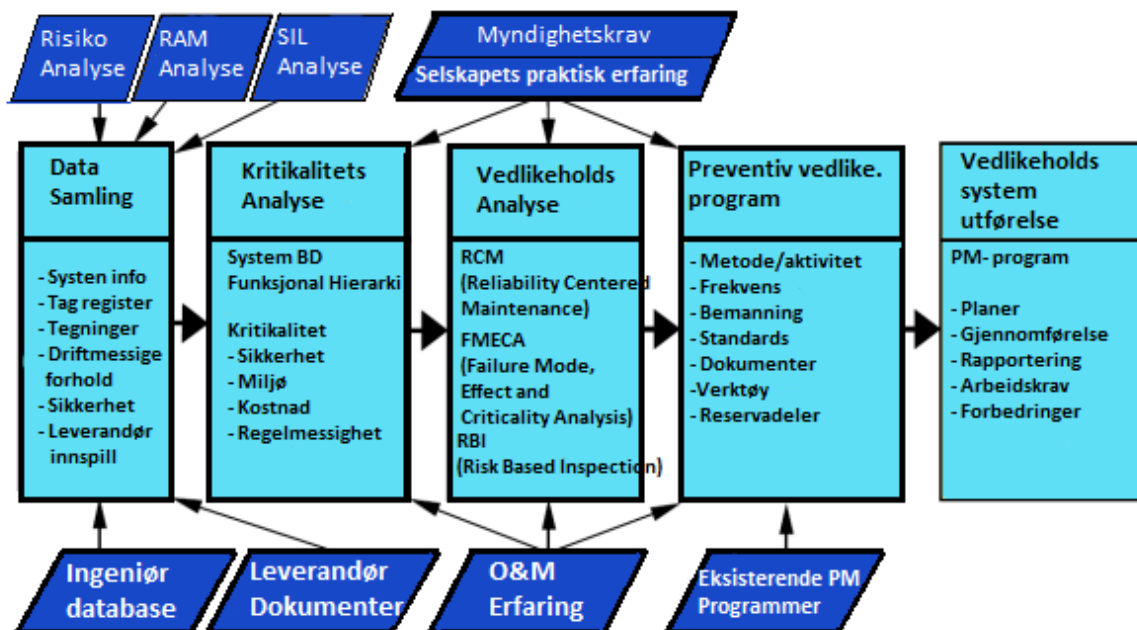
For at en skal oppfylle kravene til tidsfristene som nevnt i de andre leddene, bør fristene regnes ut fra de tidspunktene en identifiserer feilmodier som er under utvikling. Planlegging og prioritering er basert på hensyn til klassifiseringen.

### **3.3.5 § 49 Vedlikeholds effektivitet**

Vedlikeholds effektiviteten skal systematisk evalueres på grunnlag av registrerte dokumenter, data og teknisk tilstand. Evalueringen er for kontinuerlig forbedringer av vedlikeholdsprogrammet.

## 4. Prosessen for vedlikeholds strategi

Gjennom korrekte vedlikeholds strategier kan en effektivisere driftsfunksjon, kostnad og HMS, med gode resultater. Grunnet for å skape vedlikeholds strategier er mange, der evaluering av kritikaliteten til en komponent er viktigst. Vedlikeholds aktivitetene er planlagt og prioritert basert på kritikaliteten til utstyret med hensyn på kostnad, HMS og driftseffektiviseringen. [Fig\(13\)](#) under viser dagens vedlikeholds strategi.



Figur 13 Framgangsmåte(ApplySørco, 2013)

### 4.1 Datainnsamling

Det første en gjør i prosessen er å samle inn teknisk data og informasjon som vil være basis for kritikalitet- og vedlikeholds analysen. RAM- og SIL analyser er viktige inputer til denne prosessen. Leverandøren vil gi verdifulle teknisk og driftsmessig informasjon til utstyr og systemer de leverer, samt data blir innsamlet internt fra selskapet.

### 4.2 Klassifiseringsprosessen

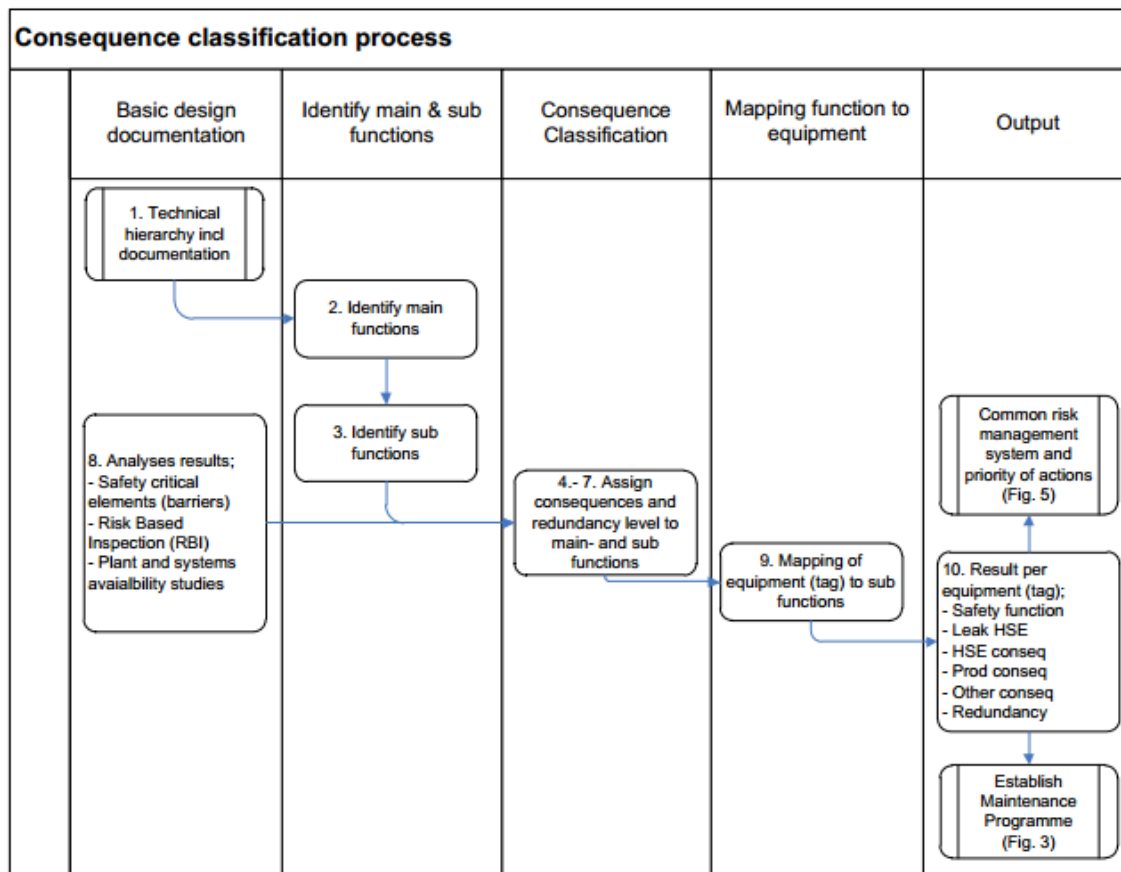
Konsekvensanalysen består av å dele systemets BD(breakdown) inn i hoved- og subfunksjon for så å rangere utstyret med hensyn på konsekvensen til funksjonsfeilen. For å utføre denne prosessen trengs det mye kunnskap og ekspertise av utstyret og dens funksjonelle BD. I denne rapporten vil vi forholde oss til NORSOK Z-008 og ApplySørcos interne prosedyrer.

#### 4.2.1 Etablering av beslutningskriteriet

Før en utarbeider kritikalitetsanalysen må en klassifisere konsekvensen av feilen. Dette utføres i henhold til HMS- retningslinjene og med hensyn på det økonomiske tapet.

### 4.2.2 Konsekvens(kritikalitet) klassifisering

Konsekvens klassifisering uttrykker effekttapet en funksjon kan ha på HMS, produksjonen og økonomien(NORSOK, Z-008). Analysen gir verdifull informasjon for å etablere vedlikeholdsprogrammer og inspeksjonsprogrammer. Utstyret rangeres til konsekvensen av funksjonssvikten. For mer informasjon og framgangsmåte, sjekk standard, NORSOK Z-008. [Fig\(14\)](#) under, ser man prosessen for standarden Z-008 til konsekvens klassifisering.



Figur 14 Konsekvensklassifiseringsprosessen( Standard Z-008)

### 4.2.3 Definerings av hoved- og sub funksjon

#### Hovedfunksjon

Hovedfunksjon er de viktigste oppgavene som utføres på anlegget. Det kan være kompresjon, separasjon, pumping osv. En må identifisere alle hovedfunksjoner, gi de navn/ nummererte beskrivelser i henhold til oppgaven. Navnet må beskrive funksjonen og ikke komponenten, f.eks. kompresjon istedenfor kompressor. Hovedfunksjonen skal være klart definert i flytskjemaer, P&ID evt. andre relevante dokumenter.

## Sub funksjon

Hovedfunksjonen blir så delt inn i sub funksjonen. Sub funksjonen skal som i hovedfunksjonen beskrive den aktive funksjonen som utføres. Alt utstyr i hver instrumentsløyfe er koblet mot sub funksjonen. I de tilfellene hvor sub funksjonen utfører flere oppgaver skal utstyret kobles mot den mest kritiske sub funksjonen. Det er disse funksjonene med system og utstyr som skaper funksjons hierarki. Funksjonshierarki er et logisk diagram som linker oversiktlig funksjonene, se [fig\(22\)](#).

## Redundansen av hovedfunksjon og sub funksjon

Som nevnt tidligere skal alle hoved- og sub funksjoner defineres gjennom nummering. Men det skal og defineres gjennom redundansen og kapasiteten til enheten. [Fig\(15\)](#) importert fra Z-008 viser hvordan en klassifiserer dette.

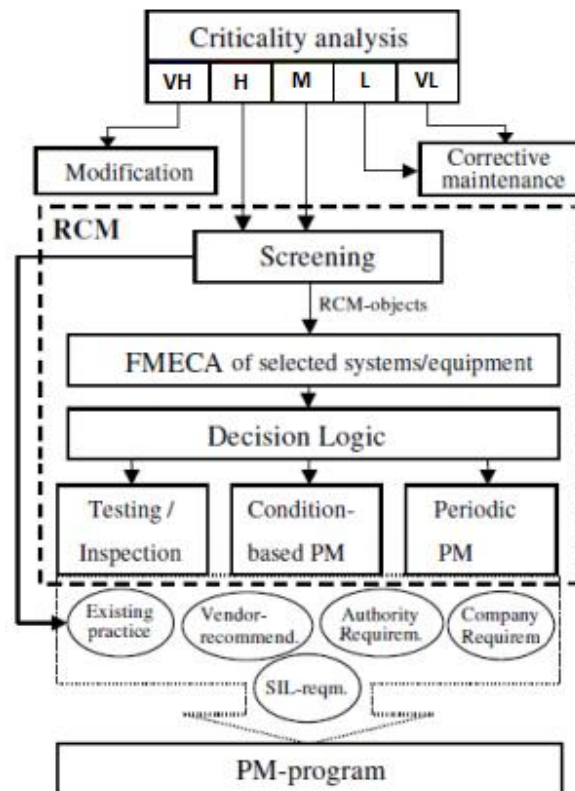
RED	Redundancy degree definition
A	No redundancy i.e. the entire system is required to avoid any loss of function.
B	One parallel unit can suffer a fault without influencing the function.
C	Two or more parallel units can suffer a fault at the same time without influencing the function

Figur 15 Redundansen av HF og SF importert fra Z-008

## 4.3 Vedlikeholdsanalyse

### 4.3.1 Reliability Centered Maintenance(RCM)

Fordelen med konsekvens klassifisering av alt tagget utstyr er at det gir et klart bilde på systemets mest kritiske og det svakeste utstyr. Dette er veldig viktig informasjon for å lage inspeksjon- og vedlikeholds strategier for utstyret. Kritiske komponenter markert "veldig lav"(VL) og lav(L) kan bli tildelt vedlikeholds strategi uten videre undersøkelser. De blir normalt sett tildelt korrektiv vedlikehold eller 1st line vedlikehold. Men komponenter som betraktes som "medium"(M) eller "høy"(H) er relevante for videre RCM-analyser. En fullskala RCM- analyse er en kompleks og tidskrevende prosess og blir utført på minst mulig objekter. Mange komponenter er allerede analysert av leverandører evt. tidligere undersøkelser og da blir disse resultatene brukt. Urelevante komponenter for videre RCM-analyse blir tildelt sitt eget vedlikeholdsprogram. Dette er som regel PM-strategi(Preventiv Maintenance), og i noen økonomisk situasjoner, tilstandsovervåkning-strategier. Komponenter som blir klassifisert som "veldig høy"(VH) må gjennom modifikasjon for å redusere risiken, da de ikke kan brukes med hensyn på risiko.



Figur 16 RCM(Christian, 2013)

### Failure Mode, Effect and Criticality Analysis(FMECA)

Røed, Aven og Wiencke(2007) definerer FMECA følgende, " en analysemetode brukt til å vise potensielle feil og forutse effekten av feil til komponenter i systemet". I RCM er FMECA og beslutnings logikk( Decision Logic) de viktigste områdene for å utarbeide PM-program. Gjennom systematisk kartlegging av FM(Failure Modes) og feilmekanismer kan en effektivt hindre og kontrollere disse gjennom vedlikeholdstiltak. En FM kan defineres som en hendelse som skaper funksjonsfeil. For best resultat av denne analysen vil en trenge personell med erfaringer og med gode driftskunnskaper.

### 4.3.2 Risk Based Inspection(RBI)

RBI er en inspeksjon som fokuserer på degraderte mekanismer som erosjon, korrosjon, tetthet og brudd. Dette skal oppdages gjennom visuell inspeksjon evt. gjennom NDT-metoder. De degraderte mekanismene kan forårsake feilmodier som lekkasje eller brudd. Som igjen har uakseptable konsekvenser for miljø, personell og produksjon. Gjennom RBI vil man analysere komponenter med hensyn på deres kritikalitet å etablere et inspeksjonsprogram. Dette inspeksjonsprogrammet forteller ikke bare hvor de mest utsatte degraderingene er, men og hvilken inspeksjonsmetoder en bruker for å oppdage degraderinger.

#### **4.4 Preventiv vedlikehold**

Det er faktisk et myndighetskrav for at konsekvens klassifisering skal være grunnlaget for identifisering av preventiv vedlikehold(Forskrift: sek43; NORSOK Z-008 og NORSOK Z-016). Selve "slagordet" til Preventiv vedlikehold er, " Fix it, before it breaks". For å dra et eksempel ut av "slagordet" kan vi se på servicerutinene til en bil. Om en ikke tar service på registerreimen på en Volkswagen Polo 96-modell, ryker registerreimen. Ryker registerreimen på en polo ryker og motoren. Dette kunne vært forhindre om eieren byttet registerreimen når servicerutinen sa den skulle byttes(preventiv vedlikehold). Resultatet av vedlikehold ble 35 000,- istedenfor 1200,-

Etter en har samlet inn relevant data, gjennomført konsekvens- og pålitelighetsanalysen, kan PM-programmet bli utviklet. Selve PM-programmet definerer vedlikeholdsoppgavene, utstyret som brukes til vedlikeholdet, hvor ofte vedlikeholdsaktivitetene skal gjennomføres(1mnd., 3mnd.,6mnd.), arbeidsoppgaver og behovet for reservedeler.

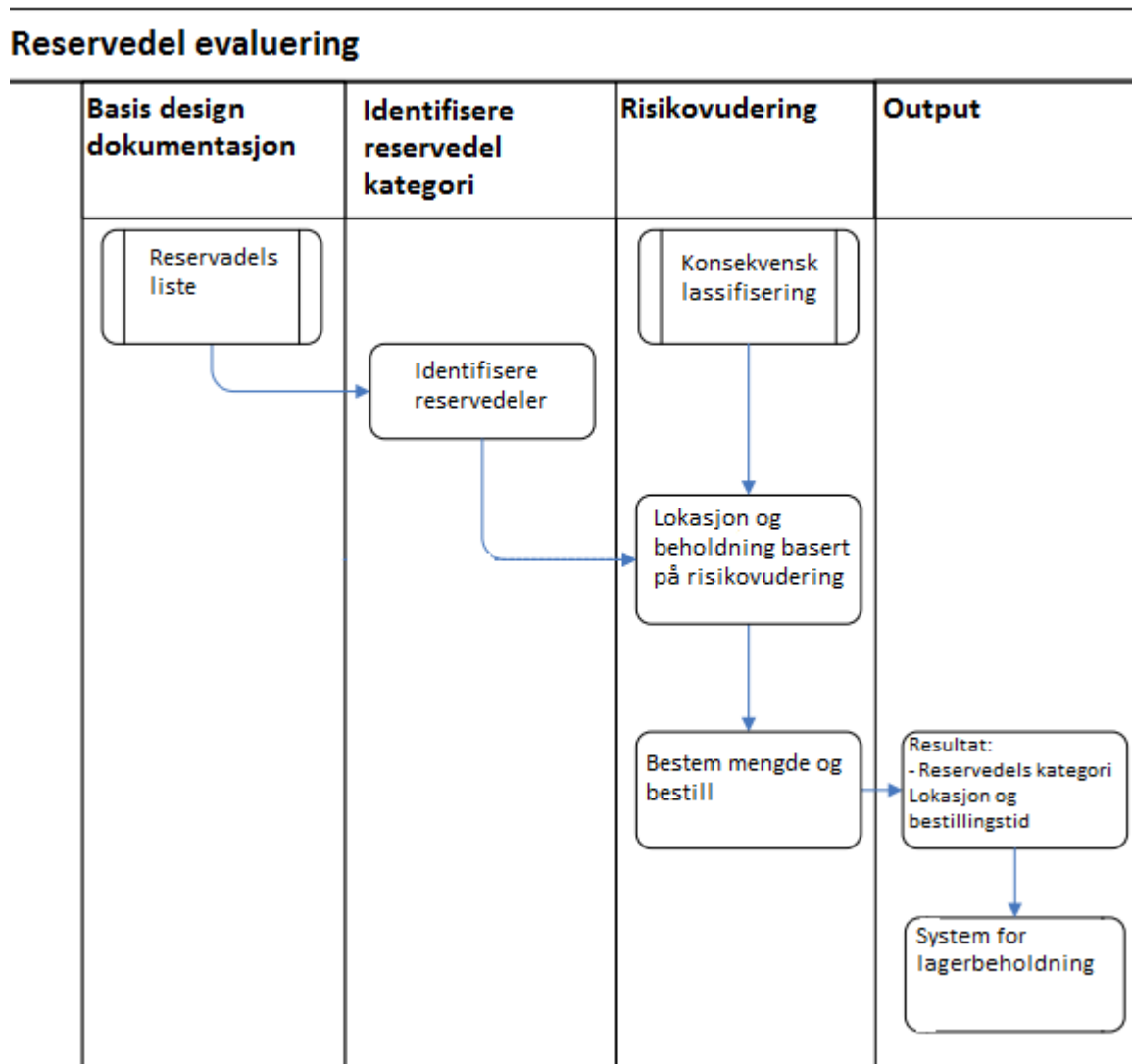
#### **4.5 Utførelse av vedlikeholdssystem**

Når en har definert PM- programmet impliseres dette enten i WORKMATE, SAP eller CMMS. Kunden i samarbeid med selskapet bestemmer gjennom deres egne prosedyrer hvilket program dette skal impliseres i. Alt av informasjon for vedlikehold impliseres i en av disse programmene. I prinsippet skal en vedlikeholds-ingeniør ha muligheten til å sjekke funksjonsfeilene for en pumpe, som skjedde for noen år tilbake. Programmet skal og gi operatøren på plattformen en oversikt over reservedelslageret, hvordan han utfører arbeidsrutiner og aktiviteten.



## 4.6 Reservedel management

Reservedel management skal definere behovet for reservedeler basert på resultatene fra konsekvensklassifiseringen og det preventive vedlikeholdsprogrammet (PM-programmet). Mengden av reservedeler og hvor delene skal plasseres i lagringsperioden er noe av det som blir utarbeidet her. En baserer også dette på leverandører, OREDA og kanskje den viktigste av de alle, personalets vedlikeholds erfaring. [Fig\(17\)](#) viser framgangsmåten for hvordan en går fram i denne prosessen:



Figur 17 Reservedel evalueringsprosessen

## 5 CASE

### 5.1 Funksjonsbeskrivelse

Først ser vi på funksjonsbeskrivelsen av system 71; **brannvann/- bekjemping**. Hensikten med brannvann-/ bekjempingssystemet er å begrense og slukke eventuelle branner. Systemet gir muligheter for slukking ved hjelp av sjøvann, skum og tåke-legging. Det er et selvforsynt system og en del av det generelle sikkerhetssystemet. Designet er for to forskjellige operasjoner:

1. Brannmodus
2. Testmodus

Brannmodus er når selve uønskede hendelsen skjer, brann. Testmodus er for å teste utstyret, slik at det fungerer før og når en uønsket hendelser inntreffer.

Brannvannspumpene er en del av system 71. Det finnes 4 individuelle CD40V2 pumper som har kapasiteten 4X50%, de blir drevet av nedsenkbare elektriske motorer. Motoren er en såkalt submerged motor. Det betyr at motoren er nedsenket i sjøen. Hver motor får kraften fra egne dieseldrevne 6.6kV generatorer. De 4 pumpene, og 4 motorene som driver pumpene er alle identiske når det gjelder teknisk data, operasjonsfilosofi og kontrollparametere, der hver individuell pumpe skal tilføre vann minst 18timer under drift. Under en brann vil ikke brannmodus-systemet ha utstyrsbeskyttelse-systemet aktivert, noe som gir maksimal kapasitet og potensielle skader på pumpen(mennesker er viktigere enn pumpen).

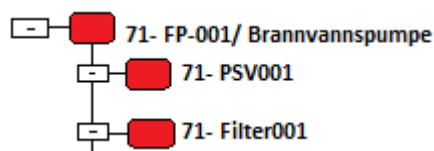
Pumpesystemet vil under testmodus ha aktivert utstyrsbeskyttelse-system. Leverandøren sier at pumpen ikke skal driftes mot en stengt ventil i mer en 30 sekunder, da dette vil skade pumpen.

For å begrense at omfanget ikke blir for stort, skal jeg jobbe med en av pumpene, sentrifugalpumpen som mater på med sjøvann.

### 5.2 Teknisk hierarki(TAG)

Intensjonen med et teknisk hierarki er å inndelegge utstyrsenheter som hører sammen teknisk. F.eks. en pumpe, vi må teknisk binde sammen alle de utstyrene som er med på å drive systemet til denne pumpen. Se [fig\(18\)](#). Det teknisk hierarki er bærebjelken for videre arbeid for å etablere et vedlikeholdsprogram. Ut i fra [fig\(18\)](#) kan en se hvordan et teknisk hierarki skal se ut for våres case. Det finnes utallige tagger i et slikt system, derfor må jeg ut fra dette velge noen som er essensielle til pumpen min.

For mer informasjon, sjekk Z-008: <http://www.standard.no/PageFiles/20019/z008u3.pdf>



Figur 18 Teknisk Hierarki

### 5.3 Funksjonshierarki

Når vi har lest gjennom funksjonsbeskrivelsen og potensielle funksjonssvikter for systemet er notert, kan vi gå videre for å lage et funksjons-hierarki.

Vi skal nå identifisere Main funksjon(MF) og Sub funksjon(SF). MF er hovedfunksjonen utstyret har. F.eks. jeg skal lage et vedlikeholdsprogram for en pumpe. Hva gjør en pumpe, jo den pumper, se [fig\(19\)](#).

MF description	Sub title, examples
Accumulation	Instrument/plant air, heating/cooling medium
Cementing	
Circulating	Heating/cooling medium
Compressing	Gas export/injection
Cooling	
Detecting	Fire and gas
Distributing	(Main/emergency) power, hydraulic, tele
Drying	Air, gas
Expanding	
Filling	Lubrication oil
Filtering	
Fire fighting	Sprinkler, deluge, water spray, foam, aqueous film foaming foam, hydrants
Generating	(Main/emergency) power
Heating	
Injecting	Chemicals, gas, water
Life Saving	Mob, lifeboat, basket, raft, escape chute
Lifting	Deck crane, personnel, goods
Logging	Well, production, mud
Manoeuvring	
Metering	Fiscal (gas/oil), CO <sub>2</sub>
Pumping	Oil/gas export, bilqe, seawater
Regenerating	Glycol
Scrubbing	
Separating	Production, test, cyclone- (water/sand/oil), centrifuge
Storing	Chemicals, potable water, lubrication/seal oil
Transferring	Oil/gas pipe (riser)

Figur 19 Identifisering av Main funksjon (Z-008)

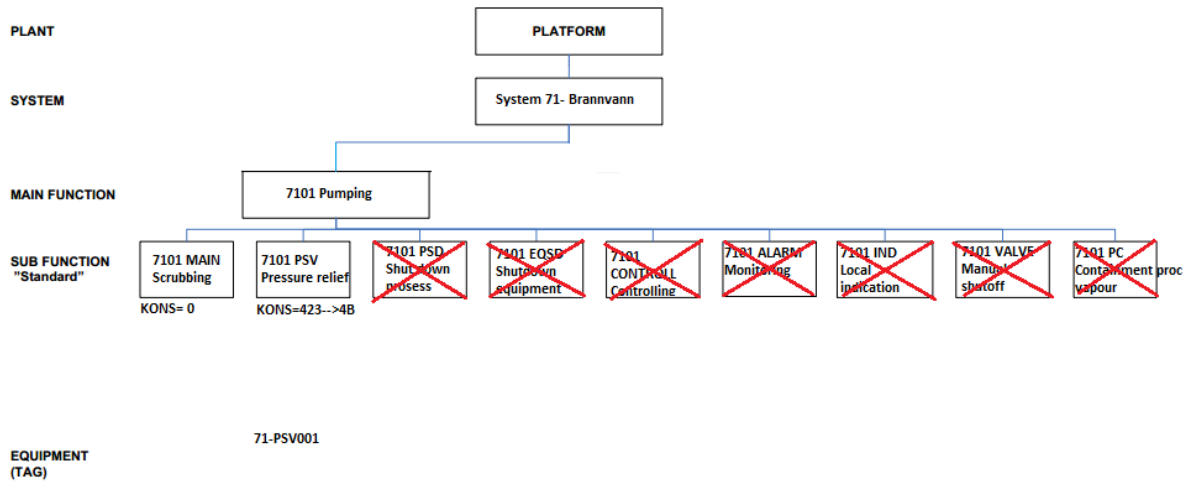
Sub funksjonen er funksjonen som er under Main funksjonen. Det har en teknisk tilhørighet til hoved utstyret. Dette kan være motoren(som driver pumpe), strømkontrolleringsventil, filter osv. La oss se på tabellen under:

Standard sub function	Classification of loss of function				Comment
	RED	HSE	PROD	Other	
Main task	MF	MF	MF	MF	
Pressure, relief	Configuration	H	L	L	<b>RED:</b> No redundancy for the failure mode 'Fail to operate on demand'
Shut down, process	A	H	L	L	<b>RED:</b> No redundancy for the failure mode 'Fail to operate on demand'.
Shut down, equipment	MF	M	L	MF	<b>Other:</b> Inherits the highest consequence from the MF
Controlling	MF	MF	MF	MF	
Monitoring	MF	M	L	L	
Local indication	MF	L	L	L	
Manual shutoff	MF	(MF)	(MF)	(MF)	

Figur 20 Sub funksjon(Z-008)

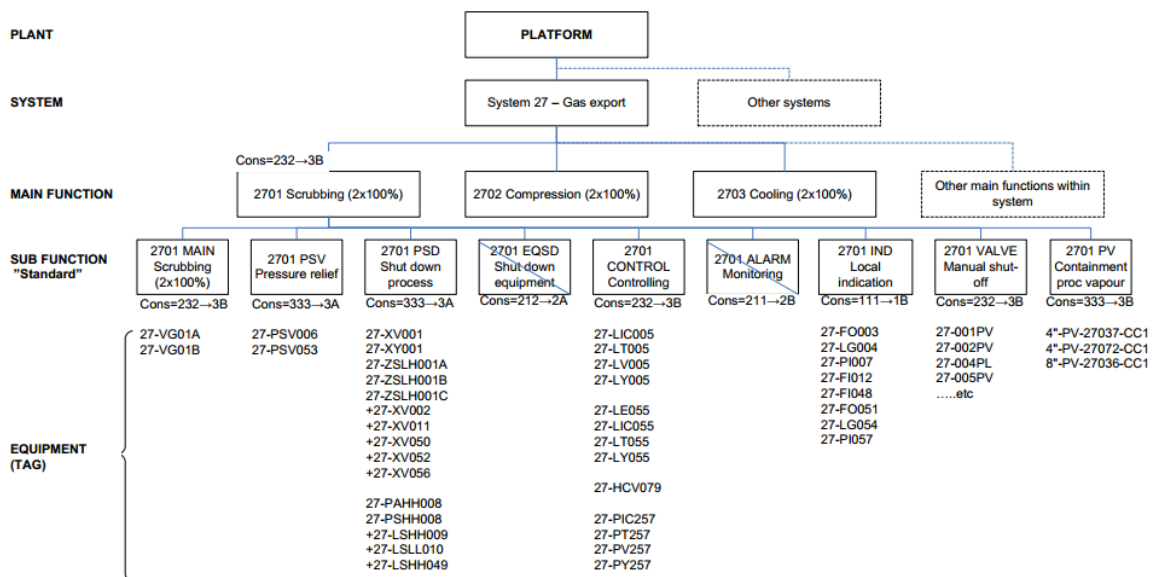
- **HSE/PROD/Other** Beskriver HMS, produksjon og andre
- **H/M/L** Konsekvens **Høy, Medium, Lav**
- **MF** Main funksjon
- **RED** Redundans

Ut i fra dette kan vi utvikle et funksjonshierarki:



Figur 21 Funksjonshierarkiet

Funksjonshierarkiet for system 71 klarer ikke å vise hvordan en utfører for alle punktene, dermed viser jeg med eksemplet som er i Z-008, for å skape et bedre bilde på hvordan en utfører dette:



Figur 22 Funksjonshierarki-eksempel fra z-008

Under Main scrubbing står det, Cons=232→3B. Dette illustrer helse(2), miljø(3) og sikkerhet(2). En velger alltid den største konsekvensen, som i dette tilfellet er miljø(3). Sammen med B(One spare), som betyr, "bare en", gir konsekvensen →3B. Alle taggene under tilhører da 3B kategorien.

Som [fig\(22\)](#) viser har de knyttet utstyrets tag`s til hver funksjon, samt har Z-008 en god beskrivelse av hva disse forkortelsene betyr, [fig\(23\)](#):

Explanation: Cons = Consequence. Figures: 3=High, 2=Medium, 1=Low HSE, Production and Cost respectively. Last result is a combination of the highest Consequence and Redundancy degree (A – No spare, B – One spare, C – Two or more spares) in operational phase.

**Figur 23** Beskriver forkortelsene i [fig.22](#)

Nå har vi lagt grunnlaget for videre arbeid og kan jobbe videre med konsekvens klassifiseringen.

### 5.4 Konsekvens klassifisering

Kikk på [fig\(14\)](#) Konsekvensklassifiseringsprosessen. Vi har nå:

1. Laget teknisk hierarki inkludert med dokumentasjonen.
2. Identifisert Main-funksjon(MF)
3. Identifisert sub-funksjon(SF)

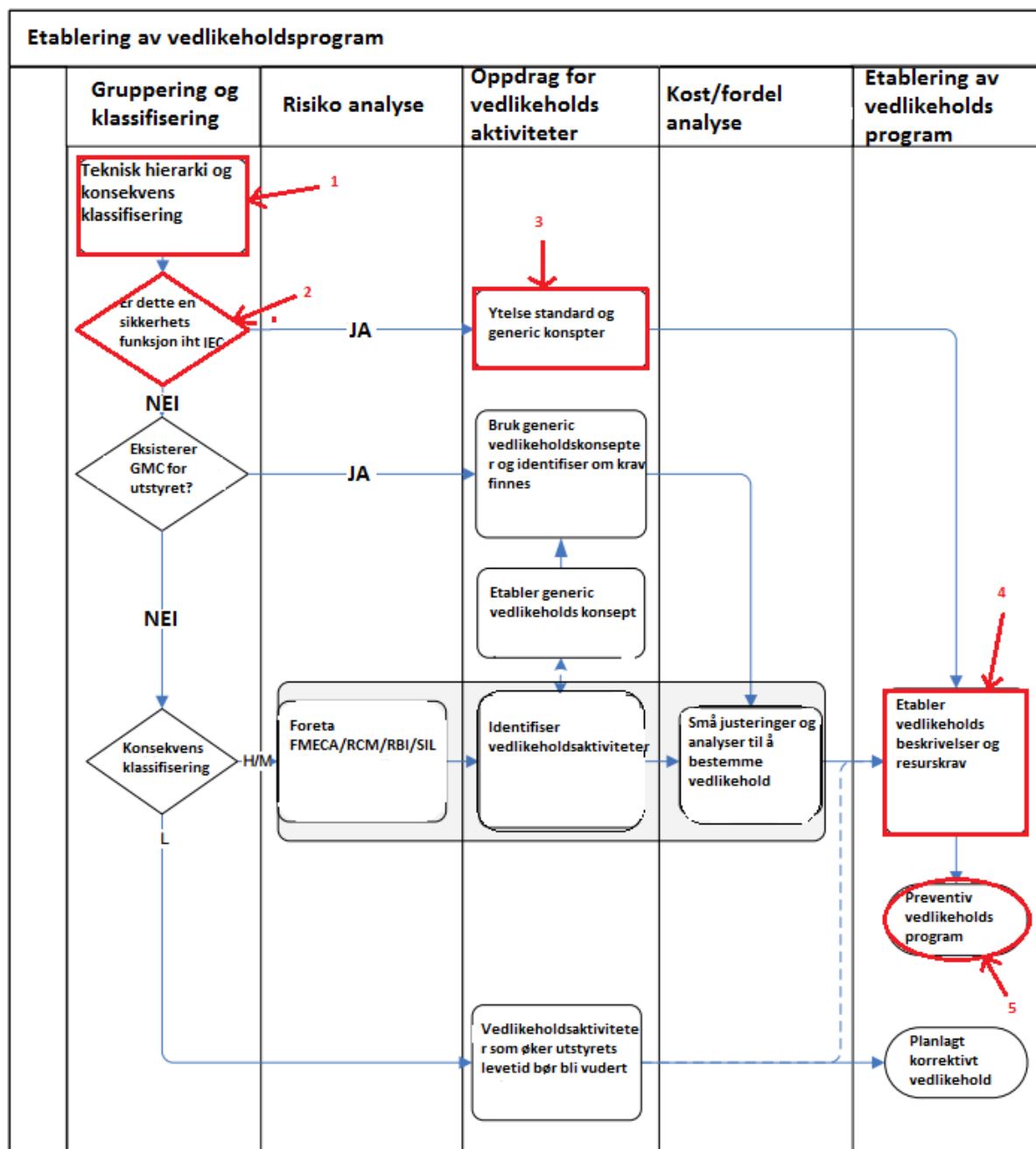
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	<b>System No. - 71</b>															
2	System funksjon: Tilfører sjøvann til brannslukning.															
3																
4	Main Function	Beskrivelse	Kommentar	Hovedutstyr	Konsekvens klassifisering										OREDA all modes failure pr 10 000000hr (M=mean Critical failure rate)	
5					Partial Failure					Complete Failure						
6					Feil modi			Konsekvens		Partial Failure		Feil modi				Consequenc
7																
8	<b>Firewater</b>															
9	7101	Pumping av brannslukningsvann - Hoved brannpumpe.	4 hoved brannvannspumper. 2 er elektrisk drevne og 2 er dieseldrevne.	Pump 71-FP-001 Pump 71-FP-002 Pump 71-FP-003 Pump 71-FP-004	"Material failure, Casing leakage, seal leakage vibration Parameter deviation Low output"	4	2	3	1-5 år	"Break down Spurious stop Fail to start/stop on demand Driver coupling failure"	4	2	3	5-30 year		
10																
11																
12																
13																
14																

**Figur 24** Konsekvens evaluering

Konsekvensene S,M og K står for Sikkerhet, Miljø og Kostnad. Og tallene rundt dette blir definert av egne matriser fra 1-4, der 4 er høyest risiko og 1 minst.

## 5.5 Vedlikeholdsprogram

Intensjonen med PM(preventiv Maintenance), går ut på å bestemme intervaller, som skal minke sannsynligheten for potensielle feil. En plan blir laget for å hindre problemene å skje før de skjer. La oss se på [fig\(25\)](#) hvordan en etablerer et vedlikeholdsprogram for pumpen våres:



Figur 25 Etablering av vedlikeholdsprogram

Vi jobber oss bare ut fra pilene.

1. **"Teknisk hierarki og konsekvens klassifisering"** er gjennomført og vi går videre til;
2. **"Er dette en sikkerhetsfunksjon i henhold til IEC(Internasjonale Elektrotekniske Kommissjon)?"**.

En sikkerhetsfunksjon i henhold til IEC er kort fortalt en funksjon som er veldig sikkerhetskritisk. System 71 er et veldig sikkerhetskritisk system. Uten et fungerende brannslukningssystem, får faktisk ikke båten/plattformen lov til å drifte. Systemet er sikkerhetskritisk og går under kategorien, sikkerhetsfunksjon.

3. **"Standard ytelse og generic konsepter"**.

Det stilles krav til frekvensen av testingen til gjemte feil. Det er flere sikkerhetsbarrierer for hvordan en gjennomfører dette. F.eks. om PSV`en(Pressure Safety valve) våres har en lukketid på 4 sekunder og rutinesjekken viser at lukketiden er 4.5 sekunder resulterer dette i utskifting evt. andre tiltak som får standard ytelsen tilbake til kravene. For generic konseptene, skal de beskrive vanlige prosedyrer som leverandør og erfaring tilsier. Det kan være oljeskift, sjekk for lekkasjer osv.

4. **"Etablering av vedlikeholds beskrivelser og ressurskrav"**.

Til slutt skal alle vedlikeholdsoppgaver, planer, krav og behandlingstid samles for å lage den endelige vedlikeholdsplanen.

5. **Preventiv vedlikeholdsprogram** lages.

Preventiv vedlikeholdsprogram sammen med korrektiv vedlikehold går under kategorien, **planlagt vedlikehold**. Korrektiv vedlikehold er for ikke-kritisk utstyr. Her bryr man seg ikke om feilen før den oppstår og feilen blir fikset etter den blir oppdaget, mens preventiv handler om å fikse kritisk utstyr FØR den skjer.

Preventiv vedlikehold går igjen under:

- Periodisk vedlikehold
- Teknisk tilstands overvåkning

### **Periodisk vedlikehold**

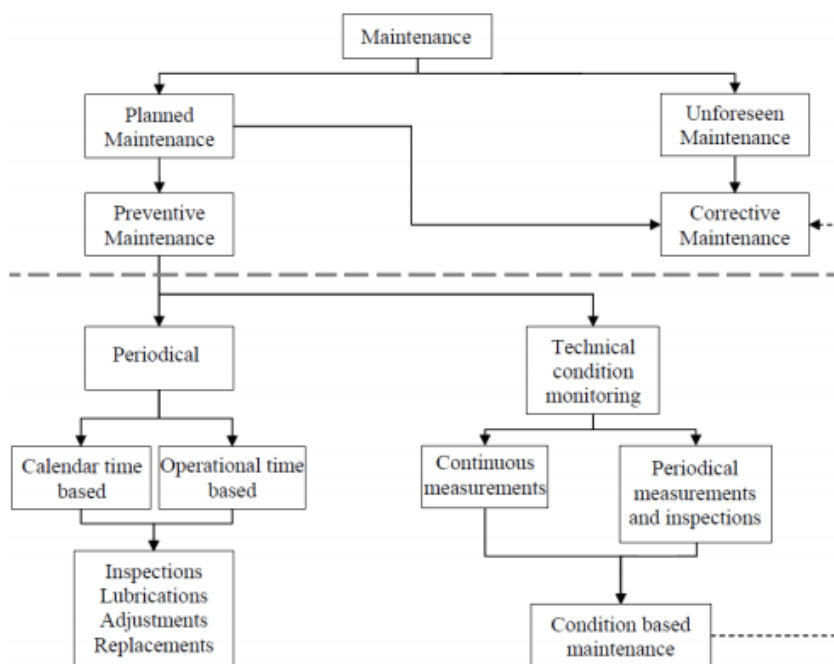
Ut i fra tidsintervaller skal en foreta planlagte inspeksjoner og overhaling/utbytting. Disse intervallene kan være basert på driftstimer eller spesifikke krav, slik at en må utarbeide en forhåndsbestemt kalender når diverse deler må skiftes.

### **Teknisk tilstands overvåkning**

Er en måte å kontinuerlig høste kunnskap om tilstanden til utstyret. Dette gir mulighet for effektiv overvåkning som oppdager feilen på et tidlig tidspunkt. Noe som vil gi driftspersonellet muligheten til å legge en plan for å fikse feilen før feilen blir utviklet.

Tilstandsovervåkingen gir fordelen i et tidlig tidspunkt. Noe som resulterer i forlengelse av levetiden til utstyret og reparasjonskostnadene.

Kombinasjonen av kategoriene nevnt ovenfor gir best mulig vedlikeholds strategi. For å få en best mulig kosteffektiv løsning brukes disse kategoriene hvor de kan utnytte styrken og svakhetene til hverandre. [Fig\(26\)](#) illustrere dette:



Figur 26 Oversikt over vedlikehold (Nystad, 2013)

Over til casen igjen:

La oss se på det teknisk hierarki og utstyret vi skal foreta preventiv vedlikehold på. Her knytter vi det **tekniske hierarkiet** mot **vedlikeholds aktivitetene** og **vedlikeholdsrutinene**. Ut i fra vedlikeholds aktivitetene kan en sette tid på når vedlikeholdsrutinene skal gjennomføres. Vi leser gjennom dokumentasjonen vi får utlevert av leverandøren for pumpen. Her anbefaler de vedlikeholds aktivitet ved 6mnd og tilleggsaktiviteter ved 12mnd. Men hvilken vedlikeholdsrutiner skal en gjennomføre for pumpen? Det er neste steg, og her skal vi bruke informasjon fra tidligere erfaring, anbefalinger fra leverandør og kundens krav. Studerer dokumentasjonen og utarbeider et eksempel på vedlikehold som inneholder rutiner og aktiviteter, se [fig\(27\)](#):



<b>Konsept:</b>		<b>Asset:</b>		<b>Rutine nr.</b>		Page: 1
<b>Ansvarlig Disiplin:</b>	Mekanisk	<b>Godkjent av:</b>	Roger	<b>Dato:</b>		
<b>Tittel:</b>	Brannpumpe					

## 6mnd vedlikehold Vedlikeholds aktiviteter

1. Kontroller at pumpen fungerer tilfredsstillende uten unormale vibrasjoner, støy eller temperaturer.
  2. Kontroller at priming pumpen fungerer tilfredsstillende uten unormale vibrasjoner, støy eller temperaturer.
  3. Visuell sjekk for lekkasjer.
  4. Smør kulelager med fett.
- NB: Elektromotor skal ikke smøres da den har eget PM program.
5. Sjekk oljenivå i lagerhus på priming pumpen. Etterfyll om nødvendig.

## 12mnd Tilleggsaktiviteter

 Vedlikeholds rutiner

1. Skift olje i girboks på primingpumpen.
2. Stopp pumpe og isoler pumpen elektrisk.
3. Visuell inspeksjon av kobling.
4. Sjekk for løse bolter (spesielt fundamentbolter), ettertrekk om nødvendig.
5. Testkjøring av pumpe.

I tillegg til dette har pumpen servicerutiner som innebærer test-kjøring av pumpe 1 gang i uken, bare for å se at alt er som det skal! En kan jo tenkes hva som skjer om brannpumpen ikke fungerer når det oppstår brann. Sløkningssystemet får ikke tilført vann.

Figur 27 Vedlikeholds- aktiviteter og rutiner

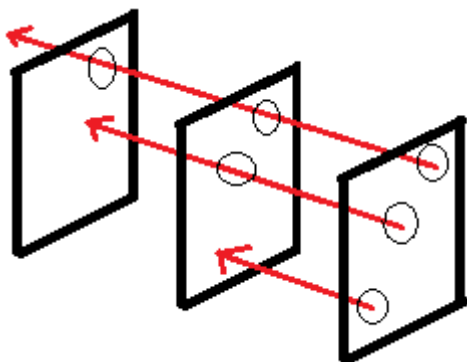
## 5.6 Sikkerhetsbarrierer

La oss igjen se på bilde av Oljeplattformen Deepwater Horizon, [fig\(1\)](#). Konklusjonen for årsaken til ulykken er brudd på sikkerhetsbarrierer. Brudd på tekniske, menneskelige samt organisatoriske barrierer, [se på feilene rundt Deepwater Horizon](#).

Hva er egentlig sikkerhetsbarrierer og hvordan brukes dette i vårt system 71? I dette punktet skal vi gå gjennom den generelle forståelsen for sikkerhetsbarrierer og hvordan en kan praktisere dette for system 71- brannvannssystemet.

### Generell forståelse

De som har ansvar for å drifte en installasjon har og ansvar å velge *tekniske, operasjonelle og organisatoriske* barrierer som skal hindre ulykkessituasjoner. Disse barrierene skal redusere sannsynligheten for farer, feil og skader. I noen tilfeller holder det med en barriere og andre tilfeller flere barrierer. Det er viktig å notere seg at om en har flere barrierer skal disse forbli uavhengige av hverandre. Resultatet av flere uavhengige barrierer er om en barriere brytes, skal den andre uavhengige barrieren stoppe den uønskede hendelsen. [Fig\(28\)](#) viser dette prinsippet. Øverst viser den hva som skjer om det ikke finnes barrierer, mens de 2 andre eksemplene illustrerer hvor barrierer fungerer.



Figur 28 Barrierer prinsippet

### Barrierer for system 71- brannvannssystemet

Systemet i seg selv skal fungere som en sikkerhetsbarrier. Gjennom tekniske, operasjonelle og organisatoriske barrierer skal dette systemet fungere optimalt til sin hensikt, å slukke når den uønskede hendelsen oppstår. Hvor kommer den tekniske, operasjonelle og organisatoriske barrierene inn i dette systemet? La oss se på det. Organisatoriske er helheten i barrieren. Fra oppstarten av prosjektet blir systemet spesifikt bygget opp på en måte hvor dette fungerer som en barriere. For å passe på at denne organisatoriske barrieren fungerer, har vi "ekstra" barrierer som skal fungere som "hjelpebarrierer" for systemet, disse er tekniske og operasjonelle. Tekniske barrierer for system 71 kan f.eks. være pumpen. Pumpen har som funksjon å tilføre vann til dysene som igjen tilfører vann til brannstedet. Pumpen i seg selv har og sikkerhetsbarrierer, som nevnt tidligere i funksjonsbeskrivelsen har systemet en 4X50% kapasitet, ekstra pumpekapasitet. Gjennom operasjonelle barrierer testes pumpen 1 gang i uken for å sjekke at de virker om en uønskede hendelse skulle oppstå fremtiden.

Deepwater Horizon forblir en konstant påminnelse om hvilken katastrofale utfall en kan ha på brudd av sikkerhetsbarrierer. Som en viss betryggelse sier Statoils boresjef at BP-ulykken hadde aldri skjedd på norsk sektor. Han reflekterer til forskjellen mellom amerikanske og norske regler der petroleumstilsynet hadde aldri godkjent BPs brønn. For spesielt interesserte, kan en sjekke granskningsrapporten her:

[Hovedrapport for ulykken til Deepwater Horizon](#)

## 6. Konklusjon

Vanlig stilte spørsmål for de som driver AIM er, "hvordan kan en spare penger" ?

Riktig bruk av tilstands overvåkning gir utstyret en lengre levetid. Lengre levetid gir rom for mindre utskifting som resulterer i økonomiske gevinster. Det stilles krav til kompetanse som verktøy og riktig folk. Dette er selvsagt en utfordring for AIM på NCS, samt at AIM skal konstant forholde seg til nyere teknologi. Nye rutiner, metoder og handlingsmønstre må utvikles for å opprettholde kvaliteten som selskapets AIM-krav internt, stiller til seg selv. I tillegg til selskapets AIM policy, stiller kunden og PTIL(Petroleumstilsynet) sine egne krav.

Denne rapporten skaper og en generell forståelse for hvordan AIM på den NCS fungerer praktisk og teoretisk.

Det er mye kunnskap å sette seg inni. Ta f.eks. noen av punktene jeg har gått igjennom, konsekvens klassifisering, reservedel management og preventiv vedlikeholds-strategier. Hvert punkt har en egen fulltidsansatt.

Utfordringen var å konkretisere hvert tema fra når ledelsen fordeler oppgavene til vedlikeholds-ingeniøren lager vedlikeholdsrutiner for fagarbeideren som gjennomfører nåtidens og fremtidig vedlikeholdsarbeid. Gjennom denne rapportprosessen er det en stor utfordring jeg har spesielt har observert. Samarbeidet mellom teori og praksis.

Du har sikkert hørt, " det er stor forskjell på teori og praksis", noe det er. I en ideell verden har du en person som kan både det praktiske- og teoretiske arbeidet. I den virkelige verden har du en person som kan en av delene. Dagens store problem i offshore arbeid, er koordinasjonen og samarbeidet mellom disse 2 partene. Du har tilfeller der den teoretiske sjefen sier at du skal bruke vernehansker når du skal håndtere en skrue som er på størrelsen med en knappenål. Og du har tilfeller der fagarbeidere tar snarveier i arbeidsrutiner, som resulterer i forskjellige negative hendelser.

Ingeniører liker å lage arbeidsrutiner som passer den ideelle verden. Der fagarbeidere har den perfekte kompetanse og reservedelslageret har full kapasitet. I følge visse fagarbeidere er ingeniøren den inkompetente arbeideren, som ikke forstår den praktiske gjennomføringen av arbeidsrutinen han har skapt. I følge noen ingeniører er fagarbeideren den uforsiktige, som alltid skal ta snarveier. Selv om denne "fiendtlige" holdningen er en evig kamp, er jeg sikker på et stort forbedringspotensial i alle bedrifter. Nøkkelordet er, samarbeid.

Gjennom det teoretiske forarbeidet skal ingeniøren lage vedlikeholdsrutiner som skal gjennomføres av en fagarbeider offshore. Ingeniøren lager til beste evne en effektiv og sikker rutine for gjennomføring. Fagarbeideren utleveres rutinen og gjennomfører rutinen til beste evne. Fagarbeider mener at det er mange punkter på arbeidsrutinen som er unødvendige. Noe det kanskje er? I noen tilfeller ja og noen tilfeller nei, det er i disse tilfellene jeg savner bedre samarbeid mellom en teknisk og teoretisk ansvarlig. Etter fullføring av arbeidsrutine SKAL fagarbeider dokumentere arbeidet, noe ikke alle fagarbeidere liker

En kan da hovedsakelig konkludere forskjellen på teori og praksis slik: " Teoretiske løsninger er gode løsninger på papir, men kanskje ikke like gode løsninger å gjennomføre praktisk". Godt samarbeid mellom den som lager arbeidsrutinen og den som utfører arbeidsrutinen er essensielt for gode resultater.

## 7. Referanser

<http://www.risikoforsk.no/HMS/Publikasjoner/IFE-HR-E-2003-023.pdf>

[http://multimedia.dn.no/archive/00190/LB\\_Deepwater\\_Horizo\\_190816c.jpg](http://multimedia.dn.no/archive/00190/LB_Deepwater_Horizo_190816c.jpg)

<http://www.dn.no/energi/article1971663.ece>

[https://www.google.no/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&docid=5HCUrN4dJs2JDM&tbnid=LmgoAyWv1nj0vM:&ved=0CAUQjRw&url=http%3A%2F%2Fwww.regjeringen.no%2Fnb%2Fdep%2Foed%2Ftema%2Folje\\_og\\_gass%2Fnorges-olje-og-gassressurser-.html&ei=vj8OUtG4L8\\_asgaTtIHQBw&bvm=bv.50768961,d.Yms&psig=AFQjCNFat3TnqbZgptfTsQqnQUYg5TnAyQ&ust=1376751930400479](https://www.google.no/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&docid=5HCUrN4dJs2JDM&tbnid=LmgoAyWv1nj0vM:&ved=0CAUQjRw&url=http%3A%2F%2Fwww.regjeringen.no%2Fnb%2Fdep%2Foed%2Ftema%2Folje_og_gass%2Fnorges-olje-og-gassressurser-.html&ei=vj8OUtG4L8_asgaTtIHQBw&bvm=bv.50768961,d.Yms&psig=AFQjCNFat3TnqbZgptfTsQqnQUYg5TnAyQ&ust=1376751930400479)

<http://npd.no/Global/Norsk/3-Publikasjoner/Faktahefter/Fakta2013/Figurar/Kapittel-03/Fig-3-2.png>

<http://npd.no/Global/Norsk/3-Publikasjoner/Faktahefter/Fakta2013/Figurar/Kapittel-02/Fig-2-2.png>

[http://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Norwegian\\_Sea\\_map\\_no.png](http://no.wikipedia.org/wiki/Fil:Norwegian_Sea_map_no.png)

[http://no.wikipedia.org/wiki/Katastrofer\\_og\\_store\\_ulykker\\_i\\_norsk\\_petroleumsvirksomhet](http://no.wikipedia.org/wiki/Katastrofer_og_store_ulykker_i_norsk_petroleumsvirksomhet)

<http://www.standard.no/PageFiles/20019/z008u3.pdf>

[http://www.ptil.no/getfile.php/Tilsyn%20p%C3%A5%20nettet/vrige/Deepwater%20Horizon%20-%20SINTEF%20hovedrapport\\_27.06.11.pdf](http://www.ptil.no/getfile.php/Tilsyn%20p%C3%A5%20nettet/vrige/Deepwater%20Horizon%20-%20SINTEF%20hovedrapport_27.06.11.pdf)