

**Granskingsrapport  
COA INV  
Intern ulykkesgransking**

**Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A**

<b>Klassifisering:</b> Intern	<b>Status:</b> Endelig																		
<b>Rapport nr.:</b> A 2016-15 UPN L2	<b>Dato:</b> 16.12.2016																		
<b>Utløpsdato:</b> 16.12.2026	<b>Synergi nr.:</b> 1488309																		
<p><b>Kortfattet beskrivelse:</b> Den 16.10.2016 oppstod det en mindre brann i utstyrsskafte etter at sentralt kontrollrom gav stoppsignal til en av lastepumpene som leverte olje fra plattform til tankskip. Aktiveringen av stoppsignalet medførte at en aksling i effektbryteren hvor til og frakobling av strømmen skjer, gikk til brudd på grunn av utmatting.</p> <p>Bruddet i akslingen medførte at strømmen til lastepumpen ikke ble brutt, og pumpen fortsatte å gå mot stengte ventiler. Oljen i pumpehuset ble dermed varmet opp til ca. 344 ° C slik at det oppstod svettelekkasjer av olje i flenser og pakninger tilhørende lastepumpens tetningsoljesystem og akseltetninger. Denne oljen ble antent. Strømmen ble utkoblet ved at FA elektro la ut samleskinnebryter i tavlerom M16.</p> <p>Deretter ble EL-motoren til pumpen spenningsatt på nytt i forbindelse med omlegging av hovedkraft fra generator A til C. På grunn av akslingsbruddet i brytervognen fikk EL- motoren vedvarende startstrøm i to faser uten å starte. Granskingsgruppen har vurdert om dette kunne medført risiko for de to elektrikerne som befant seg i tavlerommet.</p> <p>Hendelsen klassifiseres med høyeste alvorlighetsgrad Gul 3: Svekking / bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer. Det var liten risiko for eskalering av hendelsen og etter granskingsgruppens vurdering, representerer hendelsen ikke storulykkesrisiko.</p>																			
<p><b>Granskingsgruppe:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Harriet Hilland</td> <td>Granskingsleder</td> <td>COA INV</td> </tr> <tr> <td>Kjetil Runar Barman</td> <td>Medgransker</td> <td>UPN SSU SSEP MWE</td> </tr> <tr> <td>Jarle Ottar Hella</td> <td>Sakkyndig roterende</td> <td>TMC RCM TOW</td> </tr> <tr> <td>Arne Nossun</td> <td>Sakkyndig elektro/automasjon</td> <td>OTE TI TCN EATN</td> </tr> <tr> <td>Arve Omland</td> <td>Sakkyndig teknisk sikkerhet</td> <td>OTE TI TCS PTS</td> </tr> <tr> <td>Helge Karlson</td> <td>HVO</td> <td>OW OSE OFC</td> </tr> </table>		Harriet Hilland	Granskingsleder	COA INV	Kjetil Runar Barman	Medgransker	UPN SSU SSEP MWE	Jarle Ottar Hella	Sakkyndig roterende	TMC RCM TOW	Arne Nossun	Sakkyndig elektro/automasjon	OTE TI TCN EATN	Arve Omland	Sakkyndig teknisk sikkerhet	OTE TI TCS PTS	Helge Karlson	HVO	OW OSE OFC
Harriet Hilland	Granskingsleder	COA INV																	
Kjetil Runar Barman	Medgransker	UPN SSU SSEP MWE																	
Jarle Ottar Hella	Sakkyndig roterende	TMC RCM TOW																	
Arne Nossun	Sakkyndig elektro/automasjon	OTE TI TCN EATN																	
Arve Omland	Sakkyndig teknisk sikkerhet	OTE TI TCS PTS																	
Helge Karlson	HVO	OW OSE OFC																	

Godkjent av: Harriet Hilland Granskingsleder COA INV 16.12.2016  
Harriet Hilland Dato

Godkjent av: Gunnar Breivik VP Investigate COA INV 16.12.2016  
Gunnar Breivik Dato

Frigitt av oppdragsgiver: Mette U. Ottøy SVP Ops UPN OS 16.12.2016  
Mette Ottøy Dato

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## Innhold

1	Sammendrag .....	3
2	English summary .....	6
3	Mandat og gjennomføring av granskingen .....	9
4	Bakgrunnsinformasjon.....	11
5	Hendelsesforløp og beredskap .....	16
6	Konsekvenser .....	27
7	Årsaker.....	36
8	Arbeidsprosesser, krav og barrierer .....	48
9	Tilsvarende hendelser .....	51
10	Anbefalinger for læring .....	52
11	Forkortelser og begreper .....	55
12	Referanser .....	56
App A	Intervjulist.....	57
App B	Instruks Bemyndiget person – norsk sokkel Statoil og Nasjonale Lover og Forskrifter elektro.....	58
App C	Materialteknisk undersøkelse av brukket stag fra brytervogn, SFA.....	60
App D	Siemens Service rapport i f m haste utkall 20.10.2016.....	70
App E	Oversikt hele tetningsoljesystemet til lastepumpene. ....	71
App F	Pumpekurve .....	72
App G	Informasjon akseltetninger .....	73
App H	Anbefalte nye tripp og alarmgrenser pumpe og EL-motor .....	74
App I	TIMP (Technical Integrity Management Program) .....	75
App J	Vurderinger av elektrotekniske forhold i forbindelse med svikt i effektbryter til lastepumpe D Statfjord A.....	76

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

## 1 Sammendrag

Hovedformålet med denne granskningen i ettertid av hendelsen er å bidra til en konstruktiv læringseffekt for å forhindre gjentagelse og for å oppnå en forbedring av HMS nivået. Arbeidet er utført etter granskingsgruppens beste evne, og er basert på vurdering av tilgjengelig kunnskap og informasjon. Granskingsgruppen har ikke foretatt noen vurdering av de juridiske sider av hendelsen, herunder i f t årsaker, ansvar eller lignende forhold.

### 1.1 Hendelsen

Den 16.10.2016 oppstod det en mindre brann i utstyrsskaffet etter at sentralt kontrollrom gav stoppsignal til en av lastepumpene som leverte olje fra plattform til tankskip. Aktiveringen av stoppsignalet medførte at en aksling i effektbryteren hvor til og frakobling av strømmen skjer, gikk til brudd på grunn av utmatting.

Bruddet i akslingen medførte at strømmen til lastepumpen ikke ble brutt, og pumpen fortsatte å gå mot stengte ventiler. Oljen i pumpehuset ble dermed varmet opp til ca. 344 ° C slik at det oppstod svettelekkasjer av olje i flenser og pakninger tilhørende lastepumpens tetningsoljesystem og akseltetninger. Denne oljen ble antent.

Strømforsyningen til lastepumpen ble utkoblet ved at FA elektro la ut samleskinnebryter i tavlerom M16.

Deretter ble EL-motoren til pumpen spenningssatt på nytt i forbindelse med omlegging av hovedkraft fra generator A til C. På grunn av akslingsbruddet i brytervognen fikk EL- motoren vedvarende startstrøm i to faser uten å starte.

Granskingsgruppen har vurdert om dette kunne medført risiko for de to elektrikerne som befant seg i tavlerommet.



Bildene over fra venstre viser akslingen i brytervognen som har gått til brudd, brent varmekabel i isolasjonskasse og lastepumpen etter hendelsen.

### 1.2 Konsekvenser

Granskingsgruppen har klassifisert hendelsen med høyeste faktisk alvorlighetsgrad Gul 3 for;

- Omdømme
- Tap av produksjon
- Svekking/bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer

Den høyeste mulige alvorlighetsgrad under ubetydelig endrede omstendigheter er tilsvarende som faktisk.

Brudd i aksling i brytervogn i kombinasjon med overbroing av detektorer, sen utløsning av overrisslingsanlegg og mangelfull kommunikasjon, medfører at hendelsen klassifiseres med høyeste alvorlighetsgrad gul 3 i forhold til svekking/bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer.

**Hendelsen klassifiseres med høyeste alvorlighetsgrad Gul 3.**

Klassifisering: Intern- Status: Endelig

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

### 1.3 Årsaker

Utløsende årsaker	Bakenforliggende årsaker
Brudd i aksling tilhørende brytervogn lastepumpe D	Akslingen gikk til brudd pga. utmatting relatert til sprøtt materiale. FV program til brytervogn dekket ikke oppfølging av teknisk tilstand på aksling.
Stoppssignal fra SKR hadde ingen virkning slik at pumpen fortsatt å gå.	Stoppsignalet som ble gitt fra SKR går til brytervognen for at akslingen skal bryte strømløseren til lastepumpe D' s EL-motor. Akslingen var gått uventet til brudd og i f m med bruddet ble en av tre strømfaser brutt.
Trippsignal (HH alarmer) hadde ingen virkning	SKR fikk ikke melding om HH alarmene til lastepumpen. Trippsignaler går direkte til brytervognen med signal om at pumpen skal stoppes.
SKR operatører avventet alarmer fra lastepumpe D	På grunn av ubalanse i strømmettet trippet ventilasjonsviften i turbinhood på M4. SKR hadde fokus på dette da høy temperatur i turbinhood ville medføre produksjonsstopp. Alarmer tilknyttet lastepumpe D ble derfor satt på vent. SKR hadde stoppet lastepumpen og antok at den var stoppet. Det er også vanlig at det kommer en del alarmer inn til SKR i forbindelse med stopp av lastepumpene.
Høy temperatur på tetningsolje og vibrasjon fra lastepumpe D medførte jordfeil i varmekabel.	Lastepumpe D ble gående mot stengte ventiler i ca. 52 minutter. I løpet av denne tiden steg oljetemperaturen i pumpehuset opp til ca. 344 °C. Dette bidro til at omkringliggende utstyr ble varmekåret. Tetningsoljeventiler med varmekabel, er plassert i en isolasjonskasse rett over lastepumpe D' s drevne ende. Varmekabelens isolasjon smeltet pga. varmen fra lastepumpen slik at metalltrådene kom i kontakt med rør/ventiler. Dette medførte jordfeil i varmekabelen og utkobling av kursen.
Tetningsolje svettet ut fra flenser i isolasjonskasse	Svettingen var forårsaket hovedsakelig av høy temperatur i oljen, samt at det var noe vibrasjoner.
FA elektro ble ikke kontaktet ved omlegging av hovedkraft fra generator A til generator C	Generator A leverte hovedkraft til plattformen da hendelsen i skaffet og tavlerommet M16 inntraff. I denne forbindelse ble ESD2 aktivert noe som medførte at generator A ble automatisk lagt over på diesel. På bakgrunn av innarbeidet rutine på Statfjord A ble generator C lagt inn på nett uten at FA elektro ble kontaktet.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

## 1.4 Arbeidsprosesser, krav og barrierer

Se også kap. 8.2

Arbeidsprosess//Barriere	Status
Vedlikeholdsprogram	Manglende inspeksjonsprogram for akslinger med hensyn til utmatting.
Maskinvern	Akslingsbruddet førte til samtidig tap av motorvernet ved at automatiske stoppsignaler ikke fikk virkning.
Branneteksjon	Overbroing av flammedetektorer
Sprinkleranlegg	Sen manuell aktivering av overrislingsanlegg.
Beredskapsplan	Manglende involvering av elektro fagansvarlig i hendelse som medfører omlegging av kraftforsyning.

## 1.5 Positive forhold

Elektrikerne hørte på radio at det var problemer med lastepumpene, og gikk til tavlerommet i M16 for å sjekke den elektriske tilstanden for lastepumpene. De tok aksjon med å koble ut samleskinnebryteren manuelt da de så at lastepumpe D fortsatt lå inne med strømtrekk fra generator A.

## 1.6 Anbefalinger for læring

- Erfaringsoverføring og gjennomgang av vedlikeholdsprogram for effektbrytere
- Hel eller delvis utskiftning 13,8 kV effektbrytere på Statfjord A
- Endre alarm og trippgrenser for EL-motor/lastepumpe
- Endre vern settinger til generatorer/brytervogner
- Trening av i SKR i f m beredskapssituasjoner med hensyn til overbroing av B&G detektorer og samhandling med FA elektro

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## 2 English summary

The main purpose of this investigation in hindsight of the incident is to contribute to a constructive learning effect to prevent recurrence and to achieve an improvement of the safety level. The work is performed to the investigation groups' best ability, and is based on assessment of available knowledge and information. The investigation team has not made any assessment of legal aspects of the incident, including in relation to causes, liability or similar conditions.

In case of deviation between this English translation and the Norwegian text, the latter is governing.

### 2.1 The incident

16.10.2016 a minor fire in the "process/equipment shaft" was detected, after the operator in the central control room (CCR) gave stop signal to one of the crude oil pumps which was exporting crude oil to a tankship. The activation of the stop signal caused the shaft in the circuit breaker to failure due to fatigue. The circuit breaker connects and disconnects the motor current to the crude oil pump.

The fracture of the shaft caused the current to the crude oil pump D to not disconnected. The crude oil pump continued to run against closed valves. The oil in the pumpcasing was therefore heated to approximately 344 ° C and caused small leakages of oil between the flanges and gaskets associated with the crude oil pump seal oil system and the shaft seals. This oil was ignited and caused a minor fire.

The current to the crude oil pump was disconnected by the Discipline Responsible (FA) electro by operation of the bus breaker in the switch board room at M16.

After some time the electrical motor to the crude oil pump D again was connected electrically due to the transfer of main current from Generator A to Generator C. Due to the failure of the shaft in the circuit breaker, the electrical motor was feed with starting current in two of the phases, without starting revolving the crude oil pump.

The investigation group have considered whether this could have led to any risk for the two electricians that were present in the switchboard room at the time.

### 2.2 Consequences

The investigation group have classified the incident with the highest assessed actual severity **Yellow 3** due to :

- Reputation
- Loss of production
- Impairment/failure of safety functions and barriers

The highest possible severity during the negligible changes in circumstances is equivalent to actually .

In relation to HSE the incident is classified with the highest actual seriousness **Yellow 3** due to impairment/failure of safety functions and barriers because of the combination of the blocking of fire detectors, late release of deluge and the absence of communication between CCR and the electrician during the incident.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## 2.3 Causes

Trigger causes	Underlying causes
The stop signal to the pumps from main control room had no effect	The stop signal from the CCR trigger the circuit breaker to disconnect the current to crude oil pump D. The shaft in the circuit breaker module had gone unexpectedly to failure and in relation to the shaft failure, only one of the phases were disconnected.
Crude oil pump D was still receiving current	The shaft in the circuit breaker had only disconnected one of the three phases. The electrical motor was still supplied with current from the two remaining phases.
Trip signals (HH alarms) in relation to vibration and temperature had no effect	CCR will not receive feedback from these trip signals connected to the crude oil pump. The trip signals are routed directly to the circuit breaker with the signal that the pump should be stopped.
The CCR operators awaited the alarms from crude oil pump	Because of imbalance in the power supply, the ventilation fan in the gas turbine hood in M4 tripped. CCR had their main focus on this incident because too high temperature in the turbin hood would result in a production shut down. Alarms associated with crude oil pump D was therefore put on hold. CCR had given stop signal to the crude oil pump and assumed that it had stopped. It is common that there are some alarms present on the HMI in the CCR during the stop sequence of the crude oil pumps.
Lack of insulation on the heating cable caused ground failure against the flanges/pipes	Crude oil pump D was pumping against closed valves in approximately 52 minutes. During this time the oil temperature in the pump casing increased to approximately 344 °C. This affected the surrounding equipment due to the heat. Valves connected to the seal oil system is equipped with a heattrace cable. The valves are placed in an insulation box right over crude oil pump D's driven end. The heattrace cable insulation melted due to the heat from the seal oil piping, causing the cable conductors to come in contact with the flanges/pipes. This caused the ground fault failure and circuit trip.
Seal oil was leaking out between the flanges placed in the insulation box	The small leakage was caused mainly due to the high temperature of the seal oil and vibration from the pump.
Discipline responsible electro was not contacted during switch of main power between generator A and generator C.	Generator A supplied main power to the installation when the incident happened. SFA activated ESD2 which caused automatically change of fuel supply from gas to diesel to generator A. SFA have a routine to switch between generator without contacting discipline responsible electro.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## 2.4 Work processes, requirements and barriers

Arbeidsprosess//Barriere	Status
Maintenance program	Inadequate maintenance program for shaft in circuit breaker regarding fatigue.
Equipment protection	The shaft failure led to loss of electric motor protection and loss of the effect of trip-signals.
Fire detection	Bridging of flame detectors.
Deluge system	Late manual activation of the deluge system
Emergency preparedness plan	Lack of involvement of discipline responsible electro with regard to incidents involving change between main power generators

See also Ch. 8.2.

## 2.5 Positive aspects

The electricians heard on the radio that there were problems with the crude oil pumps, and went to the switchboard room in M16 to check the electrical situation to the crude oil pumps. They decided to disconnect the bus breaker manually when they detected that the crude oil pump D still was in operation.

## 2.6 Recommendations for learning

- Exchange of experience and review of the maintenance program for the circuit breakers
- Complete or partial replacement of the 13,8 kV circuit breakers on Statfjord A
- Change the alarm and trip settings for the electrical motor /crude oil pumps
- Change the protection settings for generators/circuit breaker module
- Training of CCR operators in relation to emergency preparedness with respect to bridging the F&G detectors and interaction with the Discipline Responsible (FA) electro



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på Statfjord A

### 3 Mandat og gjennomføring av granskingen

#### 3.1 Mandat

##### **Mandat**

##### **Mandat for gransking av hendelse i utstyrsskift (US68) på Statfjord A 16.10.2016**

Statfjord A fikk alarm på en flammedetektor den 16.10.16 kl 08:20 pga kraftig røykutvikling og mulig brann i en lastepumpe i forbindelse med avslutning av lasting av olje.

Beredskapsorganisasjonen mønstret i henhold til alarminstruks. Varsling i henhold til DFU 03, og 2. og 3. linje ble mobilisert. Produksjonen ble stengt ned og delvis trykkavlastet. Deluge ble utløst manuelt fra kontrollrom. POB da hendelsen oppstod var 67. Det ble besluttet å delvis evakuere plattformen for personell uten beredskapsroller. Disse ble fløyet til Statfjord B. KI 1100 var situasjonen under kontroll og avklart.

##### **I overensstemmelse med selskapets krav nedsettes det en granskingsgruppe for å:**

- Klarlegge hendelsesforløp og bakgrunn for forholdet
- Identifisere utløsende og bakenforliggende årsaker, samt årsaker knyttet til ledelse og styring
- Identifisere eventuelle avvik fra styrende dokumentasjon
- Identifisere barrierer som har sviktet og manglet, samt barrierer som har fungert
- Vurdere varslings- og beredskapsmessige forhold
- Vurdere hendelsens totale potensial
- Sjekke for tilsvarende hendelser/forhold og erfaringsoverføringer fra disse
- Gi anbefalinger og foreslå tiltak relatert til hendelsen/forholdet

Hovedformålet med denne granskingen i ettertid av hendelsen er å bidra til en konstruktiv læringseffekt for å forhindre gjentakelse og for å oppnå en forbedring av HMS nivået.

##### **Granskingsgruppen består av:**

- Harriet Hilland, Granskingsleder, COA INV
  - Kjetil Runar Barman, Medgransker, DPN SSU SSEP MWE
  - Jarle Ottar Hella, Sakkyndig Roterende, TMC RCM TOW
  - Arne Nossun, Sakkyndig elektro/automasjon, OTE TI TCN EATN
  - Arve Omland, Sakkyndig teknisk sikkerhet, OTE TI TCS PTS
  - Helge Karlson, HVO, OW OSE OFC
- Granskingsgruppens medlemmer skal i den perioden granskningen pågår ha dette som sin første prioritets arbeidsoppgave og være tilgjengelig når granskningsarbeidet krever dette.

Oppdragsgiver for granskingen er Mette Halvorsen Ottøy, Senior Vice President Operations South. Oppdragsgivers representant er Vidar Skjæveland, Vice President Operations Statfjord A.

Det er i samråd mellom RE og RO direktør og COA besluttet at granskingen skal gjennomføres på oppdragsnivå 2.

##### **Tentativ tidsplan for granskingsarbeidet:**

- Rapportutkast for høring innen 25.11.16.
- Endelig rapport innen 09.12.16.

17.10.16   
Dato / Mette Halvorsen Ottøy  
SVP DPN OS

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

### **3.2 Endringer i mandat**

Dato for rapport til høring ble endret fra 25.11. til 9.12. 2016 da det viste seg at det også var nødvendig å undersøke om det knyttet seg risiko til at den defekte effektbryteren ble spenningssatt i beredskapsfasen mens det befant seg personell i tavlerommet.

### **3.3 Granskingsarbeidet**

Gransking ble besluttet 16.10.2016 og granskingsgruppen ble etablert på samme dato. Granskingsarbeidet har bestått i befarings av hendelsesstedet, innhenting og gjennomgang av relevante dokumenter, intervjuer, tekniske undersøkelser og beregninger. Til sammen 14 intervjuer ble gjennomført, se App **A**. Granskingsarbeidet er utført i henhold til Statoil sin granskingsprosess som beskrevet i ARIS INV101.

Statoils materialavdeling på Rotvoll i Trondheim har utført materialtekniske undersøkelser av involvert aksling og isolasjonskapsling.

En samlet granskingsgruppe står bak rapporten.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## 4 Bakgrunnsinformasjon

### 4.1 Enhet/anlegg

Statfjordfeltet er et av de eldste og det største oljefeltet i Nordsjøen. Det ble funnet i 1974 og er lokalisert på grenselinjen mellom norsk og britisk kontinentalsokkel i den nordlige delen av Nordsjøen.

Feltet er utbygd med tre produksjonsplattformer på ca. 150 meters havdyp: Statfjord A (SFA -produksjon 1979), Statfjord B (Produksjon 1982) og Statfjord C (produksjon 1985). Alle de 3 installasjonene er kombinert bore-, produksjons- og boligplattformer med understell og lagerceller i betong.

Statoil overtok operatøransvaret for Statfjordfeltet etter Mobil 1. januar 1987.

Stabilisert olje blir lagret i lagerceller på hver innretning og blir lastet til bøyelaster via ett av de to lastesystemene OLS A eller OLS B. I tillegg har Statfjordfeltet eksport av gass til Kårstø og Skottland via Brent-feltet.

### 4.2 Organisering og ansvarsforhold

Statfjord resultatenhet er organisert under Drift Sør etter samme modell som øvrige driftsenheter i UPN som beskrevet i OMC01 Utvikling og produksjon Norge (UPN) – Organisasjon, ledelse og styring, se **ref. /1/** og Drift sør (UPN OS), (UPN OW), (UPN ON) – Organisasjon, ledelse og styring (OMC01 – vedlegg A)

Ansvar for EL-systemer i er også beskrevet i ARIS OM105.12 - Sikker arbeid på elektrosystem – Upstream offshore

- Utpeking av ansvarshavende OM105.12.01.01  
Utpekningsnotat for ansvarshavende fra Leder av UPN til ansvarshavende elektro UPN
- Utpeking av stedlig representant - OM105.12.01.02/R-13154  
Utpekningsnotat fra ansvarshavende elektro til stedlig elektro representant.

Det er en ansvarshavende elektro for UPN med en stedlig elektrorepresentant for det enkelte driftsområde.

Det skal til enhver tid være en **Bemyndiget person elektro** om bord på innretningen som skal ivareta Ansvarshavende elektro sine oppgaver som beskrevet i OM105.12.01.03, se instruks bemyndiget person elektro – norsk sokkel, **App B**. Det er Bemyndiget person elektro som er ansvarlig for drift av alle høyspennings anlegg på installasjonen og denne rollen blir i all hovedsak ivaretatt av FA elektro.

På Statfjord, Oseberg og Gullfaks har den som er områdeansvarlig for hjelpesystemer også en rolle som «generatorvakt». De kan betjene utstyr fra lokalt kontrollrom, og dette innebærer at de også kan starte eller stoppe generatorer etter behov, tilsvarende som i SKR.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

## 4.3 Tekniske/operasjonelle beskrivelser

### 4.3.1 Elektro

#### 4.3.1.1 Hovedkraft

Statfjord A hovedkraftforsyning består av 3 stk. turbindrevne trefase vekselstrømsgeneratorer (FT7001A, B og C - heretter omtalt som generator), som er plassert i områdene UM5 og UM6. Hver generator har en kapasitet på 23 MW med en spenning på 13,8 kV og en frekvens på 60Hz. Gassturbinen yter maksimalt 19 MW. De er beregnet for både diesel og gassdrift. To av generatorene (A og C) var operative da hendelsen inntraff. Generator B var tatt ut av drift før hendelsen inntraff. Det er vanligvis generator A som til daglig dekker plattformens energibehov. Under normale forhold drives turbinene av gass, men kobles automatisk over på dieseldrift ved feil i gasstilførselen. Generatorene leverer elektrisk kraft til plattformens hovedtavle, som ligger i M 16. Fra hovedtavlen fordeles elektrisk kraft til undertavler og videre til forbruk. Generatorene har flere vernfunksjoner som kobler ut generatorbryterne ved eventuelle feil: For utfyllende informasjon om Statfjord A' s elektriske kraft og fordelingsystemer, se **ref. /2/**.

Hovedtavlen på 13,8 kV (KC0001) består av Siemens tavler type A127. Denne får tilførsel fra de tre hovedgeneratorene i UM-5/6 via innkommende effektbrytere som kobler generatorene til samleskinnen. Tavlen er delt i tre, ved hjelp av to samleskinnebrytere som normalt er lukket. Tavlen forsyner bl.a. de opprinnelig fire lastepumpene; FP3001A/FP3001B/FP3001C/FP3001D, men det er kun pumpe B, C og D som har vært i drift de siste årene. Effektbryterne i tavlen er av den oljefattige typen som er testet og beregnet for 1000 MVA symmetrisk feil nivå. Fordi tavlen bare er matet fra hovedgeneratorene vil den bli spenningsløs ved bortfall av disse, dvs. at tavlen kan ikke mates fra nødgeneratorene. De utgående effektbrytere i tavlen er fjernopererte "oljefattige brytere" av type SIEMENS 3AB-ANS1. Samleskinnebrytere i tavlen har brytekapasitet på 2500 A, mens alle øvrige effektbrytere har 1250 A brytekapasitet. Nettet drives normalt med begge samleskinnebryterne lukket, dvs. koblet inn. Hovedtavlen har lysbuevakt som kobler ut generatorer og samleskinnebrytere ved feil.

#### 4.3.1.2 Strøm til lastepumper med tilhørende EL-motor

Lastepumper med tilhørende EL-motorer er plassert i utstyrsskafte på nivå 68 m. EL-motorene er direkttestartede firepolte asynkronmotorer med følgende nominelle verdier; akseffekt 2425 kW, strøm 122,5A og turtall på 1790 RPM.



Hver lastepumpe har en brytervogn i tavlerom M16, som kobler strømmen til/fra. Til og frakopling av strøm blir normalt fjernstyrt fra kontrollrom, men man kan også stoppe motoren med lokal stoppknapp i tavlefront. Bryteren er forspent med en fjærkraft for å koble strømmen raskt ut eller inn. Fjærkraften overføres via en felles aksling til et oljefyllt bryterkammer for hver av de 3 fasene.

**Figur 4-1 til venstre: Brytervognen som er «åpen» tilhører lastepumpe D**

Figur 4-2 (på neste side) viser «baksiden» av brytervogn i hovedtavlen. Brytervognen er den del av effektbryterenheten som kan trekkes ut. Når brytervognen er i driftstilling beskytter tavlefront mot kontakt med strømførende deler.

Klassifisering: Intern  
Status: Endelig  
Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på Statfjord A

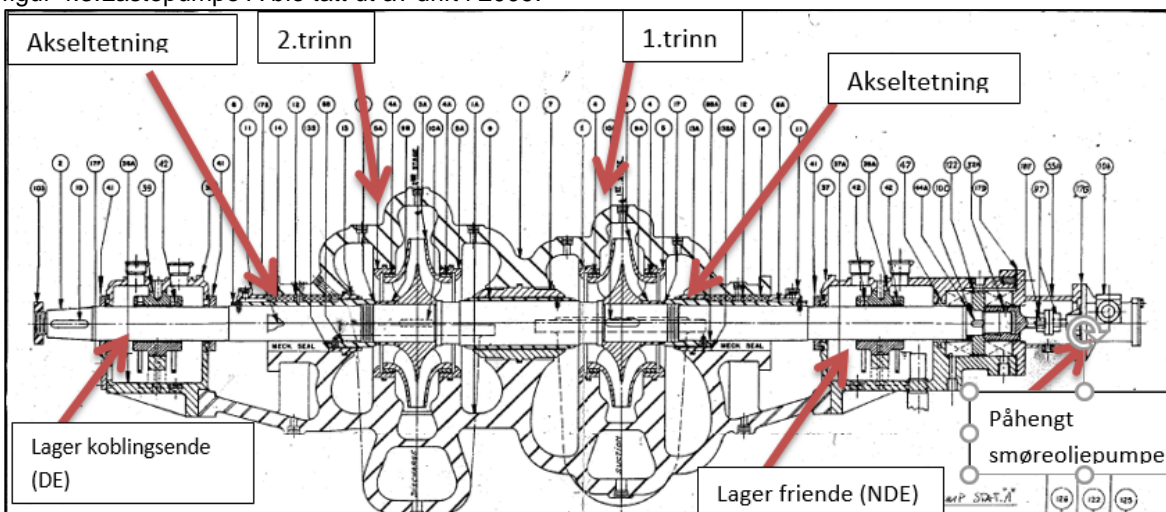


Figur 4-2 Bildene viser de oljefattige bryterkammerne på «innsiden» av brytervognen. På bildet i midten er toppen på den ene effektbryteren tatt av, bildet til høyre viser oljenivået i selve bryterkammeret

Vedrørende informasjon og risiko i forbindelse med bruk av oljefattige effektbrytere, se **App J**.

### 4.3.2 Lastepumper Statfjord A

Lastepumpene på SFA er plassert i utstyrsskaftet på nivå 68m. De er to trinns sentrifugalpumper som har impellere med dobbelt innsug (fra begge sider) og med utløp i midten. Denne pumpekonstruksjonen er robust og blir normalt benyttet ved stor volumstrøm og moderate utløpstrykk. De har en maks kapasitet på 2817 m<sup>3</sup>/time (2366 tonn i timen) og et utløpstrykk normalt på ca. 28 bar. Dette krever høy effekt og den elektriske motoren har en ytelse på 2425 kW (ca.2,4 MW). Pumpene roterer med fast turtall på 1790 omdreininger pr. min. Statfjord A har 4 lastepumper, se snitt tegning på figur 4.3. Lastepumpe A ble tatt ut av drift i 2009.



Figur 4-3 Snitt tegning av lastepumpe

Lastepumpene er underlagt tilstandsbasert vedlikehold og vedlikeholdsrutinene er fulgt opp og dokumentert i SAP. Pumpene har vibrasjons og prosess parametere som konstant overvåkes og som gir alarm eller tripp ved unormale hendelser.

Klassifisering: Intern- Status: Endelig

Klassifisering: Intern

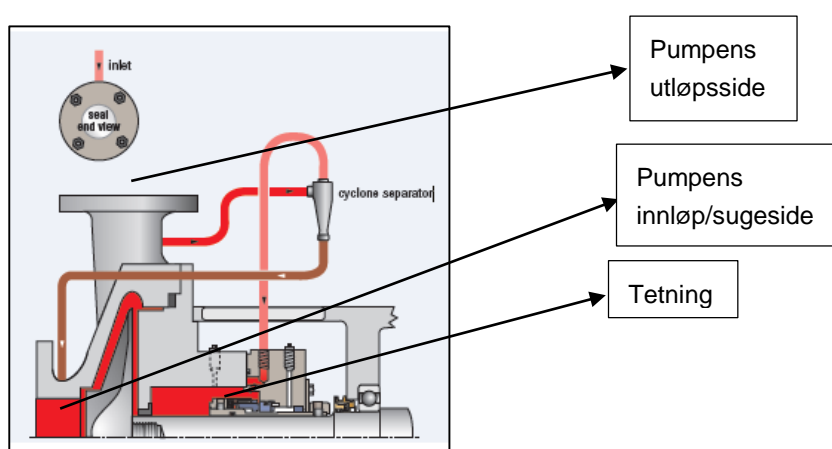
Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

Lastepumpenes tetningsolje blir tatt ut på pumpens førstetrinns utløpside og renses i syklonseparator (en til hver av de to tetningene) før oljen spyles inn på tetningsflatene. Dette gjøres for å kjøle ned tetningsflatene samt for å holde tetningsområdet rent slik at tetningen kan bevege seg fritt aksielt. Tetningsoljen blir så rutet fra tetningen til sugesiden på pumpen. Under normal drift er det alltid noen dråper olje som kommer ut fra akselteningene. For fullstendig oversikt over lastepumpenes tetningsoljesystem, se **App E**.

Det er installert et separat smøreoljesystem som forsyner lagrene i både elektrisk motor og pumpe. Smøreoljesystemet består av en tank (200 liter), 2 pumper (påhengt og elektrisk stand-by), filtre og en kjøler.



**Figur 4-4** Viser prinsippet (fra API Plan 31) for lastepumpenes design med hensyn til akseltetning. «Brunt rør» viser retur av olje mens «rosa rør» er rensesolje (tettning).

### 4.3.3 Teknisk sikkerhet

#### Skaft

Sikkerhetsstrategi Statfjord A er beskrevet i TR1055 – App. B, se ref. **14**. Understående informasjon er i hovedsak hentet fra dette dokumentet. I kap. 5.1 Identifiserte fare og ulykkesituasjoner er ulykker knyttet til elektrisk kraft vurdert til å kunne medføre hydrokarbonbrann eller eksplosjon.

Hendelsen inntraff i utstyrsskafte (US) på nivå 68m. Skaftet er delt inn i to underområder: nivåene under elevasjon 80 og nivåene over elevasjon 80 (inklusive). Det er tett platedekk H-60 brannskille på el. 80. Det er krav om skaftekurs og begrensnings på maks. antall personer per nivå. Personell signerer seg inn på tavle på utsiden av kontrollrom og medbringer personlig gassmåler og radio. Nivåene over elevasjon 80 inneholder gjennomgående rør for råolje. Nivåene under el. 80 inneholder råoljepumper (el. 68 750), råoljemanifolder (el. 61 500) og oljetilførsel til lagercellene. Oljeeksportstigerøret til OLS A går gjennom hele området. Det nevnte utstyr omfatter diverse potensielle lekkasjepunkter. En lekkasje vil i all hovedsak kunne bestå av stabilisert olje. Til tross for at oljen er stabil vil den kunne avgjøre noe gass.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

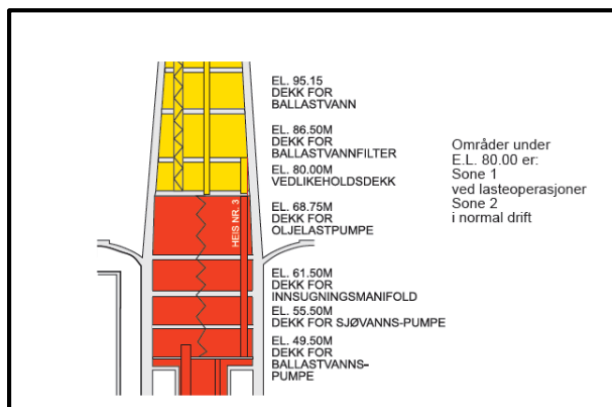
Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på Statfjord A

Utility Shaft Maintenance deck. US80	80 000	U06	Gjennomgående helsveiste rør for råolje	Ingen potensielle lekkasjepunkt.	Vurdert som neglisjerbart
Utility Shaft Crude loading pump deck. US68	68 750	U07	Råoljepumper	En del potensielle lekkasjepunkter. I dette området vil en kunne få pølbrann.	

**Figur 4-5** Viser utstyr og mulig ulykkes scenario på nivå 80m og 68m i utstyrsskaftet.

Sikkerhetsstrategien ved en hydrokarbonlekkasje består overordnet i å lede olje til lavere nivåer i skaftet, øke ventilasjon for å tynne ut evt. oljedamp, aktivere tennkildeutkobling, begrense brann ved hjelp av slukkesystemer og brannskillene i skaftet. Gasstett platedekk med passiv brannbeskyttelse H-60 på el. 80 begrenser brannspredning til høyere nivåer ved brann under el. 80. Overrislingsanlegg på nivå US 68m består av vann og skum.

For rømning er det tilgjengelige fluktmasker på alle skaft-nivå og rømningsveier er beskyttet på nivåer med hydrokarbonførende utstyr med lekkasjekilder. H-60 på personellheis/trappeløp mellom el. 49,5-80,0m



**Figur 4-6** Viser områdeinndeling i utstyrsskaftet.

### Tavlerom

Hendelser som kan oppstå og ha konsekvenser i dette området er ulykker knyttet til elektrisk kraft. Områderisiko er vurdert til å være lav. Hovedtavlen KC0001 er ifølge dokumentasjon konstruert for å tåle de dimensjonerende kortslutningseffekter på stedet, se kap. 6.2 i **App J**.

Område:	Utstyr og risikomomenter i området:	Brennbart medium:	Potensielt brannscenario:	Potensielt eksplosjonsscenario:
M16	Diverse utstyr, deriblant noe elektrisk.	Kabler og elektrisk utstyr.	Brann i elektrisk utstyr	

**Tabell 4-1** Viser fare- og ulykkesituasjon for tavlerom i M16

### Brann og gass-systemet

I område for lastepumpene er det montert 7 stk. flammedetektorer (installert juni 2012), 4 punkt gass (installert april 2011) og 1 linjegass detektor (installert mars 2014). Filosofien for flammedetektorutlegget er at 2 detektorer skal se samme system/område. Dersom 2 flammedetektorer går i alarm, skal overrislingsanlegget aktiveres automatisk.

Klassifisering: Intern- Status: Endelig

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016


Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

## 5 Hendelsesforløp og beredskap

Hendelsesforløpet er beskrevet i kronologisk rekkefølge i Tabell 5-1 og Tabell 5-2 – Beredskap.

Det er fokusert på de aktivitetene/delhendelsene som hadde betydning for den uønskede hendelsen og konsekvensene. Andre aktiviteter er tatt med i den grad det er nødvendig for å forstå hendelsesforløpet.

Tabell 5-1 Hendelsesforløp

Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
1979	Statfjord A kom i drift	Lastesystemet og lastepumpene på plattformen har vært uendret siden oppstart.
1.3.2003	Feil på brytervogn til lastepumpe A i tavlerom M16. Visuell inspeksjon avdekket brudd på aksling.	Hendelsen er lagret i Synergi 211207 og i SAP notifikasjon 40243101. Bruddet på akslingen var lokalisert på tilsvarende punkt som granskes i denne rapporten. Ut fra det som står i Synergi 211207 og i SAP ble det ikke utført noen undersøkelse relatert til årsakene bak akslingsbruddet.
15.10.16	Vibrasjonsprobe på lastepumpe B ble byttet/repasert etter feilmeldinger.	Ref. arbeidsordre 23766725. Dette kan ha hatt betydning for SKR operatørens tolkning av alarmer på HMI i SKR tilknyttet vibrasjoner på lastepumpe D den 16.10.16.
16.10.16 ca. kl. 02.00	Tankskip ankom SFA og lasting av tankskip startet.	Lastepumpe B, C og D ble satt i drift
Ca. kl. 07.33	Tankskip ba om mindre lasterate da de begynte å bli full.	Nedstrømsventil (utløpsventil) HV3058 til lastepumpe D ble stengt fra SKR, for stopp av lastepumpe D.
Kl. 07.33.34	Operatør i SKR trykket på stoppknappen til lastepumpe D fra HMI i SKR.	 <p>Bildene viser bruddstedet på akslingen. Bryteren ble fortsatt liggende med en elektrisk fase innkoblet. En fase ble liggende med dårlig forbindelse, mens siste fase var koblet ut. Lastepumpe D fortsatte å gå med strømtilførsel i to faser.</p>

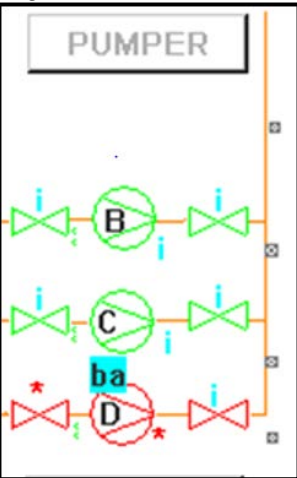


Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på Statfjord A

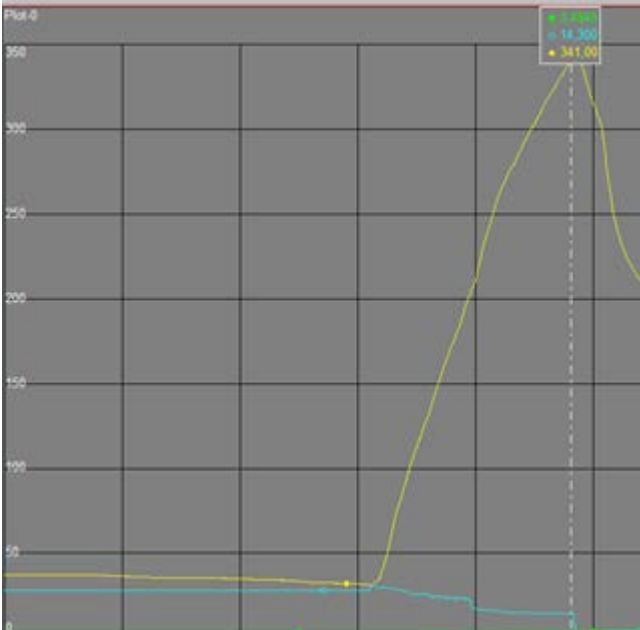
Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
KI. 07.33.34	HMI i SKR fikk tilbakemelding (running signal) fra brytervognen om at lastepumpe D var stoppet.	<p>Pumpesymbol til lastepumpe D på HMI skjerm i SKR stod i rødt (grønn er åpen). Dette indikerte at pumpen er stoppet. SKR operatører trodde derfor at pumpe D var stoppet, se bilde under hvor pumpe D står med rød farge.</p> 
KI. 07.33.34	Forstyrrelser i strømmettet om bord på SFA.	På grunn av bruddet til akslingen i brytervognen til lastepumpe D, ble fase L1 koblet ut, mens fasen L2 og L3 fortsatt leverte strøm til EL-motoren. Dette medførte forstyrrelser i strømmettet på hele plattformen.
KI. 07.33.37 og videre i 24 sekunder	3 stk. Høy vibrasjonsalarmer på lastepumpe D kom inn på HMI i SKR.	Det er naturlig å få alarmer inn til SKR i en nedkjøringsfase av lastepumpene. Dette fikk ingen spesiell fokus i SKR på daværende tidspunkt.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A


Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Kl. 07.33.35	Utløpsventil HV3058 ble stengt fra SKR (stoppsignal ble gitt) mens miniflow-ventil FV3004 ble åpnet automatisk da oljemengden gjennom pumpen ble mindre enn 700 m <sup>3</sup> /time. Logikken til lastepumpene var før hendelsen laget slik at miniflow-ventilene automatisk ble stengt 20 sekunder etter at stoppsignalet til lastepumpene var blitt aktivert.	<p>På grunn av brudd i aksling fortsatte lastepumpe D å pumpe mot stengte ventiler. Temperaturen i olje og pumpe steg raskt. Temperatur på oljen (TE3014A– gul linje) var ved lasting ca. 36 °C og nådde en topp på 344 °C kl. 08.24.</p> 
Kl. 07.34.03	Ventilasjonsvifte FK2107A i turbinhood i M4 trippet som følge av forstyrrelser i strømmettet.	Dette tok oppmerksomheten til operatører i SKR da temperaturen i turbinhood økte som følge av manglende kjøling fra viften. Økt temperatur i turbinhood kan medføre at produksjonen stopper.
Fra kl. 07.34.03 til Kl. 07.38.00	Flere alarmer knyttet til ventilasjonsvifte FK2107A i turbinhood kom opp på HMI i SKR.	Det kom også inn flere vibrasjonsalarmer knyttet til lastepumpe D. Fokus hos operatørene i SKR var knyttet til alarmene fra ventilasjonsviften i M4. Vibrasjonsalarmer tilknyttet pumpe D ble derfor ikke oppfattet som reelle, da HMI i SKR viste at pumpen var stoppet. Dagen før hadde man byttet/repert en vibrasjonsprobe på lastepumpe B grunnet feilmeldinger. Det ble derfor tolket som sannsynlig at det nå var tilsvarende feil på vibrasjonsproben til lastepumpe D.
Kl. 07.36.26	Det kom inn Høy alarm på temperatur transmitter TT-8603-1 i turbinhood M4 på HMI i SKR.	Temperaturen var stigende i turbinhooden. Temperaturen var nå 6-7 °C under trippgrense for turbinen. Eventuell tripp av turbin vil medføre nedstenging av produksjonen.
Kl. 07.36.52	Temperaturføler TE-3014A viser Høy temperatur alarm (45 °C) i oljen, nedstrøms pumpe C. Lastepumpe C er i drift på dette tidspunktet.	Dette kunne vært første signal til SKR å oppfatte at noe var i ferd med å skje med lastepumpe D. TE-3014A er tilhørende lastepumpe D men var feiladressert i PCDA med å vise til lastepumpe C.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Kl. 07.37.26	Temperaturen i <b>oljen</b> nedstrøms lastepumpe D hadde nådd kritisk nivå. Temperaturføler TE-3014A gav HH alarm.	HH alarm(trippsignal) er på 50 °C. Dette førte til stoppsignal til brytervogn tilhørende lastepumpe D. Da brytervogn hadde defekt aksling ble ikke strømmen til el-motoren brutt.  TE-3014A HH alarm ligger inne med uprioritert alarmkategorisering i PCDA. På grunn av dette vises ikke HH alarmer på HMI i SKR.
Kl.07.38.48	H alarm (TE-30094) på <b>pumpehus</b> til lastepumpe D.	Alarmer går ved 85 °C.
Kl.07.39.06	HH alarm (TE-30094) på <b>pumpehus</b> til lastepumpe D.	Alarm går ved 90 °C. Dette førte til automatisk trippsignal til brytervogn lastepumpe D men da brytervognen hadde defekt aksling, ble ikke strømmen til el-motoren til lastepumpe D brutt på dette signalet.
Kl. 07.49.23	Ventilasjonsvifte i M4 i turbinhood ble bekreftet OK.	Faren for tripp av turbin var over.
Etter kl. 07.50	SKR ba områdeansvarlig for utstyrsskaffet om å gå ned og sjekke vibrasjonsprobe på lastepumpe D.	Operatørene i SKR skiftet nå fokus fra viften i M4 til lastepumpe D. SKR operatør syntes det var urovekkende mange vibrasjonsalarmer knyttet til en pumpe som tilsynelatende ikke gikk og ønsket å få sjekket dette.
Ca. kl. 08.17.00	PLS ankommer SKR. Orienterer seg om situasjonen.	PLS hadde oppfattet på radiokommunikasjonen at det var noe som foregikk noe i M4 kompressormodul. Han gikk derfor til SKR for å bli orientert om situasjonen. I det plattformsjef (PLS) ankom SKR, gav flammedetektor FD-002 alarm.
Kl. 08.17.03 	Alarm flammedetektor FD-002, i US68m ble utløst.	SKR gav melding om «sjekk og rapporter» til Alarm og Reaksjonslag (ARL) for aktuelt område. SKR så på CCTV kamera at det var røyk og antydninger til flammer.

Etter at flammedetektor FD-002 ble bekreftet utløst, er de påfølgende delhendelser/aktiviteter implementert i tabell 5-2 Beredskap.

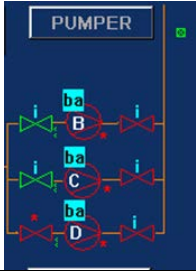
Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

Tabell 5-2 Beredskap

Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Kl. 08.17.03	ARL gikk ned i skafte til nivå US68m.	Alarm Reaksjons Lag bestod av 2 personer.
Kl. 08.18.31	SKR overbroet flammedetektor FD-002 på HMI.	Dette hindrer automatisk utløsning av overrislingsanlegget ved eventuelt utslag av flammedetektor nr.2 i samme området, se kap. 7. 5 for drøfting av årsak.
Kl. 08.19.00	PLS gikk til beredskapsrommet.	DFU 3 «Brann eller eksplosjon» ble benyttet under denne hendelsen. Potensialet ble satt til tap av 2 personer og tap av modul.
KL 08.19.32 til 08.19.48	SKR stoppet lastepumpe B og C.	Lastepumpe D gikk fortsatt mot stengte ventiler uten at SKR operatørene var klar over dette. SKR informerte tankskip om at Statfjord A hadde problemer og måtte avslutte lasting. Bildet under viser HMI status etter at de tre lastepumpene var stoppet.
Kl. 08.21.51	Linjegassdetektor GD-005 på US68m gav alarm.	 GD-005 er plassert rett over lastepumpe D. Denne ga beskjed om «skittent speil». Dette var forenelig med røyk i US68m.
Ca. kl.08.23.00	Operatører i SKR så røyk i skafte på CCTV plassert på US68m.	ARL var ankommet nivå 68m ved heisen. De gløttet på døra og observerte røyk samtidig som de hørte en pumpe som gikk. Dette formidlet de til SKR. ARL fikk så beskjed om å mønstre og forlot skafte.
Ca. kl. 08.23.00	Generell alarm utløst fra SKR.	Mønstring i h t alarminstruks.
Ca. kl. 08.23.00	Elektrikerne gikk til tavlerom i M16.	Elektrikerne hørte på radio at det var problemer med lastepumpene.
Ca. kl. 08.24.00	Lastepumpe D lå fortsatt inne med strømtilførsel.	Elektrikerne entret tavlerom i M16 og så på amperemeteret til lastepumpe D at pumpen fortsatt fikk strøm. De forsøkte å stoppe strømmen med den manuelle stoppknappen til brytervognen men den fungerte ikke pga. akslingsbruddet.



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

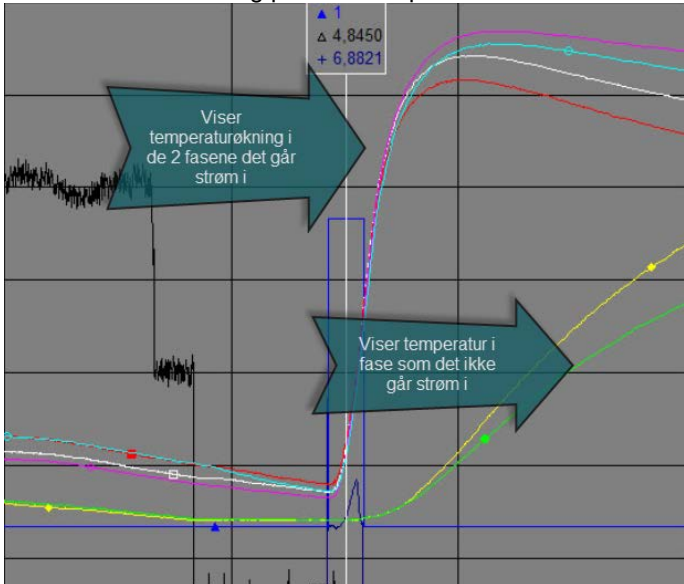
Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Kl. 08.30.26	ESD2 ble aktivert fra SKR.	Mest sannsynlig var det mye røyk og nye antydninger til flammer i US68m, se pkt. under hvor flammedetektor FD-005 slår inn. Når ESD2 blir aktivert vil gasstilførsel til generator A opphøre og den legges automatisk over på dieseldrift. I henhold til etablert praksis på SFA, se <b>ref. I3/</b> startes generator C når generator A går over på diesel. Dette for å unngå nedsooting (gir dårligere effekt) av røykgasskjelen (WHRU) til generator A, når den går på diesel.
Mellom kl. 08.32 og 08.42.	Elektrikerne gikk til tavlerom i M16.	Elektrikerne valgte på eget initiativ å gå tilbake til tavlerommet i M16 for å sjekke status. De ankom før klokken 08.42.00.
Kl. 08.34.23	Generator C var i oppstarts sekvens, men ikke lagt på nett.	Generator C ble startet på diesel av kraftstasjonsoperatør i LKR etter beskjed fra SKR. FA elektro ble ikke informert om at SKR ville skifte kraftproduksjonen fra generator A til generator C.
Kl. 08.34.28	Flammedetektor FD-005 slår inn.	På dette tidspunkt var det bekreftet utslag på to flammedetektorer. Dette ville i utgangspunktet gitt automatisk utløsning av overrislingsanlegget i US68m, men da FD-002 var overbroet, skjedde ikke dette. Lastepumpen D var ikke spenningssatt. Pumpens trykkmåler til tetningen i den frie ende økte raskt fra 1 til 3,5 bar etter at pumpen ble stoppet. Dette gav økt sannsynlighet for oljelekkasje fra tetning til friluft (drypptrau), se App G, som forårsaket nye flammer ved drypptrauet.
Kl. 08.36.	Stril Hercules var i området rundt SFA.	INFO
Kl. 08.37.00	Beredskapsledelsen SFA varslet i h t. beredskapsplan.	2. linje og 3. linje beredskap ble varslet.
Kl. 08.40.53	Overrislingsanlegg utløst manuelt i US68m fra SKR.	Det ble observert åpen flamme på CCTV i SKR. Det hadde da gått vel 6 minutter fra den andre flammedetektoren hadde slått inn.
Kl. 08.41	Lensing av vann i skaff startet.	«Falkeøye» ble satt ut for å observere eventuell olje på sjø.
Kl. 08.42.00	2.møte i beredskapsledelsen SFA.	Fokus <ul style="list-style-type: none"><li>• Bekjempe brann</li><li>• Skaffe ressurser</li></ul>

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

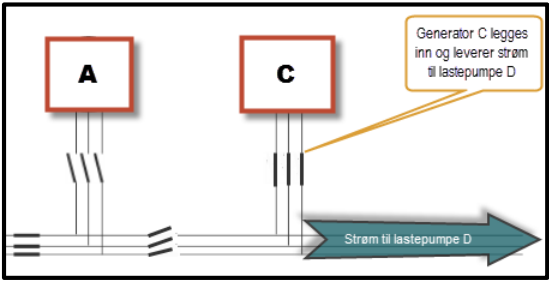



Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Kl. 08.42.39	Generator C ble koblet inn til samme tavleseksjon som brytervogn til lastepumpe D.	<p>Innkobling av generator C spenningssatte på nytt EL-motoren til lastepumpe D. På grunn av akslingsbruddet i brytervognen var det nå kun to faser som gav strøm til EL-motor. Dette gav ikke dreiemoment slik at lastepumpe ikke startet. Effekten (ca. 1000 kW) medførte oppvarming av viklingene i EL-motoren. Temperaturen gikk fra ca. 70 til ca. 120 °C i løpet av tiden generator C var innkoblet.</p> <p>Elektrikerne befant seg på dette tidspunktet inne i tavlerommet på M16</p>  <p>Figuren viser at viklingstemperaturen stiger for de to aktive strømfasene. Hver fase har 2 temperaturfølere hvilket gir 4 linjer på diagrammet.</p>

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Kl. 08.42.39	Elektrikerne hørte at bryter til generator C ble lagt inn.	<p data-bbox="608 454 1509 595">Elektrikerne var på vei ut fra tavlerommet men snudde og gikk tilbake da de hørte at bryteren ble lagt inn. De observerte at amperemeteret tilhørende el-motor til lastepumpe D viste maks utslag (600 A). De valgte da å forlate tavlerommet umiddelbart.</p> <div data-bbox="608 607 1158 887"></div> <p data-bbox="1177 640 1501 819">Figuren viser situasjonen etter at generator C ble lagt inn på nettet og spenningsatte EL-motor til lastepumpe D.</p> <p data-bbox="608 976 1445 1077">Effektbryteren til lastepumpe D var fortsatt innkoblet med 2 faser. Fase L1 var i brudd mens L2 var delvis innkoblet og L3 var innkoblet. Det oppsto da en lysbue i bryterkammer til L2.</p> <div data-bbox="608 1111 1002 1413"><p data-bbox="671 1379 938 1413">L1      L2      L3</p></div> <p data-bbox="608 1458 1430 1525">Bildet over viser stift og tulipankontakter i de 3 bryterkammerne tilhørende effektbryteren. Dette viser at det har vært lysbue i Fase L2 .</p> <div data-bbox="608 1559 1002 1939"></div> <div data-bbox="1066 1749 1461 1939"></div> <p data-bbox="608 1951 1485 2085">Bilde over til venstre viser at oljen i bryterkammret til L2 har blitt svart mens bilde til høyre viser fragmenter fra stiften i bryterkammeret. Det var ingen tegn til ytre skader på kaslingen til bryterkammer L2 og det var heller ingen tegn til oljelekkasje som følge av lysbuen.</p>



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

Dato Tid	Delhendelse/Aktivitet	Kommentar/illustrasjon
Ca. kl. 08.44.00	FA elektro ga beskjed over radio at SKR måtte «trippe all hovedkraft».	Elektrikerne befant seg nå på utsiden av tavlerommet. De ventet på at hovedkraft skulle legges ut og at nødkraft skulle bli lagt inn. Når dette blir gjort kommer det normalt et «blink fra lysarmaturene» i det strømmen blir slått av og på. «Blinket i lyset» kom ikke.
Kl. 08.45.29	SKR operatør ga stoppsignal til Generator A.	Stoppsekvensen til generator A vil begynne med avlasting før generatorbryteren blir koblet fra. Deretter er det en nedkjørings sekvens for turbinen.
Ca. kl. 08.47.00	Elektro kontaktet på nytt SKR for å få bekreftet at hovedkraft var stoppet.	De fikk tilbakemelding fra SKR om at generator A var stoppet og at generator C var lagt på nett. Dette var årsaken til at det ikke kom noe «blink i lysarmaturene». Det at generator C ble lagt inn på nettet innebar at EL-motoren til lastepumpe D ble spenningsatt igjen.
Kl. 08.47.24	Elektro kontaktet på nytt SKR med beskjed om «tripp all hovedkraft» gjentatte ganger.	Kraftstasjonsoperatør aktiverte nødstopp til generator C på bryter i lokalt kontrollrom i UM5-6. EI-motor til lastepumpe D mistet da strømforsyningen. Kraftstasjonsoperatør trykket inn nødstopp til generator A på bryter i lokalt kontrollrom i UM5-6, da generator var på vei opp igjen etter at generator C var stoppet på nødstopp.
KL. 08.47.35	Nødstopp av hovedkraft aktivert.	Tap av all hovedkraft - svart plattform.
Kl. 08.48.00	Nødgeneratorene starter («blink i lyset»).	Dette skjer automatisk som en følge av at hovedkraft stoppes
Kl. 08.48.09	Gen A bekreftet stoppet.	
Kl. 08.49.00 og videre til 09.49.00	Evakuering av personell.	Evakuering foregikk med 3 løft med helikopter: 1.løft 13 personer, 2.løft 2 personer, 3.løft 5 personer. Tilsammen 20 personer blir evakuert. Personellet som ble evakuert ble valgt ut på bakgrunn av at de ikke hadde beredskapsoppgaver, eller hadde annen spisskompetanse som beredskapsledelsen kunne nyttiggjøre seg av denne situasjonen
Kl. 08.57.00	3 personer fra Søk og Redningslag tar seg til nivået US80m. Dette nivået er over US68m.	Skillet mellom US80m og US68m er et gasstett brannskille.
Kl. 09.07.	Det ble satt ut falkeøye.	Lensing av skaff pågikk. Falkeøye ble satt til å se etter olje på sjø. Olje ble ikke observert. Dersom olje på sjø hadde blitt observert ville dette vært en indikasjon på at det var oljelekkasje i US68m.
Kl. 09.08	3.møte i beredskapsledelsen på SFA.	Fokus <ul style="list-style-type: none"><li>• Bekjempe hendelse</li><li>• Forberede delvis evakuering</li><li>• Skaffe ressurser.</li></ul>
Kl. 09.35	Statusmøte mellom 2 og 3 linje.	
Kl.09.35	Overrisslingsanlegg stoppet for sjekk på kamera.	

Klassifisering: Intern- Status: Endelig

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

<b>Dato Tid</b>	<b>Delhendelse/Aktivitet</b>	<b>Kommentar/illustrasjon</b>
Kl. 09.36	Startet overrislingsanlegg på nytt.	Noe som ble tolket som flammer av SKR operatører ble observert på CCTV.
Kl. 10.35	Overrislingsanlegg stoppet.	
Kl. 10.43	Det ble ikke observert mer røyk eller flammer på CCTV i SKR.	Hendelsen under kontroll- temperaturen redusert
Kl. 10.50	Det ble gitt klarsignal fra SKR om at brannlag kunne ta seg inn til skadestedet.	Brannlag hadde med seg varmesøkende kamera. De kunne ikke se varme eller gass. Det var litt røyk i området.
Kl. 10.50	4.møte i beredskapsledelsen.	Fokus <ul style="list-style-type: none"><li>• Sikre</li><li>• Normalisere</li></ul>
Kl.10.55	Livbåt 1 ble demobilisert	Personell uten beredskapsoppgaver ble samlet i spisesal.
Kl. 11.00	Arnestedet ble bekreftet å være ved lastepumpe D.	
Kl. 11.05	Statusmøte mellom 2 og 3 linje.	Det ble rapportert at Statfjord A hadde kontroll på situasjonen og at det er ikke observert olje på sjø.
Kl. 11.24	Melding til Media.	Situasjonen var avklart på Statfjord A.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

## 6 Konsekvenser

Med utgangspunkt i kategoriserings- og klassifiseringsmatrisen i ARIS HSE103-01 er det gitt en beskrivelse av faktiske og mulige konsekvenser for relevante konsekvenskategorier.

VARSLING med påfølgende rapportering til myndighetene *		MELDING til Ptil første arbeidsdag *										RAPPORTERING til myndighetene				Selskapsintern rapportering og registrering i Synergi (alle uønskede hendelser)							
Nivå	Personskade		Arbeidsrelatert sykdom (ARS)		Oljeutslipp		Kjemikalieutslipp Til hav		Kjemikalieutslipp Til grunn		Ølje-/ gasslekkasje		Brann/ eksplosjon		Sveiking/bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer (som)		Omdømme		Tap av produksjon		Materiell skade og andre økonomiske tap		
	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	Faktisk	Mulig	
Alvorlighetsgrad	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dødsfall	Arbeidsrelatert sykdom som medfører død	Til hav > 1000m <sup>3</sup> Til grunn > 100m <sup>3</sup>	Svart >10m <sup>3</sup> Rød >1000m <sup>3</sup> ***	Svart >10m <sup>3</sup> Rød >100m <sup>3</sup> ***	> 10 kg/s eller kortvarig > 100kg	Hele Innretningen/ anlegget eksponert	Truer hele innretningen eller anlegget	Stor internasjonal negativ eksponering i media og mellom organisasjoner	Netetid > 10 dager	Skader av større omfang. Sokkel >50 mill. NOK Land > 25 mill. NOK												
	2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Alvorlig fraværskade/ alvorlig personskade	Alvorlig arbeidsrelatert sykdom	Til hav > 100m <sup>3</sup> Til grunn > 10m <sup>3</sup>	Svart >1m <sup>3</sup> Rød >100m <sup>3</sup> ***	Svart >1m <sup>3</sup> Rød >10m <sup>3</sup> ***	1-10 kg/s eller kortvarig > 10kg	Store deler av innretning anlegg eksponert (10-90 %)	Truer store deler av innretningen eller anlegget (f.eks. flere moduler)	Middels internasjonal negativ eksponering i media og mellom organisasjoner	Netetid > 5 dager	Sokkel > 25 mill. NOK Land > 15 mill. NOK												
	3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Øvrig fraværskade eller personskade med alternativt arbeid *	Arbeidsrelatert sykdom som medfører kortvarig fravær eller begrenset alternativt arbeid *	Til hav > 1m <sup>3</sup> Til grunn > 1m <sup>3</sup>	Rød >10m <sup>3</sup> Svart >100liter ***	Rød >1m <sup>3</sup> Svart >100liter Gul >10m <sup>3</sup> ***	0,1-1 kg/s eller kortvarig > 1 kg	Deler av innretning anlegg (1-9 %)	Truer deler av innretningen eller anlegget (f.eks. en modul)	Nasjonal negativ eksponering i media, fra myndigheter på nasjonalt nivå	Netetid > 3 dager	> 10 mill. NOK													
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Medisinsk behandlingsskade	Arbeidsrelatert sykdom som medfører behandling fra autorisert helsepersonell	Til hav > 100liter Til grunn >100liter	Svart >10liter Rød >1m <sup>3</sup> Gul >10m <sup>3</sup> Grønn >100m <sup>3</sup>	Svart >10liter Rød >100liter Gul >1m <sup>3</sup> Grønn >10m <sup>3</sup>	< 0,1 kg/s	Lokalt område av innretning anlegg eksponert (<1 %)	Truer lokalt område (f.eks. del av en modul)	Lokal/regional negativ eksponering i media, fra myndigheter og kunder	Netetid > 1dag	> 500 000 NOK													
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Førstehjelpsskade **	Øvrig arbeidsrelatert sykdom	Til hav > 10liter Til grunn > 10liter Til hav ≤ 10liter Til grunn ≤ 10liter	Rød > 10liter Grønn > 10m <sup>3</sup> Rød/Svart ≤ 10liter Grønn Gul ≤ 10m <sup>3</sup>	Rød > 10liter Rød/Svart ≤ 10liter Gul ≤ 1m <sup>3</sup> Grønn ≤ 10m <sup>3</sup>	<< 0,1 kg/s (Vesentlig mindre enn 0,1 kg/s)	Neglisjerbar fare for innretning anlegg	Neglisjerbar fare for innretning eller anlegg	Begrenset til få personer eller en kunde	Netetid < 1 dag	< 500 000 NOK													

\* Fargekodene som indikerer varsling, melding og rapportering til myndighetene er veiledende. For å oppfylle myndighetenes krav se detaljer under "Varsle" i SF 103.  
 \*\* Varsling til Ptil skal gå via vaktentralen Fokus, på telefon 102/141-90002 (int.) eller 51990002 (ekst.).  
 \*\*\* Førstehjelpsskader i/dm dykking/trykkammer (dvs. personer under forhøyet atmosfærisk omgivelsestrykk), er rapporteringspliktige på NAV-skjema til Ptil og NAV.  
 \*\*\*\* Klassifisering av utslipp av grønne/gule kjemikalier i alvorlighetsgrad 1-3 gjøres iht. konsernkrav R-26760.

① Gransking på vegne av KLFO  
 ② Gransking på vegne av ROIRE

Figur 6-1 Klassifiseringsmatrise for HMS hendelser i UPN – versjon 14

### 6.1 Faktiske konsekvenser

#### 6.1.1 Personskade

Ingen faktisk personskade.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

## 6.1.2 Brann / Eksplosjon

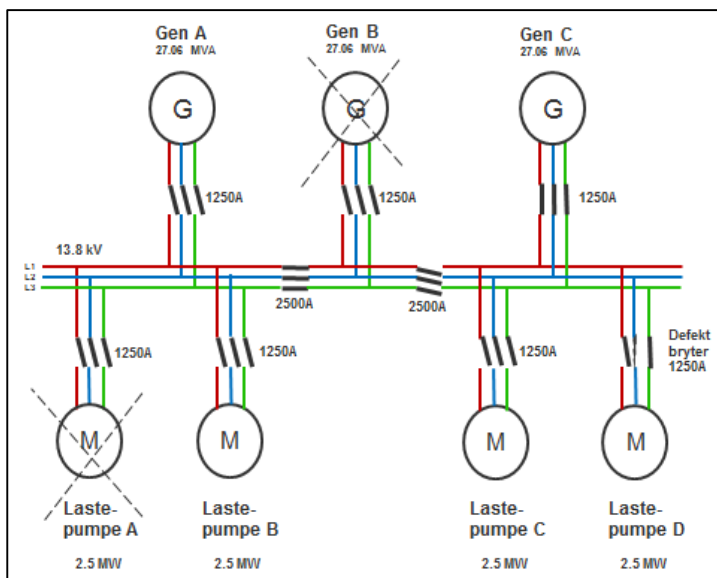
### Faktisk konsekvens Grønn 4: Liten fare for innretning eller anlegg.

Under hendelsen ble det detektert og bekreftet brann/flamme. Brannen krevde aktiv brannslukking ved bruk av overrisslingsanlegg. Det oppsto lekkasje i flenser tilknyttet to ventiler for tetningsolje. Disse ventilene er termisk isolert med varmekabel i en isolasjonskasse plassert over koblingsenden (DE) til lastepumpen. Det har vært noe svetteing av tetningsolje over tid som samlet seg i isolasjonsmaterialet. Tetningsoljen hadde en maks temperatur på 344 °C. Mengde olje som lakk ut var betydelig mindre enn 0,1kg/s. Det er grunn til å tro at lekkasjetiden var over 30 sekunder. På bakgrunn av dette har det blitt avgitt brennbare gasser inne i isolasjonskassen. Brannen ble antent enten på grunn av gnist fra varmekabel (hvor isolasjonsmaterialet var smeltet bort pga. høy temperatur) eller pga. selvantennelse av oljen.

Brannen var begrenset til isolasjonskassen og rundt tetninger på lastepumpe D.

Det brennbare materialet under hendelsen var tetningsolje da isolasjonsmaterialet ikke var brennbart. Røyken ble ventilerert via HVAC systemet under hendelsen og det var totalt sett en liten mengde olje som ble antent.

Etter at generator C ble startet kl. 08.42.39 ble EL-motor til lastepumpe D på nytt spenningsatt. På grunn av at kun to av tre faser (motorviklinger) ble spenningsatt, fikk ikke motoren rotasjonsmoment. Den ble stående stille med startstrøm i fase L2 og L3. Det oppstod da en lysbue i bryterkammeret fase L2.



Figur 6-2 Generator C spenningsatte EL-motor til lastepumpe D med defekte faser

Det er ikke målt overslag eller jordfeil i motorens statorvikling, men det er grunn til å forvente at motorens rotorvikling har fått svært høy temperatur, og blitt skadet, se **App J**.

Da SKR aktiverte stopp signal til lastepumpe D, knakk akslingen i brytervogn som følge av utmattingsbrudd.

Dette medførte at det oppstod en lysbue i bryterkammer for fase L2 i effektbryteren. Det var kun effektbryter i brytervogn til lastepumpe D (tavlefelt 22) som ble ødelagt.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

### 6.1.3 Olje /gasslekkasje

#### Faktisk konsekvens Grønn 4: Mindre enn 0,1kg/s

Ved utløsning av flammedetektor FD-002 var det mest sannsynlig oljesvettning av tetningsolje tilknyttet ventiler i isolasjonskassen som gav flammer med påfølgende smelting av selve isolasjonskapslingen. Oljetrykket til tetningsoljen er ca. 4 bar. Lekkasjevarighet inne i isolasjonskassen var over 30 sekunder. Dette innebærer at det er lekkasjeraten (kg/s) som skal legges til grunn for klassifiseringen, **ref.77/**. Som eksempel benyttes svettning fra en eller flere ventilflenser med liten åpning på 1x2 mm i flenspakingen. Flenspakingene er laget av standard metalliske materialer med forskjellig hardheter. Størrelsen på «åpningen» er vanskelig å forutsi men pakningene har god integritet og sannsynlighet er liten for at åpningen vil stor i forhold til dimensjonen av flensene ( $\frac{3}{4}$ "). Beregningene pr. flens blir da gi en lekkasjerate på ca. 0,04 kg/s.

Ved utløsning av flammedetektor FD-005 var det mest sannsynlig at det var oljelekkasje fra akseltetningen i den frie enden av lastepumpen som antente og gav flammer. Lekkasje trykket i akseltetningene var lavt helt til pumpen ble stoppet. Når lekkasje trykket er lavt er det kun snakk om drypplekkasje. Etter at pumpen ble stoppet steg lekkasje trykket fra 1 bar til 3,5 bar på kort tid. Pumpen stod på dette tidspunkt helt i ro, men da trykket steg økte muligens lekkasjeraten noe via sekundærtetningen ut til «fri luft», men vesentlig under 0.1 kg/s.

I begrunnelsen for klassifiseringen er det lagt vekt på at skadestedet ikke bærer preg av utstrakt brannpåvirkning. Det var ikke noen tegn på rørruptur eller annet som talte for en oljelekkasje av betydning. Nærliggende utstyr viser at flammene har vært små da isolasjon på kabler og maling var intakt på den frie enden av lastepumpen. I tillegg ble det observert merkelapper og annet brennbart materiale i umiddelbar nærhet til arnestedet og disse var uskadet. Legger man til grunn at det var noe oljelekkasje fra 2 av 4 flenser i isolasjonskassen samt noe økt dråpelekkasje fra akseltetningene ender vi opp med en lekkasjerate i underkant av 0,1 kg/s.

### 6.1.4 Omdømme

#### Faktisk konsekvens Gul 3: Nasjonal negativ eksponering i media og fra myndigheter på nasjonalt nivå

Ptil og politiet ble varslet om hendelsen og startet hver sin etterforskning. Hendelsen ble kommunisert internt i selskapet, og det ble en del oppmerksomhet rundt hendelsen i media nasjonalt da hendelsen inntraff samtidig som flere andre hendelser i Statoil og er derfor klassifisert til Gul 3.

### 6.1.5 Tap av produksjon

#### Faktisk konsekvens Gul 3: Nedetid >3 dager

Produksjonstapet ved hendelsen ble beregnet til 5206 Sm<sup>3</sup> olje og 8500 kSm<sup>3</sup> gass. Dette tilsvarer rett i underkant av 5 PE-døgn.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

### 6.1.6 MaterieU skade og andre økonomiske tap

#### Faktisk konsekvens Gul 3: Kostnader under 10 mill. NOK

Ekstra fakling på ca. 400 kSm<sup>3</sup> gass i forbindelse med hendelsen. Tapt salgsverdi og miljøavgifter for fakling utgjør ca. 1,2 millioner NOK.

Kostnadene til lastepumpe D er minimale i denne sammenheng. Pumpen er blitt blindet av og vil ikke bli satt i produksjon igjen. Lastepumpe B og C har nok kapasitet til å ivareta mengde olje til lasteskip, samt at olje kan overflyttes til lagerceller på Statfjord B eller C ved behov.

### 6.1.7 Svekking / bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer

#### Faktisk konsekvens Gul 3: Truer deler av innretningen eller anlegget (f.eks. en modul)

Da akslingen i brytervognen gikk til brudd medførte dette at operatørens stoppsignal fra SKR samt HH signal (tripp) fra temperaturføUer og vibrasjonsprober tilknyttet lastepumpen, ikke hadde noen virkning. I tillegg viste HMI i SKR at lastepumpen var stoppet. Alt dette kan knyttes til brytervognen. Brytervognen inneholder derfor flere viktige barrierer mot uønskede hendelser både prosesssteknisk og sikkerhetsmessig.

Da akslingen gikk til brudd mistet trippsignaler fra temperaturføUer og vibrasjonsprober sin mulighet til å stoppe pumpen. Dette medførte at temperaturen i oljen økte ytterligere da pumpen fortsatte å gå mot stengte ventiler.

Grunnet mangelfull kommunikasjon mellom SKR og elektro, ble effektbryteren på nytt spenningsatt da generator C ble lagt inn på nettet. Dette er å anse som en organisatorisk barriere som sviktet da elektro burde vært konferert i forbindelse med en slik «unormal driftssituasjon».

I tillegg ble flammedetektor FD-002 overbroet i SKR som medførte forsinket utløsning av overrislingsanlegg da flammedetektor FD-005 gikk i alarm.

I tavlerom M16 oppsto det en lysbue i fase L2 bryterkammer og dette truet bryterkammerets integritet, ref. **App J**.

Sett i lys av overnevnte punkter vurderes dette til en faktisk konsekvens Gul 3.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## 6.2 Mulige konsekvenser

Granskingsgruppen har vurdert mulige konsekvenser for hendelsen med utgangspunkt i hva som kunne ha skjedd under «ubetydelig endrede omstendigheter». Dette begrepet er i Statoil sin styrende dokumentasjon definert slik: «Det er bare tilfeldig at alternative utfall av hendelsen ikke inntraff, ikke hva som i verste fall kunne skjedd.»

### 6.2.1 Personskade

**Mulig konsekvens: Ingen personskade.**

#### Utstyrsskift

Da ARL åpnet døren til US68m, observerte de røyk med en gang. Etter granskingsgruppens vurdering skulle det mer til enn ubetydelig endrende omstendigheter for at dette kunne ha medført noen fare for personskade eller røykforgiftning.

#### Tavlerom

Etter at generator A ble stoppet, var det ingen skader på EL-motoren. I det generator C ble startet så steg temperaturen i motorens viklinger fra ca.70 °C (normal driftstemperatur er ca. 80 °C) til ca.120 °C da generator C ble koblet ut. 120 °C er ikke kritisk for motorviklingene slik at det ikke var fare for kortslutning i viklingene i det tidsrommet generator C var innkoblet. Tidlig i dette tidsrommet befant elektrikerne seg inne i tavlerommet. De observerte at lastepumpe D på ny fikk strøm ved at amperemeteret i tavlefront gikk til maks utslag. Det oppstod da en lysbue i effektbrytekammer til fase L2 i løpet av den tiden generator C var innkoblet. Dette kunne medført utblåsing av varm olje fra bryterkammerets sikkerhetsventil. Den varme oljen ville da blitt ført inn i selve tavlefeltet, det vil si vekk fra elektrikerne. Ut fra design ville tavlefeltet tålt en eventuell sekundær brann. Med "tåle" i denne sammenheng menes at skaden skal begrenses til det tavlefeltet hvor lysbuen oppstår, og ikke forplante seg til nabofelt.

Det er bekreftet at generatorvernet ville koblet ut generatorbryter C i løpet av svært kort tid (få sekunder) hvis den ikke hadde blitt koblet ut ved nødstop, se **App J, kap.5.2**

Dette betyr at det ikke var noen fare for personskade i dette tidsrommet under ubetydelig endrende omstendigheter. Potensiale for eventuelle hørselskader er ikke vurdert, da sannsynligheten for en eksplosjon i bryterkammeret er liten.

Ved kortslutning i motoren ville den defekte bryteren ha fått en større strømgjennomgang, og bryterkammer med lysbue i fase L2 ville fått en større lysbueenergi og trykkøkning. Dette kunne i verste tilfelle medført en eksplosjon i bryterkammeret.

En oljestøveksplasjon i forbindelse med havarert bryterkammer er ikke et kjent scenario med denne (Siemens) type brytere, og er anslått til å ha en sannsynlighet på 0.05 %, se **ref. /5/**.

Det er usikkert hvor store deler av tavlen en slik oljestøveksplasjon kunne ha omfattet.

Sannsynligheten for fatale personskader på grunn av en sekundær oljestøveksplasjon er estimert til  $5 \times 10^{-6}$ , se **ref. /5/**.

Det er aktive barrierer i tavlerommet som ville hindret en eskalering av brann i hovedtavlen;

- Generatorvernet kobler ut strømtilførsel ved jordfeil og eller kortslutning i hovedtavlen
- Brann og gassdetektorer
- Lysbuevakt.

Barrierestatus i tavlerommet tilsier at hendelsen ikke kunne utviklet seg til en storulykke.

Klassifisering: Intern- Status: Endelig

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

## 6.2.2 Brann / Eksplosjon

### Mulig konsekvens Grønn 4: Lokalt område av innretning/anlegg eksponert (<1%)

#### Utstyrsskaff

Brannen som oppsto i tilknytning til lastepumpen var av begrenset karakter. Det var oljesvetting av tetningsolje som samlet seg i isolasjonskassen, samt oljesvetting fra akseltetninger i lastepumpen som brant. Oljen har avgitt gasser som følge av høy temperatur og blitt antent. Temperaturen var høy nok i isolasjonskassen under brannen til at aluminiumslegeringen smeltet på ca. 630°C.

Etablerte barrierer som beredskapsorganisasjonen, branddeteksjonssystemet, overrislingsanlegg, HVAC, ESD2 og CCTV fungerte under hendelsen.

Både EL-motorens og pumpens lagertemperaturer var lave under hendelsen da smøreoljesystemet til lagrene er uavhengig av driften av pumpen. Råoljen har gode smøreegenskaper selv med temperaturer over 300 °C. Akseltetningene i lastepumpen har fungert tilfredsstillende og ikke bidratt nevneverdig med tilførsel av olje. Flenspakningene i tetningsoljeventilene har svettet olje, men også vært utsatt for mye større temperaturpåkjenning enn akseltetningene til lastepumpen.

For å legge forholdene til rette for en større brann ville det trolig vært akseltetningene til lastepumpe D samt flenser/pakninger i tilknytning til tetningsoljeventilene i isolasjonskassen som hadde forårsaket dette. Da flenspakningene har vært utsatt for temperaturpåkjenninger på over 630 °C kan vi ikke utelukke at det kunne under ubetydelig endrede omstendigheter ha oppstått en noe større oljelekkasje fra disse. Ut fra dette vurderes faren likevel for eskalering av brann som relativt liten. Hendelsen oppsto i et avgrenset område. Overrislingsanlegget fungerte da det ble aktivert og tilgangen på brennbart materiale utover tetningsolje var svært begrenset.

I tillegg aktiverte beredskapsorganisasjonen manuelt ESD2 ca. 4 minutter før det ville blitt automatisk utløst. Dette bidro til å redusere muligheten for eskalering av hendelsen.

#### Tavlerom

Etter at generator A ble stoppet, var det ingen skader på EL-motoren. I det generator C ble startet så steg temperaturen i motorens viklinger fra ca.70 °C (normal driftstemperatur er ca. 80 °C) til ca.120 °C da generator C ble koblet ut. 120 °C er ikke kritisk for motorviklingene slik at det ikke var fare for kortslutning i viklingene i det tidsrommet generator C var innkoblet. Tidlig i dette tidsrommet befant elektrikerne seg inne i tavlerommet. De observerte at lastepumpe D på ny fikk strøm ved at amperemeteret i tavlefront gikk til maks utslag. Det oppstod da en lysbue i effektbrytekammer til fase L2 i løpet av den tiden generator C var innkoblet Dette kunne medført utblåsing av varm olje fra bryterkammerets sikkerhetsventil men etter granskningsgruppens vurdering skal det mere til enn under ubetydelig endrede omstendigheter.

Den varme oljen ville i så fall blitt ført inn i selve tavlefeltet, det vil si vekk fra elektrikerne. Ut fra design ville tavlefeltet tålt en eventuell sekundær brann. Med "tåle" i denne sammenheng menes at skaden skal begrenses til det tavlefeltet hvor lysbuen oppstår, og ikke forplante seg til nabofelt.



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

### **6.2.3 Olje /gasslekkasje**

**Mulig konsekvens Grønn 4. <0,1kg/s.**

Granskningsgruppen er av den oppfatning at det ikke kan utelukkes en noe større lekkasje fra lastepumpens akseltetninger og ventilflenser i isolasjonskassen. Hvor stor disse lekkasjen kunne ha blitt er avhengig av skadeomfanget som kunne oppstått.

I akseltetningene er det uansett små klaringer/spalteåpninger som igjen ville begrenset mengden av en eventuell oljelekkasje. I tillegg til dette måtte situasjonen ha foregått over noe lengre tid, men dette ble umuliggjort ved automatisk deteksjon av flammedetektorer og etterfølgende utløsning av overrislingsanlegg og nedstenging.

### **6.2.4 Omdømme**

**Mulig konsekvens Gul 3 Nasjonal negativ eksponering i media og fra myndigheter på nasjonalt nivå**

Granskingsgruppen ser ikke for seg at hendelsen isolert sett kunne ført til større nasjonal media eksponering enn den fikk da den inntraff parallelt med flere andre hendelser på norsk sokkel.

### **6.2.5 Tap av produksjon**

**Mulig konsekvens Gul 3: Nedetid > 3 dager**

Produksjonstapet ved hendelsen ble beregnet til 5206 Sm<sup>3</sup> olje og 8500 kSm<sup>3</sup> gass som ligger på +/- av 5 PE-døgn.

### **6.2.6 Materiell skade og andre økonomiske tap**

**Klassifisering: Som faktisk.**

### **6.2.7 Svekking / bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer**

**Mulig konsekvens Gul 3: Truer deler av innretningen eller anlegget (f.eks. en modul)**

Det skulle mer enn ubetydelige endrende omstendigheter til for at svekking/bortfall av sikkerhetssystemet skulle fått ytterligere konsekvenser i dette tilfellet.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

### 6.3 Vurdering av storulykkesrisiko

Storulykke er definert som konsekvensklasse 7 og 8 i Statoil sin HMS risikomatrix, ref. ARIS R-24383 – Impact Scales. Sannsynligheten for at hendelsen i verste fall kunne ha utviklet seg til en storulykke er avhengig av tilstanden på de konsekvensreducerende barrierene i forhold til hendelsen.

Tetningsoljesystemet til lastepumpen:

Dersom vi antar at det ville blitt et totalt rørbrudd av tetningsoljerøret i nærheten av ventilene i isolasjonskassen, ville lekkasjeraten avhenge av tilførsel av olje. Denne tilførselen er begrenset av strupeskiver oppstrøms syklonene. Her er det strupeskiver med åpning på 4,2 mm og med et oljetrykk på ca. 12-15 bar. Nedstrøms for syklonene er det tilførselsrør til tetningene, samt returrør til pumpens sugeside (der er det også strupeskiver). Tetningsoljesystemet er balansert slik at det normalt går 11 l/min (0,146 kg/s) forbi hver tetning. Nedstrøms for tetningene, mot pumpen, er det åpen forbindelse til pumpens innløp. Trykket vil således ikke overstige pumpens innløpsstrykk (ca. 4 bar) i nevneverdig grad. På bakgrunn av dette vurderes det at det i denne situasjonen ikke var fare for storulykke knyttet til tetningsoljesystemet.

Lastepumpen:

For å beregne den mulige lekkasjen fra akseltetningene, tas det utgangspunkt i et trykk på 3,5 bar i tetningskammeret (mellom primær- og sekundærtetningen). Halvparten av trykkfallet skjer over sekundærtetningen (trolig mer) og resten over den ytre spalten på ca. 0,3 mm. Spalten er ringformet, og er plassert mellom tetningens akselhylse og en stasjonær foring (bushing). **Resultatet blir en lekkasjerate på 0,85 kg/s**, beregnet i henhold til formel for lekkasjerate, se ref. /7/.

Beregnet lekkasjerate er nok større enn det den ville vært i virkeligheten, dels grunnet at geometrien er en smal ringformet spalt (ikke et hull), og dels fordi eventuell avgass fra oljen ville redusere væskestrømmen. Nærliggende malte flater og utstyr viste små skader, som oppsprekking/forkulling av overflatebelegg.

Basert på overstående og faktisk bruk av konsekvensreducerende barrierer så kunne ikke oljlekkasjen relatert til denne hendelsen i utstyrsskiftet, utviklet seg til en storulykke.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

## 6.4 Klassifisering av hendelsen

Nedenfor er det gitt en oppsummering av alvorlighetsgrad for de ulike konsekvenskategoriene i kategoriserings- og klassifiseringsmatrisen. I tabellen betyr «Ingen» at konsekvensen ikke inntraff eller ikke kunne inntruffet. «Ikke klassifisert pga. lav sannsynlighet» betyr at mulig konsekvens kunne ha skjedd, men ikke under ubetydelig endrede omstendigheter.

**Tabell 6-1** Klassifisering av hendelsen

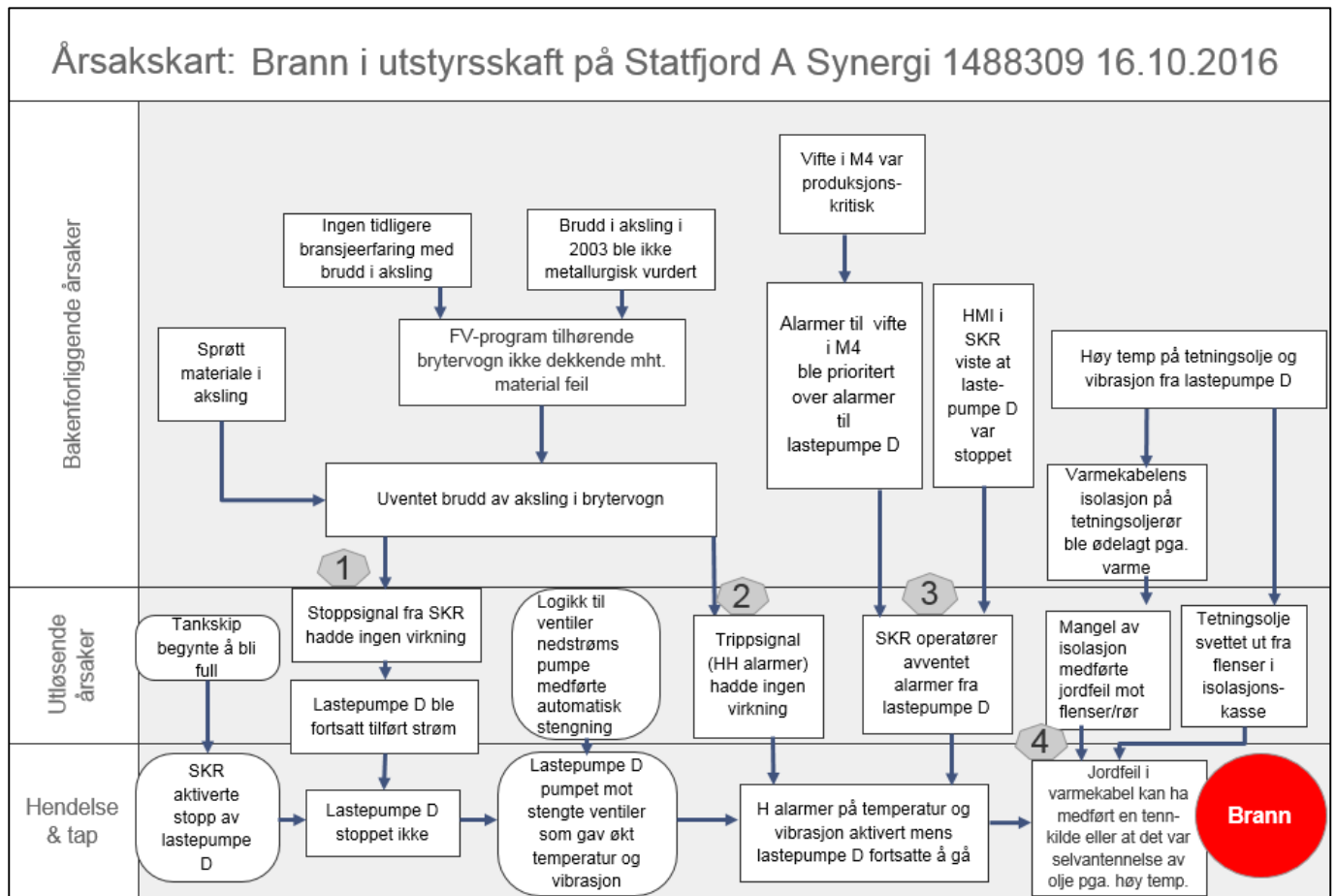
Konsekvenskategori	Faktisk alvorlighetsgrad	Mulig alvorlighetsgrad under ubetydelig endrede omstendigheter
Personskade	Ingen	Ingen
Arbeidsrelatert sykdom (ARS)	Ingen	Ingen
Oljeutslipp	Ingen	Ingen
Kjemikalieutslipp hav	Ingen	Ingen
Olje/gasslekkasje	4	4
Brann/Eksplosjon	4	4
Svekking/bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer	3	3
Omdømme	3	3
Tap av produksjon	3	3
Materiell skade og andre økonomiske tap-	4	4

Hendelsen klassifiseres med høyeste alvorlighetsgrad faktisk Gul 3.

## 7 Årsaker

Årsakskartet (se **Figur 7-1**) gir oversikt over årsakene til hendelsen. Kartet viser enkelthendelser som førte til konsekvensen/tapet, utløsende årsaker (handling eller tilstand som utløste en eller flere enkelthendelser), bakenforliggende årsaker og sammenhengen mellom disse. Årsaker knyttet til «Ledelse og styring» er beskrevet under kap.7.6. Årsakskartet er etablert med utgangspunkt i hendelsesbeskrivelsen i kap. 5.

Granskingsgruppen har i sitt arbeid hatt en systemorientert tilnærming i arbeidet. Dette betyr at det ikke pekes på en enkeltstående feil som årsak, men til en serie av tekniske feil, beslutninger, designmessige forhold, operasjonell praksis, organisatoriske forhold med videre som til sammen førte til at hendelsen oppsto.



**Figur 7-1** Årsakskart over hele hendelsen

Årsakskartet bruker følgende symboler:

- Stiplet boks – usikkerhet knyttet til boksens innhold.
- Stiplet linje – usikker årsakssammenheng.

Boks med avrundede hjørner – gir leseren tilstrekkelig informasjon om hvordan hendelsen oppsto, men informasjon i disse boksene er forhold som er av «ikke praktisk betydning» for valg av tiltak, eksempelvis værforhold.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

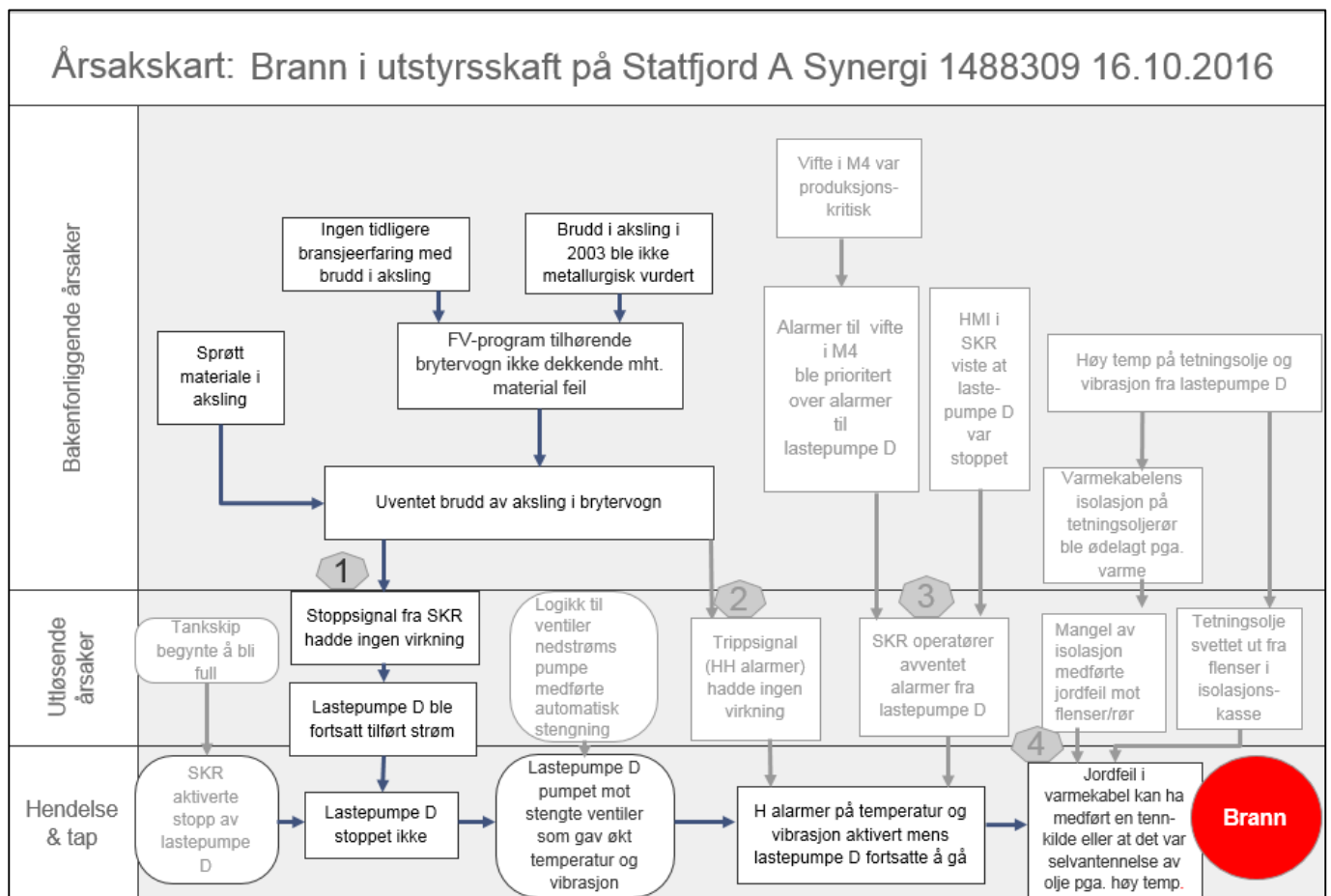
Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på Statfjord A

Forut før hendelsen inntraff, var tankskipet på feltet for å laste olje fra SFA. Da tankskipet begynte å nærme seg fullastet, ba de SKR om å starte nedkjøring av lastepumpene. SKR aktiverte da stopp til lastepumpe D, mens lastepumpe B og C fortsatte å levere olje.

Det er laget 4 årsakstråder som forklaring på at hendelsen inntraff. Disse er beskrevet i delkapittel 7.1 til 7.4.

I de påfølgende delkapitlene er det gitt en nærmere beskrivelse av årsaksforholdene for hver årsakstråd.

## 7.1 Årsaker knyttet til «Lastepumpe D stoppet ikke» Årsakstråd 1



Figur 7-2 Viser årsakskart til «Lastepumpe D stoppet ikke» Årsakstråd 1

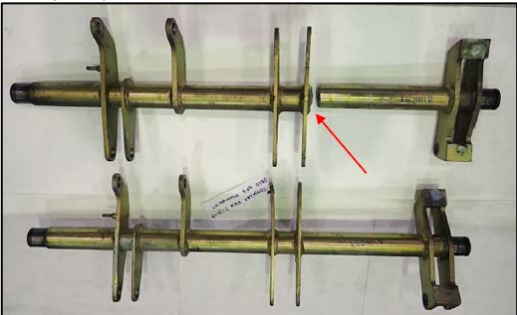
Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

**Tabell 7-1 Utløsende og bakenforliggende årsaker til «Lastepumpe D stoppet ikke» Årsakstråd 1**

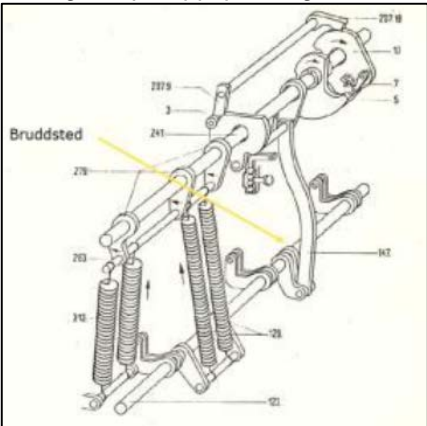
Årsak	Beskrivelse	Virkning
<b>Utløsende årsak/Handling</b>		
Lastepumpe D ble fortsatt tilført strøm	Start og stopp fra HMI i SKR går direkte til brytervognen med beskjed om å koble inn eller ut strømtilførselen til lastepumpen. Selve til- eller frakoplingen av strøm skjer via akslingen i brytervognen	Lastepumpe D stoppet ikke
Stoppsignal fra SKR hadde ingen virkning	Dette skjer ved at akslingen som kobler inn eller fra de tre strømfasene, ikke fungerte. Koblingen skjer fysisk i selve effektbryterkammeret.	Lastepumpe D ble fortsatt tilført strøm
<b>Bakenforliggende årsaker</b>		
Uventet brudd av aksling i brytervogn	Akslingen gikk til brudd rett etter at stoppsignalet ble aktivert på HMI. Dette medførte at strømleveransen ikke ble brutt.	Stoppsignal fra SKR hadde ingen virkning.
Sprøtt materiale i aksling	<p>Akslingen hadde vært koblet inn og ut 8414 ganger da hendelsen inntraff, mens den er designet for 10 000 inn og utkoblinger. Dette leses av i forbindelse med vedlikehold av brytervognen.</p> <p>Bildet under viser akslingen som gikk til brudd (rød pil) og en intakt aksling fra en av de andre lastepumpene.</p>  <p>Metallurgisk undersøkelser av akslingene avdekket at materialet som er benyttet i disse akslingene er produsert av en ulegert stål kvalitet som egentlig er noe sprøtt i forhold til akslingenes bruksområde. Materialkvaliteten burde vært av en mer duktil kvalitet i forhold til dens bruk.</p> <p>Akslingen som fremstår som intakt, hadde også begynnende utmattingsbrudd.</p> <p>Utmattingsbruddet viste typiske striasjoner som er et tegn på at akslingen har vært utsatt for ekstra svingninger/vibrasjoner i forbindelse med av og påkobling. Dette er relatert til</p>	Uventet brudd av aksling i brytervogn

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

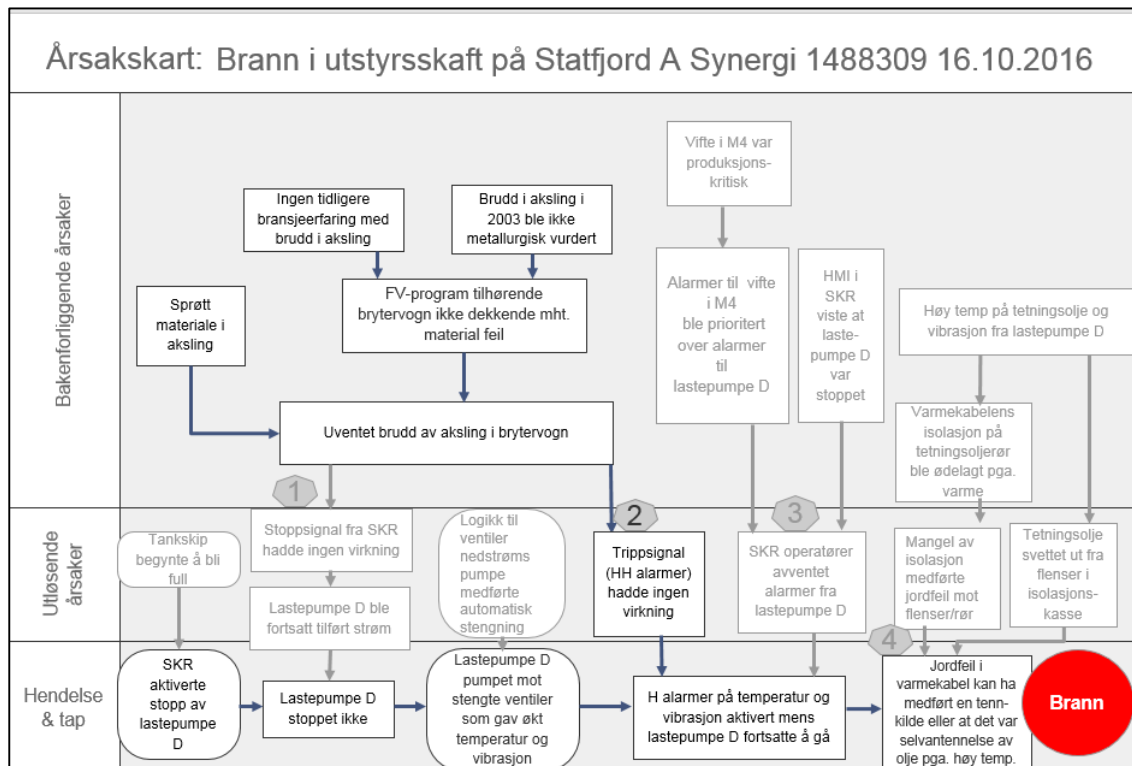
Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

Årsak	Beskrivelse	Virkning
	<p>akslingens fjær oppspenning, se bilde under;</p>  <p>Se <b>App C</b> for nærmere beskrivelse av den materialtekniske undersøkelsen.</p>	
FV-program tilhørende brytervogn ikke dekkende mht. material feil	<p>Oppfølging av de mekaniske påkjenninger relatert til akslingene i brytervognene har ikke vært en del av det forebyggende vedlikeholdsprogrammet.</p> <p>Vedlikeholdsprogrammet til brytervognene i SAP er etablert på anbefalinger fra Siemens</p>	Uventet brudd av aksling i brytervogn
Ingen tidligere bransjeerfaring med brudd i aksling	<p>Siemens har bekreftet at de ikke har noen erfaring fra denne type hendelse med akslingsbrudd i brytervogn tilhørende 13.8 kV effektbrytere 3AB-ANS1/1250-1000.</p> <p>Se <b>App D</b> for nærmere beskrivelse</p>	FV-program tilhørende brytervogn ikke dekkende mht. material feil
Brudd i aksling i 2003 ble ikke metallurgisk vurdert	<p>SFA hadde en identisk hendelse på akslingen i brytervognen til lastepumpe A. Bruddet var lokalisert på samme punkt som bruddet på akslingen til lastepumpe D.</p> <p>Hendelsen er registrert i Synergi 211207. Ut fra det granskingsgruppen har funnet ut, ble det ikke iverksatt noen aksjoner på å finne årsaken til selve bruddet den gang.</p> <p>Dersom årsakene til akslingsbruddet i 2003 var blitt undersøkt nærmere, ville en mest sannsynlig ha blitt klar over at den valgte materialkvaliteten til akslingene ikke var god. Dersom en materialteknisk undersøkelse hadde blitt utført ville Statfjord funnet en annen løsning i 2003 og aktuell hendelse ville mest sannsynlig vært unngått.</p>	FV-program tilhørende brytervogn ikke dekkende mht. material feil

## 7.2 Årsaker knyttet til «HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå» Årsakstråd 2

Da SKR aktiverte stopp av lastepumpe D medførte den automatiske logikken til lastepumpen at ventilene nedstrøms lastepumpe; HV3058 og miniflow-ventil FV 3004 gikk til stengt posisjon. Dette medførte at lastpumpe D pumpet mot stengte ventiler som gav økt temperatur både i oljen og pumpehuset til lastepumpen, se **App F**.



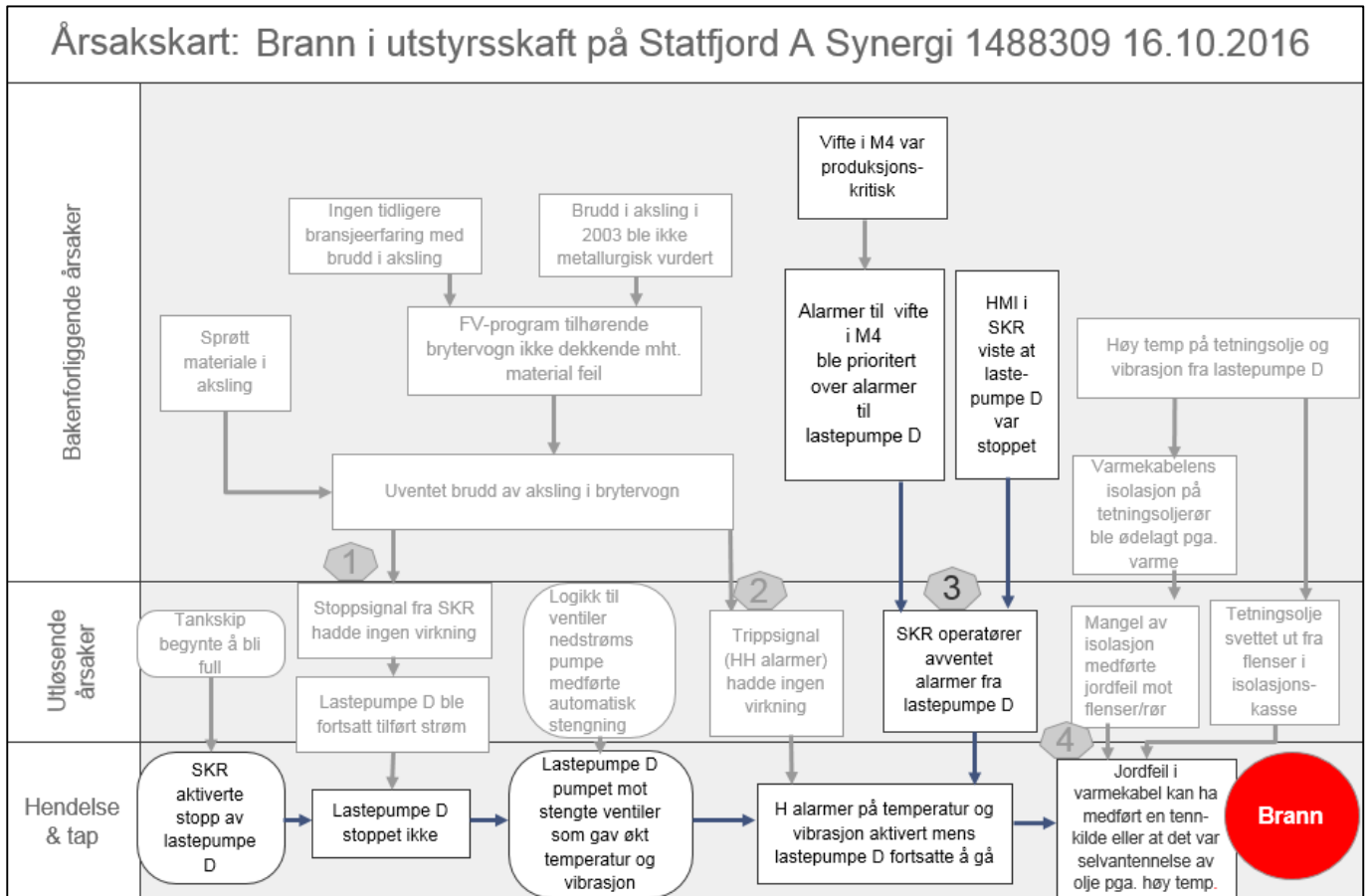
**Figur 7-3 Viser årsakskart til «HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå» Årsakstråd 2**

**Tabell 7- 2 Utløsende og bakenforliggende årsaker til «HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå» Årsakstråd 2**

Årsak	Beskrivelse	Virkning
<b>Utløsende årsak/Handling</b>		
Trippsignal (HH alarmer) hadde ingen virkning.	Trippsignal tilhørende temperatur og vibrasjon vises ikke på HMI i SKR. Signalene går direkte til brytervogn	HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå.
<b>Bakenforliggende årsaker</b>		
Uventet brudd av aksling i brytervogn	Da akslingen var gått til brudd var det ikke mulig for denne å koble fra strømmen til lastepumpe D.	Trippsignal (HH alarmer) hadde ingen virkninger
Sprøtt materiale	Se forklaring på samme bakenforliggende årsak i tabell 7.1 under kapittel 7.1 – Sprøtt materiale.	Uventet brudd av aksling i brytervogn



### 7.3 Årsaker knyttet til «HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå» Årsakstråd 3



Figur 7-4 Viser årsakskart til «HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå» Årsakstråd 3


Klassifisering: Intern

Status: Endelig

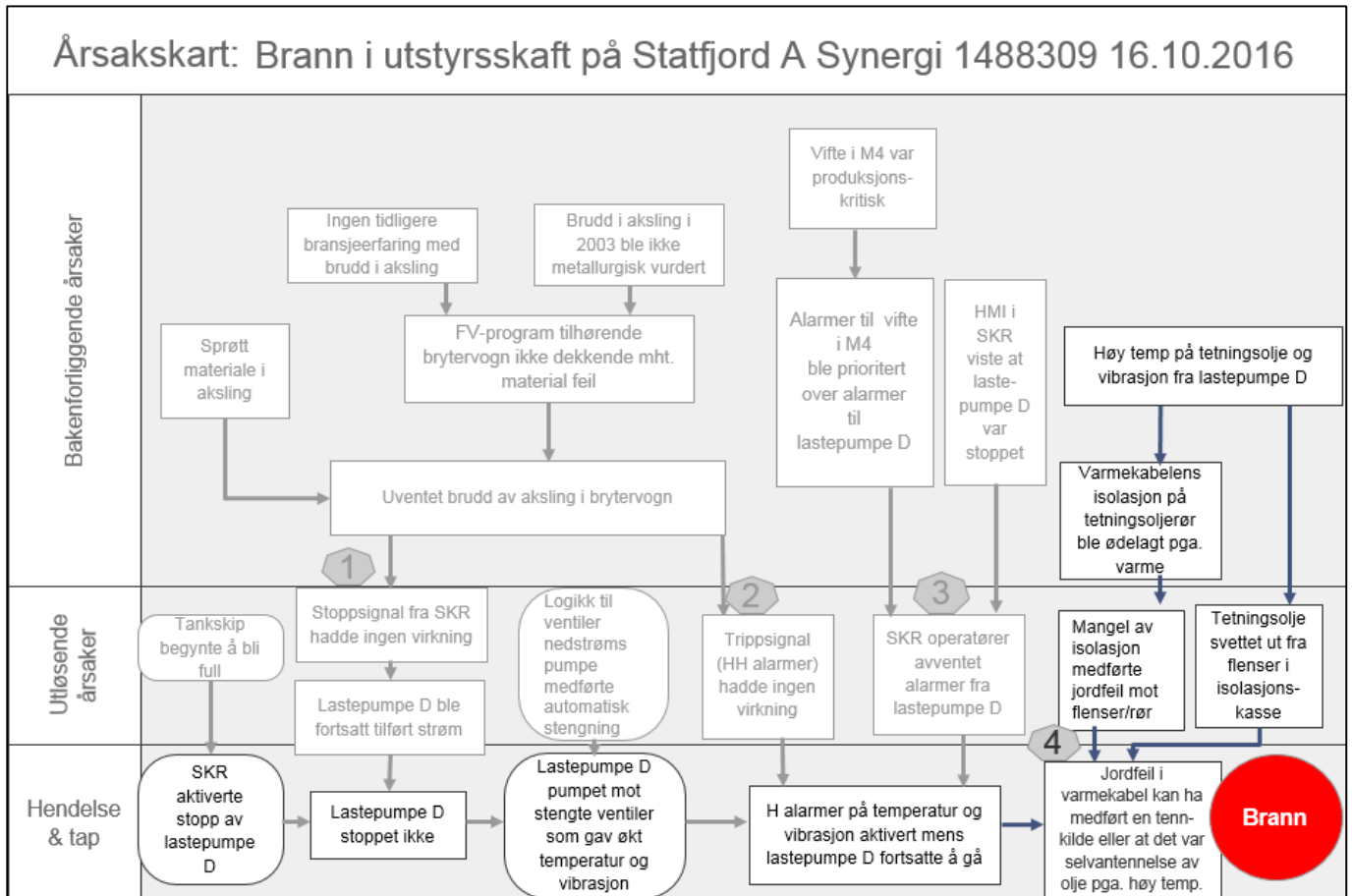
Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

**Tabell 7- 3 Utløsende og bakenforliggende årsaker til «HH alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå» Årsakstråd 3**

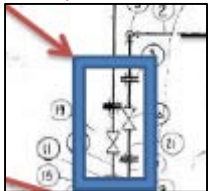
Årsak	Beskrivelse	Virkning
<b>Utløsende årsak/Handling</b>		
SKR operatører avventet alarmer fra lastepumpe D.	Når SKR stopper lastepumpene er det ikke uvanlig at det kommer inn en del alarmer. SKR hadde derfor fokus på alarmer tilknyttet ventilasjonsviften i M4.	H alarmer på temperatur og vibrasjon aktivert mens lastepumpe D fortsatte å gå.
<b>Bakenforliggende årsaker</b>		
Alarmer til vifte i M4 ble prioritert over alarmer til lastepumpe D	SKR ville unngå tripp av gassturbin til kompressor og dermed unngå produksjonsnedstenging.	SKR operatører avventet alarmer fra lastepumpe D.
Vifte i M4 var produksjonskritisk.	Ventilasjonsviften i M4 kom i «ulage» pga. av forstyrrelser på strømmettet da akslingen i brytervogn gikk til brudd. Dersom temperaturen i turbinhooden hadde steget ytterligere var det fare for stopp av produksjon.	Alarmer til vifte i M4 ble prioritert over alarmer til lastepumpe D.
HMI i SKR viste at laste-pumpe D var stoppet.	I og med at de hadde stoppet lastepumpe D ble alarmene nedprioritert. Utklipp viser HMI med lastepumpe D i stengt posisjon.  Det kom inn en Høy alarm på lastepumpe C. Denne ble det ingen aksjon på fra SKR sin side, da lastepumpe C fortsatt var i drift. Denne var feiltagget i PCDA og tilhørte lastepumpe D.	SKR operatører avventet alarmer fra lastepumpe D.

### 7.4 Årsaker knyttet til «Jordfeil i varmekabel kan ha medført en tennkilde eller at det var selvantennelse av olje pga. høy temp.» Årsakstråd 4



Figur 7-5 Viser årsakskart til «Jordfeil i varmekabel kan ha medført en tennkilde eller at det var selvantennelse av olje pga. høy temperatur» Årsakstråd 4

Tabell 7- 4 Utløsende og bakenforliggende årsaker til «Jordfeil i varmekabel kan ha medført en tennkilde eller at det var selvantennelse av olje pga. høy temperatur» Årsakstråd 4.


Årsak	Beskrivelse	Virkning
<b>Utløsende årsak/Handling</b>		
Mangel av isolasjon medførte jordfeil mot flenser/rør	<p>Varme ødela varmekabelens isolasjon. Dette sammen med noe vibrasjon, medførte at det ble metallisk kontakt mellom varmekabelen og rør/flenser. Dette medførte at det kan ha oppstått en gnist inne i isolasjonskassen.</p>  <p>Se figur til venstre hvor isolasjonskassen er vist i blå ramme.</p>	Jordfeil i varmekabel kan ha medført en tennkilde eller at det var selvantennelse av olje pga. høy temperatur.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A


Årsak	Beskrivelse	Virkning
	Mulig årsak til antenning: Kortslutning av varmekabel medførte gnistdannelse som har antent teningsolje; eller det har oppstått varmeutvikling grunnet kortslutningen som har gitt temperatur over selvantennelsestemperatur (AIT) for teningsolje.	
Tetningsolje svettet ut fra flenser i isolasjonskasse	Det er fire flenser inne i isolasjonskassen. På grunn av vibrasjon og høy temperatur oppsto det svetting av tetningsolje fra en eller flere av flensene.	Jordfeil i varmekabel kan ha medført en tennkilde eller at det var selvantennelse av olje pga. høy temperatur.
Bakenforliggende årsaker		
Varmekabelens isolasjon på tetningsoljerør ble ødelagt av varme	<p>Varmekabelen stod med spenning på og varmekabelens isolasjon smeltet. De to kobberlederne med 230 volts spenning, fikk direkte kontakt med flensene eller røret. Dette medførte jordfeil og mulig gnist før varmekabelen ble utkoblet av jordfeilvernet (bekreftet fra elektro SFA).</p> <p><b>Bilde1</b> viser aktuell isolasjonskasse etter brannen men før den ble åpnet. Bildet viser at «bunnen» av isolasjonskassen er intakt, mens det kan observeres «dråper av smeltet» metall langs bakre kant. Metallet som er en aluminiumslegering, ble sendt til Rotvoll Material for sjekk av smeltepunkt, ref. <b>App C</b>. Smeltepunktet er på ca. 630 °C.</p> 	Mangel av isolasjon medførte jordfeil mot flenser/rør
	Bilde 1 over: Uåpnet isolasjonskasse.	

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

Årsak	Beskrivelse	Virkning
	<p>Bilde 2 under viser tetningsoljerør med ventil og flens samt rester av varmekabel etter brannen. Selve isolasjonen inne i isolasjonskassen er ikke brennbar. Den var helt «forkullet» etter brannen, og ble fjernet fra isolasjonskassen før bildet ble tatt. Isolasjonskassen hadde tydelige brannskader på bakre del, og hele «ryggen» var flerret av.</p>  <p>Bilde 2: (til venstre) viser tetningsolje ventil, flens og resten av varmekabel i isolasjonskasse etter brannen, til venstre for ratt og flens.</p>	
Høy temp på tetningsolje og vibrasjon fra lastepumpe D.	På grunn av høy temperatur ble isolasjonen tilhørende varmekabel smeltet.	Varmekabelens isolasjon på tetningsoljerør ble ødelagt pga. varme.
Høy temp på tetningsolje og vibrasjon fra lastepumpe D	Normalt holder de fire flensene helt tett når temperaturen på tetningsoljen er under 40 °C. Temperaturen på oljen steg kontinuerlig mens pumpen gikk. Dette medførte at temperaturen på tetningsoljen steg tilvarende. Dette sammen med økte vibrasjoner gjorde at en eller flere flenser i isolasjonskassen, begynte å svette varm olje ut i isolasjonsmaterialet inne i isolasjonskassen.	Tetningsolje svettet ut fra flenser i isolasjonskasse.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## 7.5 Årsaker knyttet til beredskap

Granskingsgruppens inntrykk er at beredskapssituasjonen i hovedsak ble godt gjennomført. Vi vil imidlertid likevel peke på to forhold:

### **Overføring av flammedetektorer og sen utløsning av overrislingsanlegg**

I forbindelse med hendelsen ble to aktive flammedetektorer i US68m overført fra SKR på forskjellige tidspunkt. Ved overføring av flammedetektorer ble automatisk utløsning av overrislingsanlegget hindret. Dette forsinket utløsningen av vann og skum i US68m med ca. 6 minutter da dette ble besluttet manuelt aktivert av beredskapsledelsen. Dette hadde etter granskingsgruppen vurdering en liten påvirkning i forbindelse med denne hendelsen, men i en annen setting kunne det ha hatt en større påvirkning.

Kl.08:17 ble flammedetektor FD-002 løst ut. Det var i tillegg personell i utstyrsskiftet som observerte og meldte tilbake om røyk i US68m. Dette burde være en klar indikasjon på at det var nødvendig å starte bekjempelse av situasjonen. Kl. 08.30.26 ble ESD 2 manuelt utløst fra SKR. Dette var før flammedetektor FD-005 (nr.2) ble aktivert kl. 08.34.28. Overrislingsanlegget ble først manuelt startet kl. 08.40.53, dvs. ca. 23 minutter etter at første flammedetektor var løst ut og ca. 6 minutter etter at det kunne ha vært løst ut automatisk av aktivering av flammedetektor FD-005.

### **FA elektro ble ikke konsultert før skifte av generatorer**

Som beskrevet i kap 5. tabell 5.2 fra tidspunkt kl. 08:42 ble Hovedgenerator C aktivert og koblet til nettet fra SKR mens to elektrikere befant seg i tavlerommet.

SKR operatører og områdeansvarlig for LKR har fullmakt (lov til) å starte/stoppe generatorer under «normale driftsforhold» ref. beskrivelse i kap. 4.2.1. Da situasjonen i denne konteksten ikke kan anses som «normal driftssituasjon» og SKR operatører eller områdeansvarlig ikke har tilsvarende kunnskap om strømmettet på SFA som FA elektro, skulle de ut fra det situasjonsbildet, ha konferert FA elektro (bemyndiget elektro person SFA) før de besluttet omlegging fra generator A til generator C.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## 7.6 Årsaker knyttet til ledelse og styring

### 7.6.1 Levetidsforlengelse

SFA søkte i 2007 om forlenget teknisk levetid til 2027 med en økonomisk levetid til først 2012 - senere til 2016.

I forbindelse med ny vurdering av forlenget økonomisk levetid til 2020, utførte AI en gjennomgang av utstyr, systemer og tekniske sikkerhetsbarrierer på plattformen. Disse vurderingene er beskrevet i dokumentet AP-ZZ-Z-RE-004, se ref. /6/.

Dokumentet konkluderer med at det generelt antas at levetiden på elektrisk utstyr er mindre enn 25-30 år og at 13,8 kV effektbrytere må følges opp med tanke på feilrate og reservedeler.

Brytervognene var på dette tidspunkt 35 år gammelt (2013) og uttrykket «feilrate» er ikke en definisjon som har vært benyttet innenfor elektrovedlikeholdet og det har tidligere ikke vært noe spesielt fokus mot de mekaniske delene som inngår i en elektrisk enhet. Granskingsgruppen kan ikke se at det i praksis er lagt opp til noen spesiell oppfølging av feilrate eller endring i FV-program for denne type utstyr.

Ut fra det granskingsgruppen har kjennskap til så hadde ikke Statoil etablert noen arbeidsprosess med hensyn til levetidsvurdering av plattformer før AP-ZZ-Z-RE-004 var utarbeidet. I 2014 ble arbeidsprosessen OM104.109 - Etabler og oppdater teknisk levetidsplan – Upstream offshore implementert i ARIS med gyldighet for Statfjord fra oktober 2015. Prosessen sier at det skal etableres en teknisk levetidsplan for alt utstyr og at denne planen skal da være et fundament med hensyn til levetidsforlengelser.

### 7.6.2 Oppfølging av tidligere hendelser

I 1988 ble det skrevet en rapport «Vurdering av 13,8 kV brytere på SFA» av Driftsteknisk sjef i Statoil. Her behandles risikoen for eksplosjon knyttet til «oljefattige» 13,8 kV effektbrytere i tavlerom på SFA, se ref. /5/.

Rapporten poengterer også at en kan forvente økende feilrate på brytervognene med økt alder.

Det var i 1988 kjent for SFA organisasjonen at det kunne forekomme feil på brytervognene. Blant annet henviser nevnte rapport til en alvorlig hendelse knyttet til brytervognene fra en gang før 1988. Denne hendelsen har ikke granskingsgruppen klart å fremskaffe dokumentasjon på.

1.mars 2003 gikk tilsvarende akslingen i brytervogn til lastepumpe A til brudd. Bruddet skjedde på samme punkt som på akslingen til lastepumpe D den 16.10.2016. HMI i SKR ved hendelsen i 2003 indikerte at lastepumpe A var stoppet.

Tilsvarende som i 2016 måtte de i 2003 legge den ene tavlehalvdel død ved hjelp av samleskinnebryteren for å få stoppet lastepumpe A. Lastepumpe A gikk den gang med 1 fase i 20-30 min (se notifikasjon 40243101 (40243133)). Synergi 211207 ble skrevet på denne hendelsen og det påpekes at denne situasjonen kunne forårsaket en brann i lastepumpe A. Det ble ikke utført noen nærmere undersøkelser av akslingsbruddet i 2003 og bruddet førte ikke til endringer av vedlikeholdsprogrammet.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## 8 Arbeidsprosesser, krav og barrierer

### 8.1 Arbeidsprosesser og krav

Kritiske oppgaver som bidro til hendelsen relateres i dette kapittelet til arbeidsprosesser i styringssystemet og andre relevante krav. Både avvik fra kravene og utilstrekkelige krav/ prosesser adresseres. Aktuelle krav er beskrevet i **Tabell 8-1**. Avvik er definert i henhold til ARIS som mangel på oppfyllelse av spesifiserte krav.

**Tabell 8-1 Status arbeidsprosesser og krav**

Nr.	Arbeidsprosess/ krav	Referanse til krav/ informasjonselement	Status	Årsaker
1	Vedlikeholdsstyring.	FV program	Oppfølging av teknisk tilstand på akslingen i brytervognen var ikke inkludert i vedlikeholdsprogrammet til brytervognene.	Se kap. 7.1.
2	Oppfølging av hendelser.	ARIS SF103	Ingen forebyggende aksjoner med hensyn til brudd av aksling i 2003	Ukjent
3	Levetidsforlengelse	OM104.109 Etabler og oppdater teknisk levetidsplan	Gyldig for Statfjord A, B og C oktober 2015	Se kap. 7.6.2



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## 8.2 Barrierer

En barriere er definert som en teknisk eller organisatorisk foranstaltning som kunne ha stanset hendelsesforløpet eller begrenset omfanget av hendelsen. Styringsforskriften § 5 stiller krav til at det skal etableres barrierer som reduserer sannsynligheten for at feil og ulykkessituasjoner utvikler seg og begrenser mulige skader og ulemper. Det skal være etablert krav til ytelse for de tekniske, operasjonelle og organisatoriske elementene som er nødvendige for at den enkelte barrieren skal være effektiv. Ytelseskravene skal være etterprøvbare. Barrieresvikt kan skyldes enten brutte, svake eller manglende barrierer.

I barriereanalysen inkluderes relevante risikoreduserende foranstaltninger, som er eller burde vært planlagt med ytelseskrav og oppfølging, og som retter seg mot å redusere sannsynlighet for eller omfang av hendelsen.

Brutte/Svake barrierer er barrierer som skulle/kunne ha stanset eller begrenset hendelsen dersom barrieren hadde fungert fullt ut. Det vil si at dersom svikt i barrieren ikke hadde inntruffet, så ville sannsynligvis heller ikke hendelsen eller konsekvensene ha skjedd.

Manglende barrierer er barrierer som ikke var etablert, men som kunne ha stanset eller begrenset hendelsen om de hadde vært tilstede.

Intakte barrierer er barrierer som virket som forutsatt og som dermed stoppet eller begrenset omfanget av hendelsen.

Vurdering av status for aktuelle barrierer er beskrevet i **Tabell 8-2**. se neste side.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

**Tabell 8-2 Barrierestatus**

Nr.	Barriereelement	Referanse til krav/ ytelsesstandard	Barrierestatus	Årsaker
1	Maskinbeskyttelse	Vibrasjon, temperatur og miniflow ventil.	Akslingsbrudd i brytervogn. <b>Brutt barriere</b>	Se kap.7.2
2	Branndeteksjon	TR1055.	Overbroing av flammedetektorer i SKR under reell hendelse. 2 stk. flammedetektorer ble overbroet i f m med hendelsen, uten at de ble satt tilbake i funksjon etter at det ble bekreftet flammer på nivå US68m. <b>Brutt barriere</b>	Se kap. 7.6
3	Overrislingsanlegg	TR1055	<b>Fungerende barriere</b>	
4	Nøddavstenging	TR1055	<b>Fungerende barriere</b>	
5	Drenering	TR1055	Denne barrieren har ikke hatt noen påvirkning på hendelsesforløpet. Ved tidligere utførte tester med overrislingsanlegget i området samt denne hendelsen viser det seg at det kommer væske ned på lavere nivåer <b>Svekket barriere</b>	Utestående aksjon fra tidligere brannvanns test i utstyrsskiftet.
6	Brannskille	TR1055	<b>Fungerende barriere</b>	

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## 9 Tilsvarende hendelser

Elektromiljøet i Statoil har regelmessig gjennomgang av elektriske hendelser i Synergi. Det har vært flere hendelser tilknyttet svikt i mekaniske deler i effektbrytere, men det er kun denne hendelse og understående som er direkte sammenlignbare. Stedlig representant for elektrosystemer på Statfjord feltet har vært i kontakt med Siemens og de har ingen kjennskap til tilsvarende hendelser i Siemens brytere.

Synergi nr. / Dato	Driftssted	Tittel	Likhetstrekk med aktuell hendelse
211207 2003	SFA	Feil på bryter i tavle 1 til lastepumpe A	Akselbrudd I starterskuff

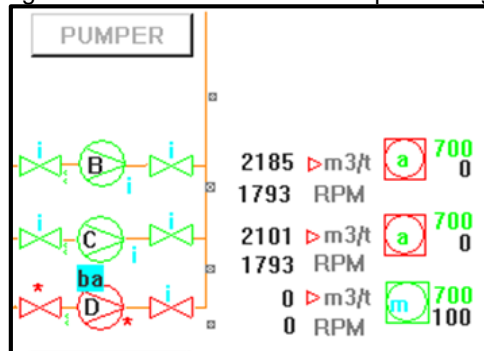
## 10 Anbefalinger for læring

Anbefalingene som er beskrevet i dette kapittelet er gitt med den hensikt å forebygge at tilsvarende hendelser skjer i fremtiden og bidra til generell forbedring av HMS-nivået. Anbefalingene tar derfor utgangspunkt i årsaksforholdene som har forårsaket hendelsen. Det gjøres oppmerksom på at det kan være andre relevante tiltak enn dem som er anbefalt i denne rapporten.

### 10.1 Umiddelbare tiltak utført etter hendelsen

Det er utført 9 umiddelbare tiltak etter hendelsen inntraff 16.10.2016. Det henvises til Synergi 1488309 for å se tilhørende dokumenter for hvert enkelt strakstiltak.

- Erfaringsmelding sendt til hele UPN.
- E-post sendt 20.10.2016 til Siemens fra Stedlig elektroansvarlig med informasjon om hendelsen på SFA og med forespørsel om Siemens Norge erfaring internasjonalt med denne type hendelse, se **App D**.
- Safety Alert sendt ut i UPN den 21.10.2016.
- HMS melding utgitt 21.10.2016.
- Brytervogner til lastepumpe B og C ble skiftet ut med ledige brytervogner i M16. Akslingene i disse brytervognene ble sjekket med ultralyd og penetrant. Penetrant vil blir utført på jevning basis frem til ny løsning er besluttet.
- HMI i SKR ble endret til å vise status for turtallet RPM) til lastepumpene rett etter hendelsen. Se figur 10-1. Tilsvarende ble utført på SFB og SFC rett etter hendelsen.



Figur 10-1 viser endret HMI skjerm med hensyn til om lastepumpene går eller er stoppet, samt turtall (RPM)

- H temperatur alarm som tilhørte lastepumpe D med var tagget mot lastepumpe C. Er rettet opp i PCDA.
- E-post sendt Ptil den 15.11.2016 fra VP Statfjord A, med en samlet oversikt over tiltak er etablert med hensyn styring og drift av lastepumpe B og C frem til ny løsning for problem «aksling» er avklart.
- Gjennomført forenklet HAZOP 17.11 for å ivareta teknisk integritet av brytervognene til lastepumpe B og C frem til permanent løsning er besluttet.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

## 10.2 Læring og anbefalinger

Læring og forbedringsbehov peker på hva granskingen har vist at bør forbedres eller forsterkes mens tiltakene er granskingsgruppens konkrete forslag til hvordan dette kan realiseres. Det gjøres oppmerksom på at det også kan være andre tiltak enn de som er beskrevet i nedenfor.

Tabell 10-1 Anbefalte tiltak

Nr.	Læring og forbedringsbehov	Begrunnelse/ Barriere-referanse	Anbefalte tiltak	Målgrupper
1	Erfaringsoverføring innen elektromiljøet med hensyn til bruk av gammelt elektro mekanisk utstyr.	Mulig det finnes tilsvarende brytervogner med aksling fra annen leverandør på noen av våre installasjoner. Akslinger har ikke blitt ivare tatt av det etablerte vedlikeholdsprogrammet for effektbrytere.	Gjennomgang av vedlikeholdsprogram for effektbrytere med tanke på mekaniske svakheter med utgangspunkt i Synergi 1488309. <ul style="list-style-type: none"><li>• Involvering av leverandør</li><li>• Involvering av andre fagdisipliner</li><li>• Inspeksjon/vedlikeholdsprogram</li></ul>	Fagleder elektro sikkerhet og drift.
2	Informere andre selskap innen offshorebransjen.	Erfaringsoverføring.	Informerer andre oljeselskaps på Norsk Sokkel.	Andre oljeselskaps på Norsk Sokkel.
3	Finne best mulig løsning med hensyn til både sikkerhet og økonomi vedrørende eksisterende brytervogner.	De oljefattige bryterkammerne er i utgangspunktet sikre og gode nok til å driftes videre. Brytermekanisme er det svake punkt.	Utrede hel eller delvis utskiftning av akslinger/brytere.	Statfjord A
4	Gjennomgang av HH alarm nivå (tripp) på noen av signalene til lastepumpene viser at differansen mellom H og HH er nærme hverandre.	Operatørene i SKR får svært liten tid til å vurdere/reagere når H alarmsignal oppstår, da HH alarmer vil komme opp rett etter. Dette kan medføre at pumpen tripper uten at det er nødvendig. Dersom det blir større avstand mellom H og HH signal vil operatører få et lengre tidsrom til å vurdere situasjonen.	Øke avstand mellom H og HH alarmer tilhørende lastepumpene, se <b>App H</b> .	Statfjord A, B, C
5	Alarmgrensene for viklingstemperaturene i EL-motorene tilhørende lastepumpene bør redusere.	Viklingstemperaturen skal normalt ligge under 100 grader og dette kan være et tiltak for å avverge jordfeil eller kortslutning i motorviklingen.	Redusere alarm og trippgrense for EL-motorenes viklingstemperatur i h t anbefalte temperaturer se <b>App H</b> .	Statfjord A, B, C

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

Nr.	Læring og forbedringsbehov	Begrunnelse/ Barriere-referanse	Anbefalte tiltak	Målgrupper
6	Endring av verninnstillinger på generatorer	Dette er en viktig barriere som også kan utnyttes til å redusere farepotensiale i fordelingsnett.	Verninnstillinger bør gjennomgås, og settes til lavere verdier der dette er mulig i forhold til regularitet.	Statfjord A
7	Forbedring av handlingsmønster i SKR i forbindelser reelle hendelser.	Ref. kap. 7.5.	Informere og trene på rett handlingsmønster i forbindelse ved forskjellige DFU' er.	Statfjord A
8	Avklare om elektro bør ha en annen rolle i enkelte beredskapssituasjoner enn dagens oppsett.	Med referanse til denne hendelsen ser granskningsgruppen at det var uheldig at elektro var tilkjent rolle som førstehjelpere. Dette fordi at dersom man hadde hatt en personskade ville elektro vært opptatt med personskaden og ikke kunnet gripe inn i hendelsen på den måte som ble gjort denne gang. De kunne da også hindret oppstart av generator C, ref. kap. 7.5.	Vurder om elektro skal ha en annen rolle i beredskapen på Statfjord A.	Statfjord A
9	På FPDS er det krysset av for varme detektor i området, noe som ikke er riktig. Det er kun 7 stk. IR flammedetektorer i dette området. Videre i C&E matrisen er flammedetektorene markert som UV, men er IR.	Fire Protection Data Sheet FPDS AP-DS-FX-0005.B3.	Korrigerer FPDS.	Statfjord A

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## 11 Forkortelser og begreper

AI	Anleggsintegritet
AIT	Selvantennelsestemperatur
API	American Petroleum Institute
ARL	Alarm Reaksjons Lag
FA	Fagansvarlig
FPDS	Fire Protection Data Sheet
HMI	Human Machine Interface
Impeller	Løpehjul inne i et pumpehus
LKR	Lokalt kontrollrom
Merkeeffekt	Dimensjonert ytelse
MVA	Mega Volt Amper – Tilsynelatende effekt
MW	Mega Watt: - Aktiv effekt
PCDA	Process Control and Data Acquisition
PLS	Plattformsjef
RPM	revolutions per minute/ omdreininger pr. minutt
SFA	Statfjord A
SKR	Sentralt Kontroll Rom
UPN	Undersøkelse Produksjon Norge
US68m	Utstyrsskaft på nivå 68 m

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## 12 Referanser

- /1/ OMC01 Utvikling og produksjon Norge (UPN) – Organisasjon, ledelse og styring, versjon 1.06
- /2/ SO00282, Final Ver-6, System EA-Elektrisk kraft og distribusjon – Systembeskrivelse; Statfjord A
- /3/ SO00210, Final Ver-3, System UB-WHRU (eksoskjele)
- /4/ TR1055 – App B Sikkerhetsstrategi Statfjord A, gyldig fra 2014-12-04
- /5/ Året 1988: Notat fra Driftsteknisk sjef Statoil til Sjef Sikkerhet Statoil med sak: Vurdering av 13.8 kV effektbrytere på Statfjord A.
- /6/ AP-ZZ-Z-RE-004. Dokumentet ligger i STID og er gyldig fra 15.11.2013
- /7/ GL0131 - Veiledning for estimering av lekkasjerate Versjon 2.03



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## **App A Intervjulist**

Plattformsjef Statfjord A

Drift og vedlikeholdsleder Statfjord A

SKR operatører Statfjord A

Områdeansvarlige Statfjord A

Elektrikere Statfjord A

Teknisk Systemansvarlige Statfjord A

Teknisk Fagansvarlige Statfjord A

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på  
Statfjord A

## App B Instruks Bemyndiget person – norsk sokkel Statoil og Nasjonale Lover og Forskrifter elektro.



### INSTRUKS BEMYNDET PERSON ELEKTRO – NORSK SOKKEL

#### Formål

Synliggjøre ansvarsområde og oppgaver for Bemyndiget person elektro ombord på sokkelinnretning.

#### Referanser

Forskrifter om utførelse av aktiviteter i petroleumsvirksomheten.

#### Delegering

Det er utpekt én ansvarshavende for elektriske anlegg for sokkelanlegg. Ansvarshavende elektro. Alle funksjoner som er tillagt Ansvarshavende elektro, kan delegeres.

Det skal til enhver tid være en Bemyndiget person elektro om bord på Innretningen som skal ivareta Ansvarshavende elektro sine oppgaver.

#### Gyldighetsområde

Gjelder for anlegg som angitt i sikkerhetskort.

#### Oppgaver

Bemyndiget person elektro skal:

- Påse at de elektriske installasjonene på Innretningen drives og vedlikeholdes i samsvar med forskriftene.
- Straks rapportere direkte til Stedlig representant / Ansvarshavende for elektriske anlegg om hendelser som vedrører sikkerhet, drift, vedlikehold og installasjon av elektriske anlegg. Dette gjelder for de anleggene som selskapet selv driver, såvel som for anlegg som drives og vedlikeholdes av en borenkontraktør eller andre, herunder også 3-parts utstyr.
- Kontrollere og godkjenne tilkobling/spenningssetting av elektrisk utstyr. Dette gjelder for bestående så vel som for nyanlegg og 3-parts utstyr.
- Godkjenne alt arbeid på Innretningens elektriske anlegg. Unntatt fra dette er arbeid på automatiseringssystemer og arbeid i elektriske anlegg innen borenkontraktors ansvarsområde hvor slik godkjenning ivaretas av borenkontraktors elektriker.
- Påse at nødvendige protokoller er etablert og at disse blir ført som forutsatt.
- Verifisere at andre som har driftsansvar for elektriske anlegg på Innretningen planlegger og gjennomfører arbeid i samsvar med gjeldende bestemmelser.
- Holde et arkiv med rødtrettet kopi eller papirkopi av "As built" for modifikasjoner og nyinstallasjoner for alle elektroanlegg inntil det elektroniske arkivet er oppdatert.
- Gjennom å være gitt koblingsmyndighet bestemme hvordan kraftnettet skal eller kan kobles.
- Påse at det gjennomføres trening i beredskapstjenester ifm. elektriske anlegg, f.eks. oppstart etter nødavstengning, sikring av nødkraft-systemene, brann som involverer elektriske anlegg, etc. Øvelsesplanen skal sikre detaljert kunnskap om betjeningsutrustningens lokalitet og funksjon. Slik trening skal gjennomføres minst én gang pr. oppholdsperiode. Gjennomførte øvelser skal registreres i Innretningens øvelsesbase.
- Påse at det er tilgjengelig prosedyre for oppstart av elektroanleggene etter en nødavstengning. Denne prosedyren skal omfatte opprettelse av kommunikasjon med beredskapsledelsen på Innretningen, papirkopi av tegningsunderlag og annen dokumentasjon nødvendig for fellsøking og oppstart, prosedyre for oppstart av UPS anlegg, prosedyre for å gjenopprette el-tilførsel til kontrollsystemene, prosedyre for oppstart av nødgeneratorer.

Som grunnlag for å vurdere kompetanse for personell som skal arbeide i elektriske anlegg, og gi godkjenninger i forhold til dette, nyttes kompetansestyringssystem eller sjekklister for lokal kjennskap.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

#### Nasjonale Lover og forskrifter:

- Ptil: Aktivitetsforskriften § 91 med veiledning
- Ptil: Aktivitetsforskriften KAP VI: Operasjonelle Forutsetninger for oppstart og bruk:  
§ 21 **Kompetanse:** punkt d) følgende forskrifter og retningslinjer brukes ved arbeid på **elektriske anlegg:**

punkt c) 059- Norsk olje og gass anbefalte retningslinjer for elektrofagarbeiders kompetanse:

Kap. 5 Kompetanse/ kap.5.1 Drift av elektriske anlegg: **Utførelse av drift av anlegg:**

«Person som utfører koplinger i anlegget uten å fysisk arbeide på anlegget:

Fjernoperering. Med dette menes inn- og utkopling fra for eksempel kontrollrom.

Kopling i tavle og avlåsing. Med dette menes utkopling, isolering (drift -> skille), låsing og loggføring, samt tilsvarende operasjoner for innkopling.

**Start/stopp av forbrukere betraktes ikke som kopling, dette kan for eksempel utføres av operatør i kontrollrom.»**

- El tilsynsloven : Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr § 2 og § 12
- DBS : Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektrisk anlegg og utstyr

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## **App C Materialteknisk undersøkelse av brukket stag fra brytervogn, SFA.**

Brukket aksling i brytervogn ble sendt til materialteknisk undersøkelse hos Statoils Materialavdeling på Rotvoll i Trondheim. Det ble sendt to akslinger til materialavdelingen; akslingen tilhørende lastepumpe D som gikk til brudd, og en intakt aksling (visuelt sett helt OK aksling) fra lastepumpe B eller C, for å se hvilken status denne hadde metallurgisk til sammenligning med akslingen som hadde gått til brudd.

Edelig rapport ble mottatt 4.11.2016 og vi hadde en felles gjennomgang fra Materialteknisk med medlemmene av granskingsgruppen og oppdragsgivers representant den 7.11.2016.

Rapporten ble også videresendt aktuelle personer hos Ptil og politi.

Rapporten er i sin hel lagt ved i dette vedlegget.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A



MAT-2016126

## Materialteknisk undersøkelse av brukket stag fra brytervogn, SFA

Materialavdelingen, Trondheim (FT MMT MI)

Classification: Internal

3 november 2016

© Statoil ASA

**Rapport nr.:**

**MAT-2016126**

**Tittel:**

**Materialteknisk undersøkelse av brukket  
stag fra brytervogn, SFA**

**Utført av:**

Inge Morten Kulbotten og Lene A. Marken

**Kvalitetssikret av:**

Gisle Rørvik

**Oppdragsnummer:**

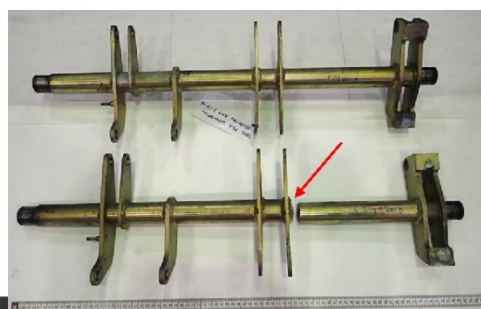
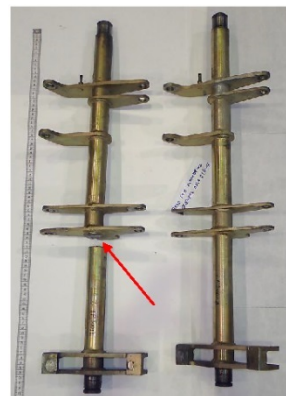
LAB-2016149

## Bakgrunn

- Den 16.10.2016 oppstod røykutvikling fra lastepumpe i utstyrsskaftet på Statfjord A, ref. Synergi nr. 1488309. Produksjonen ble stengt ned og delvis trykavlaset, og plattformen delvis evakuert.
- Som følge av potensialet i hendelsen ble granskning på konsernivå iverksatt.
- Røykutviklingen er antatt å være assosiert med brudd i et stag i en elektrisk brytervogn, og materialavdelingen i Trondheim har i den forbindelse bistått granskningsgruppen med materialtekniske undersøkelser for å avdekke årsak(er) til det oppståtte bruddet.
- I tillegg til havarert/brukket stag, er også tilsvarende stag med NDT-indikasjoner mottatt for undersøkelser, i den hensikt å verifisere funnene som er avdekket med ultralyd.
- I uke 44 ble i tillegg nedsmeltet materiale fra isolasjons-/instrumentkasse mottatt på laboratoriet i den hensikt å verifisere materialkvalitet, og estimere ved hvilken temperatur materialet har smeltet.

## Mottatt materiale

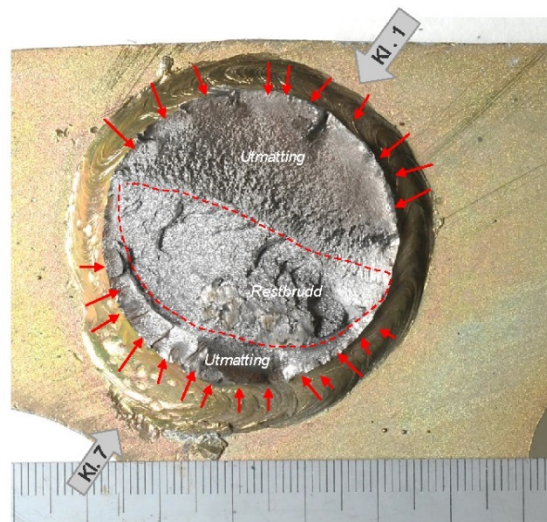
- To stag er mottatt i uke 43 for undersøkelse, som vist i fotos til høyre:
  - Havarert stag; brudd i posisjon nær sveis (angitt med → i oversiktsfotos)
  - Intakt stag; indikasjoner er opplyst å være påvist med ultralyd. Staget var imidlertid ikke merket med lokasjon for NDT-funn.
  - Materialsertifikater/-spesifikasjon foreligger ikke; det er opplyst at brytervognen er tilvirket ca. 1975.
- Nedsmeltet materiale fra isolasjons-/instrumentkasse ble mottatt i uke 44, se foto til venstre under.



## Undersøkelser av havareert stag

### Visuelle undersøkelser

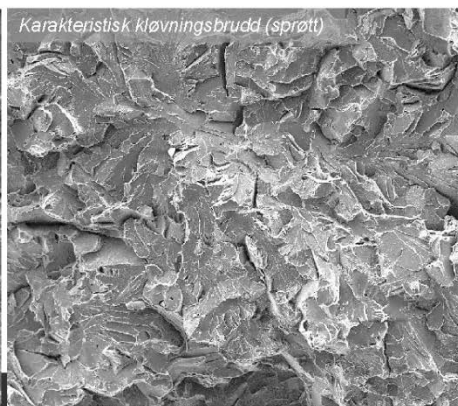
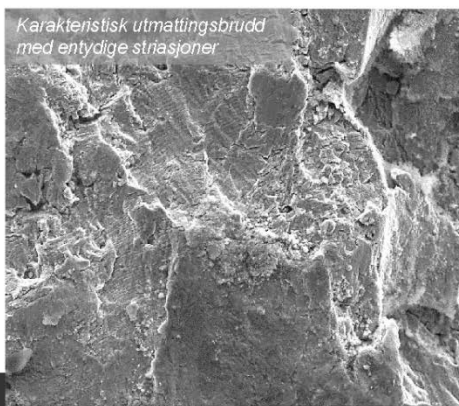
- Bruddet har oppstått i nær tilknytning til sveis. «Tannmerker» langs sveisetåa i to diametralt motstående områder tyder på flerfoldig, kjervsturt sprekkinitering. Disse to sprekksone er forenelige med tosidig utmatting, typisk for tosidig bøyebelastning.
- En forholdsvis stor andel av bruddflaten (~ 40 %) representerer restbruddet (pga. overbelastning), og fremstår å være av en sprø karakter (radielle linjer fra utmattingssone, og «glinsende» utseende).



Piler angir initieringsområder langs sveisetå. Klokkeposisjoner angir metallografisk tverrsnitt fra ca. 1 - 7. Klokkeposisjon 12 er tilfeldig valg å samsvare med rettkant på tverrgående plate/travers.

## Fraktografiske undersøkelser i SEM

- Bruddflaten er undersøkt ved høy forstørrelse i scanning elektronmikroskop for bestemmelse av bruddmorfologi.
- Undersøkelsen bekreftet de makrovisuelle trekkene:
  - Striasjoner som er entydige for utmatningsbrudd er påvist i de to diametralt motstående sprekksone (ref. foto på forrige side).
  - I restbruddområdet er bruddmorfologien bekreftet å være sprø ved tydelige kløvningsfasetter.
  - Representative eksempler er vist under.



10/25/2016 12:27:24 PM 11.6 mm 3,000 x ETO 50 µm StatOil Retool FEGSEM  
 10/25/2016 10:33:28 AM 11.6 mm 500 x ETO 300 µm StatOil Retool FEGSEM



## Andre materialtekniske undersøkelser

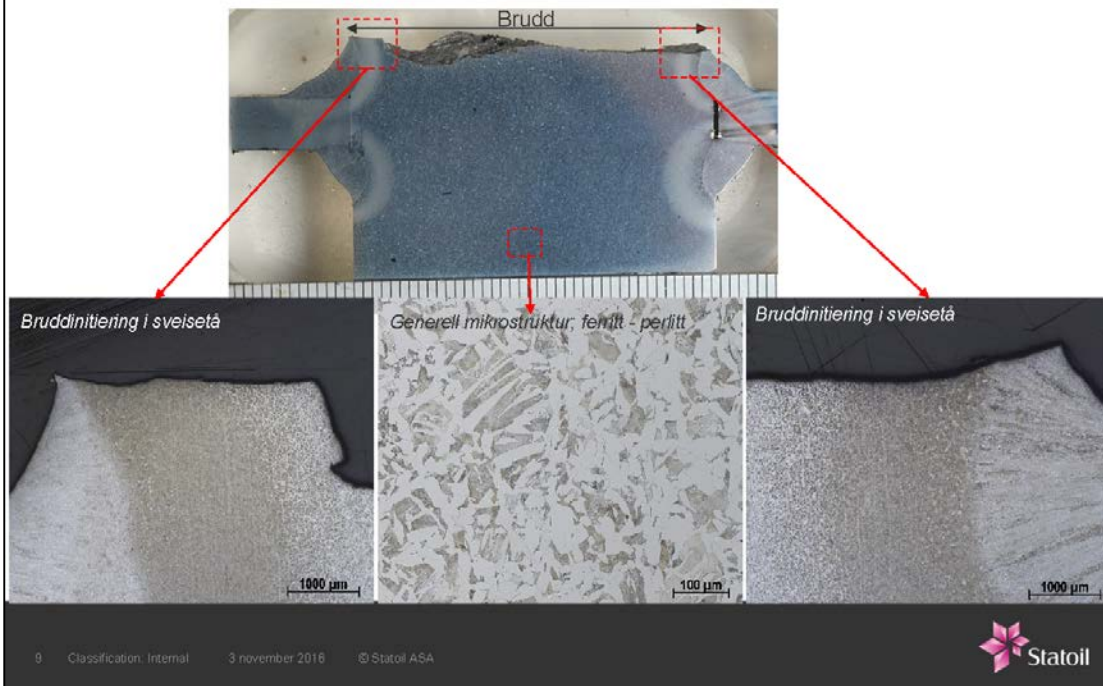
- Kjemisk analyse (OES; gnistspektrografi) har bekreftet at materialkvaliteten i staget er ulegert stål (karbonstål), se tabell under (wt%).
- Et metallografisk tværsnitt er tatt ut over den ene bruddhalvdelen (bruddprofil; ca. klokkeposisjon 1 – 7, ref. foto på side 6), og lysoptiske undersøkelser bekrefter bruddinitiering i tilknytning til sveisetå. Videre viser undersøkelsene at mikrostrukturen er ferritt – perlitt. Fotos på neste side viser representative eksempler.
- Materialets hardhet er målt vha. Vickers metode ( $HV_{10}$ ), og ligger på ca. 170 HV.
- 2 strekkstaver og ett sett Charpy-staver (3 stk) ble tatt ut fra staget for testing av mekaniske egenskaper i form av fasthet og slagseighet. Prøveuttak og resultater fra testingen er gjengitt på side 10.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
Stag	0.30	0.19	0.50	0.015	0.020	0.06	0.02	0.03	0.10

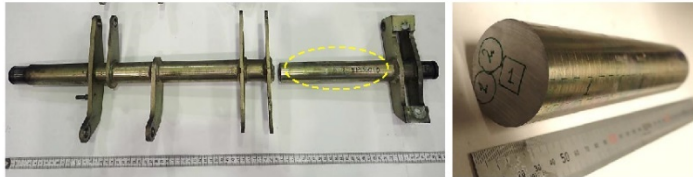




## Fotos – metallografiske undersøkelser



## Mekaniske egenskaper



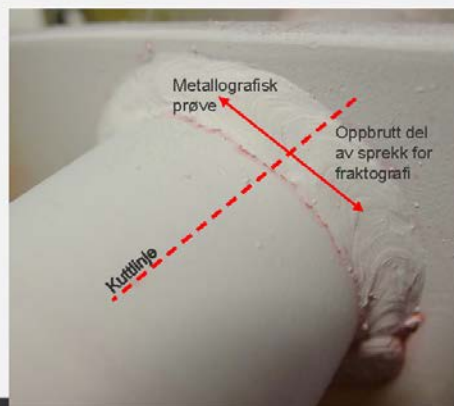
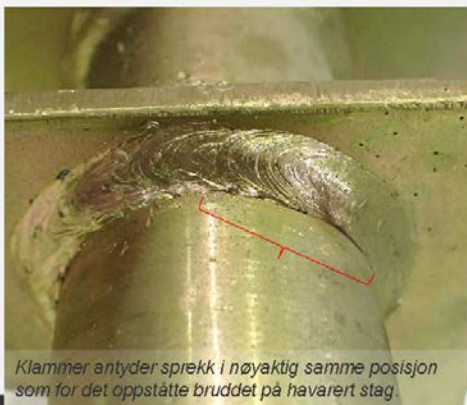
Fotos av prøveuttak; 2 sylindriske strekkstaver (Ø10mm) og 3 Charpy-staver (10x10x55mm)

	Prøve Nr	Flytegrense, $R_{p0.2}$ [MPa]	Strekfasthet, $R_m$ [MPa]	Forlengelse, $A_5$ [%]
<b>Fasthet</b>	1	354	550	29
	2	337	538	29
	Gj. Snitt	346	544	29
	Prøve Nr.	Slagseighet v/ romtemperatur (+20°C), [J]		
<b>Slagseighet</b>	1	23		
	2	40		
	3	35		
	Gj. Snitt	33		

## Undersøkelser av intakt stag

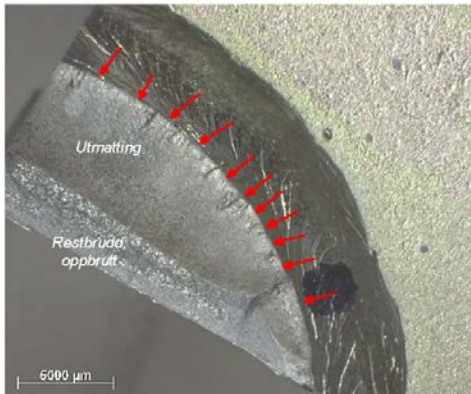
### Visuelle undersøkelser

- En mulig sprekk er synlig langs sveisetå i samme posisjon som det oppståtte bruddet på havarert stag, se foto til venstre. Forekomst og utbredelse ble bekreftet ved penetrantundersøkelse, se foto til høyre.
- Området med sprekken ble seksjonert for både fraktografisk og metallografisk undersøkelse. Et metallografisk tverrsnitt ble tatt i samme posisjon som for havarert stag (ca. kl. 1 -7); tilstøtende del av sprekken ble brutt opp for fraktografiske undersøkelser. Se side 13 og 14 for fraktografisk og metallografisk undersøkelse.

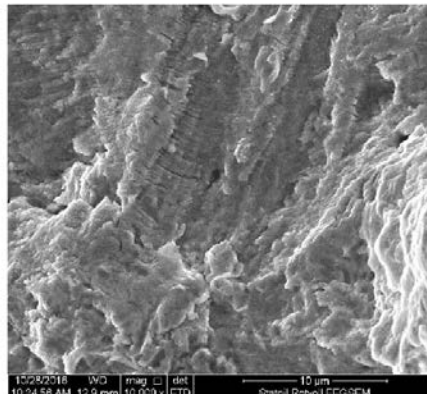


## Fraktografisk undersøkelse

- Den oppbrutte delen av sprekken påvist i ikke-havareert stag, viste tilsvarende makrografiske karakteristika som servicebruddet i det havareerte staget: «Tannmerker» langs sveisetå tyder på flerfoldig, kjervstyrt sprekkinitering, se foto til venstre. Dybden av sprekken er målt til ~ 5 mm.
- Undersøkelse i SEM bekreftet utmattingsmorfologi også for denne sprekken; påvist ved funn av entydige striasjoner, se eksempel til høyre.

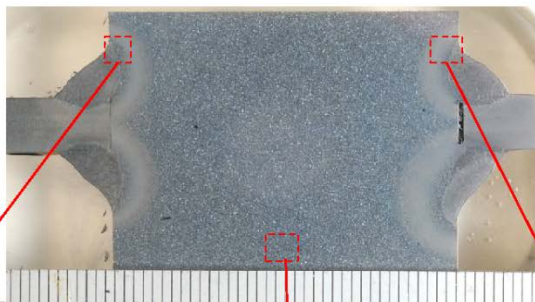


Piler angir initieringsområder langs sveisetå



Karakteristisk utmattingsbrudd med entydige striasjoner

## Metallografiske undersøkelse



- Metallografisk undersøkelse avdekket tosidig oppsprekking med initiering i sveisetå-området i tilsvarende posisjoner som for det havareerte staget.
- Mikrostrukturen er ferrittisk-perlittisk, som for det havareerte staget.



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## Undersøkelser av nedsmeltet isolasjons- / instrumentkasse

15 Classification: Internal 3 november 2016 © Statoil ASA



## PMI<sup>1)</sup> og vurdering av nedsmeltet materiale

- PMI med håndholdt XRF-utstyr (Niton XL3t GOLDD+) bekrefter at dette er en aluminiumslegering med ca. 99% Al.
- Sammenholdt med litteratur og leverandørinfo som oppgir typiske legeringer for slik «aluminium jacketing», vil legeringene AA-1100, AA-3003, AA-3101, AA-3105 eller AA-5005 være vanlige.
- Smeltetemperaturen til disse aluminiumslegeringene ligger i området 630 – 655° C.
- Med bakgrunn i dette kan det konkluderes med at temperaturen har vært høyere enn 630° C for å ha fått smeltet det mottatte materialet.

16 Classification: Internal 3 november 2016 © Statoil ASA



## Oppsummering

- Basert på foreliggende materialtekniske undersøkelser er det bevist at brudd i stag fra brytrevogn på SFA har oppstått som følge av utmatting.
  - Utmattingen har initiert langs sveisetå i to diametralt motstående områder, som indikerer reversibel bøyning.
  - Verken initiering eller videre sprekkvekst er funnet å være assosiert med materialfeil eller metallurgiske uregelmessigheter; flerfoldige initieringer langs sveisetå tyder på kjervstyrt utmatting.
  - Den «finstrierte» bruddflaten tyder videre på at utmattingen er forårsaket av et stort antall sykler/ belastninger (høysykel utmatting). Høysykel utmatting forårsakes typisk av vibrasjoner.
  - Det er opplyst om at bryter er operert (på – av) rundt 16.000 ganger, men dette antallet belastninger samsvarer ikke med den finstrierte bruddflaten. Det er imidlertid også opplyst om at staget ved av – påkobling vil kunne utsettes for ekstrasingninger/vibrasjoner – trolig som følge av fjæroppheng – hvilket betraktes å være en plausibel forklaring på det høye antallet striasjoner gjenspeilet i den finstrierte bruddflaten.
  - Andelen restbrudd er forholdsvis stort (~ 40 %), og er i hovedsak av en sprø karakter (kløvningsbrudd). Dette tyder på en ikke-optimal materialkvalitet, og gjenspeiler også de lave slagseighetsverdier oppnådd ved Charpy V-testing ved romtemperatur. Fasthetsdata som flytegrense og strekkfasthet er som forventet for den aktuelle stålkvaliteten med den gitte mikrostrukturen.
- Intakt stag med påviste NDT-indikasjoner er bekreftet å ha tilsvarende sprekker med lik bruddmorfologi i samme posisjoner som for havarent stag.
- Nedsmeltet materiale (aluminium) fra isolasjons-/instrumentkasse har vært utsatt for temperatur over 630° C.

## Anbefalinger

- Basert på de utførte materialtekniske undersøkelsene, anbefales det at tilsvarende stag med samme materialkvalitet, design og alder snarlig skiftes ut.
  - Havarent stag og stag med indikasjoner er vist å ha identisk lik skadeutvikling; tosidig, høysykel utmatting med kjervstyrt initiering fra sveisetå.
  - I og med at restbruddet er sprøtt (på grunn av dårlige seighetsegenskaper til stålet), vil det være problematisk å utsette utskifting av stag med utgangspunkt i antall start-/stopp. Avhengig av belastning vil et sprøbrudd kunne oppstå fra grunnere utmattingssprekker enn som observert for havarent stag.
  - I tillegg bør heller ikke slike stag friskmeldes med utgangspunkt i NDT-undersøkelser, da mesteparten av utmatningslevetiden kan være brukt opp. Allikevel vil en slik undersøkelse av aktuelt område kunne danne grunnlag for prioritering av utskifting.
  - I forbindelse med utskifting av stag bør et bedre design og en mer optimal materialkvalitet tilstrebes. Både sveisutførelse og –geometri kan forbedres / endres. Materialkvaliteten bør ha langt bedre seighetsegenskaper enn foreliggende stag ved omgivelsestemperatur.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

## App D Siemens Service rapport i f m haste utkall 20.10.2016

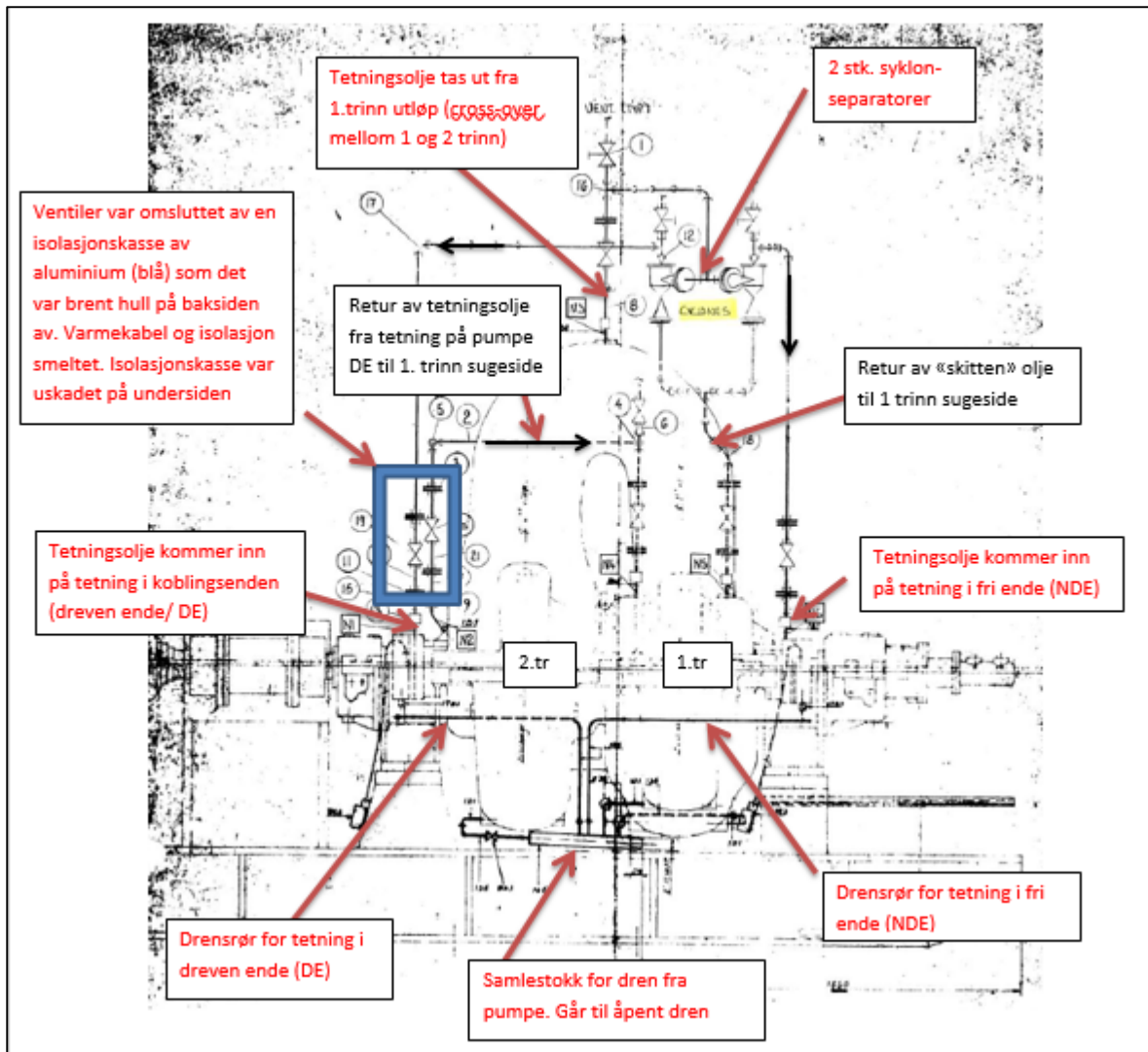
<b>SIEMENS</b>		Rapport
<b>Rapporten gjelder</b> Servicerapport Statfjord A (SFA). Sjekk/vurdere bryter til FP3001D. Statoil PO-4590026193		<b>Mottakere</b> Tore Vikingstad – Statoil <a href="mailto:tvik@statoil.com">tvik@statoil.com</a>  Odd Steinar Øygarden – Statoil <a href="mailto:odstoy@statoil.com">odstoy@statoil.com</a>
<b>Prosjekt/cak ref./arkivref.</b> 856298431-03		<b>Kopi for informasjon</b> Ole Kristian Silseth – Siemens Ole Erik Holm – Siemens Eirik Foss Harstad - Siemens
<b>Sted, dato</b> Tr.heim, den 23.10.16	<b>Utarbeidet av</b> Arne Hokstad	
<b>Kommentarer</b>		
<b>Hasteutkall til Statfjord A den 19.-21.10.2016 til befaring og sjekk av oljefylte effektbrytere etter hendelse med varmgang / brann i en lastepumpe 16.10.2016.</b>		
Undersøkelser etter hendelsen avdekket brudd i betjeningsaksling inne i effektbryteren som føder lastepumpa. Det er ikke funnet noen tegn på blokkering, tregheit i brytermekanismen eller fastbrenning av kontaktene som kunne forårsake akselbruddet.		
Statoil Drift på SFA har utført kontroll med ultralyd på de andre bryterne og har avdekket symptomer som kan føre til tretthetsbrudd på tre andre brytere som føder lastepumper. Svekkelsen som ble avdekket ligger på samme sted i akslingen som bruddet i den havareerte bryteren. Alle disse fire bryterne har et koblingstall på +8000. Ingen av de andre bryterne med lavere koblingstall, 2000-4000 viste symptomer på svekkelse.		
Da vi åpnet kontaktørerne viste det seg at kontakten i midtfasen var kraftig brent på grunn av lysbue, mens kontaktene i fase L1 og L3 var uskadd. Dette stemmer bra med stillingen på kontaktene etter akselbruddet. Fase L1 var korrekt utkoblet. Fase L2 var i en delvis midtstilling der det kunne oppstå en kortvarig lysbue. Fase L3 hadde ligget innkoblet hele tiden, ikke betjent på grunn av akselbruddet.		
Den knekte akslingen samt en av de andre med svekkelse er demontert fra bryterne og sendt i land av Statoil for videre undersøkelser der.		
Det ble bestemt å bygge om to brytere som har vært parkert som SPARE, med strømtransf. tilhørende de originale bryterne. Det var ikke utført revisjon disse to bryterne under siste runde i sept. 2016. Olje ble byttet, kontaktene kontrollert, og forbindelsene i hovedstrømvei ble rengjort og trukket med nytt moment. Begge bryterne er funksjonsprøvd i teststilling fra kontrollrom. Bryteren i felt +17 som føder FP3001C er nå testkjørt og alt fungerer som det skal. Dette er to felt med brytere som fortsatt får mange koblinger, så det anbefales å vurdere en oppgradering til nye vacuumbrytere på disse brytervognene. En slik oppgradering vil kunne utføres i Siemens sin fabrikk i Trondheim. Eksisterende vogn og kontaktfingre blir benyttet og den oppgraderte bryteren vil passe tilnærmet rett inn i eksisterende celle. Det eneste som muligens må korrigeres er utsparringer i høyspentdør for manuell betjening av effektbryter.		

Siemens er ikke kjent med at akslingsbrudd på tilsvarende brytere har vært tema andre steder i verden, men samtidig er det sjeldent at denne type oljefattige effektbrytere har slike koblingstall det her er snakk om.

Bekreftelse fra Siemens at de ikke er kjent med akslingsbrudd tidligere (utklipp fra e-post tilknyttet Servicerapporten).

I rapporten dere fikk fra oss tidligere (se vedlegg) sier vi bl.a. at Siemens ikke er kjent med slikt akslingsbrudd tidligere. Se siste avsnitt. Dette er opplysninger som er bekreftet fra vår ekspertise i Siemens Trondheim og i Siemens Tyskland.

## App E Oversikt hele tetningsoljesystemet til lastepumpene.



Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

## App F Pumpekurve

Defekt brytervogn i tavlerom i M16. Stoppsignal kom ikke fram. Pumpen ble dermed gående mot stengt ventil (nedstrøms). Miniflow ventil (FV-3004) stengte 20 sekund etter at pumpen fikk stoppsignal fra SKR. Logikken til miniflow-ventil ble endret rett etter hendelsen til å stå i åpen posisjon så lenge lastepumpen roterer mer enn 800RPM.

Effektforbruk ved null mengde (kjøring mot stengte ventiler) er ifølge pumpekurven fra fabrikktest 1405BHP, noe som tilsvarer ca. 1 MW. Denne effekten ble brukt til å varme mediet (råoljen).

Temperaturen på råoljen i pumpen gikk fra 36 deg C til 344 deg C på 50 minutt under hendelsen.

Flensforbindelsene til pumpehuset holdt tett. Integriteten ble ivaretatt. Dette selv om alle trippsignal ble neglisjert på grunn av defekt brytervogn i tavlerom.

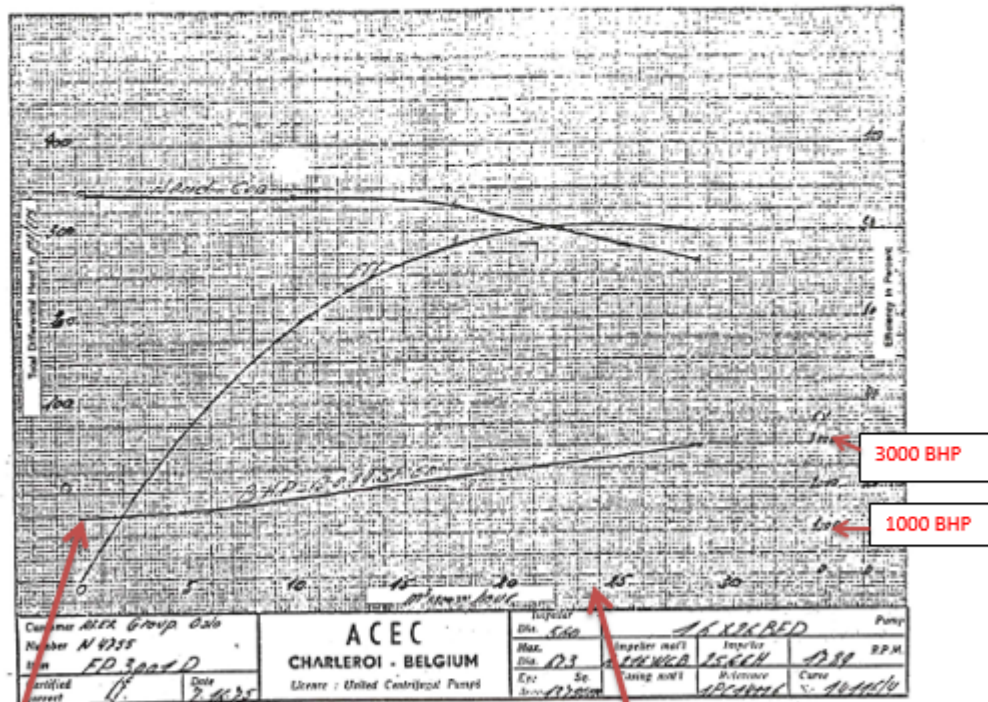


Fig.2 Pumpekurve

Effektforbruk ved 0 mengde. Er ca. 1400 BHP. Effektskala på høyre side av figur

x-akse viser mengde: 25 er lik 2500 m<sup>3</sup>/time



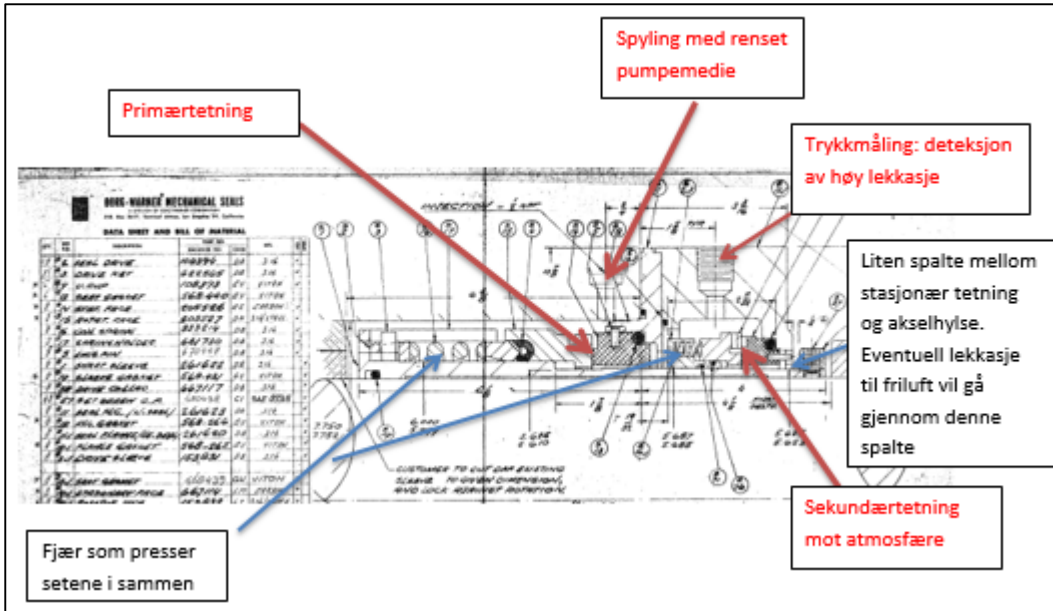
Klassifisering: Intern

Status: Endelig

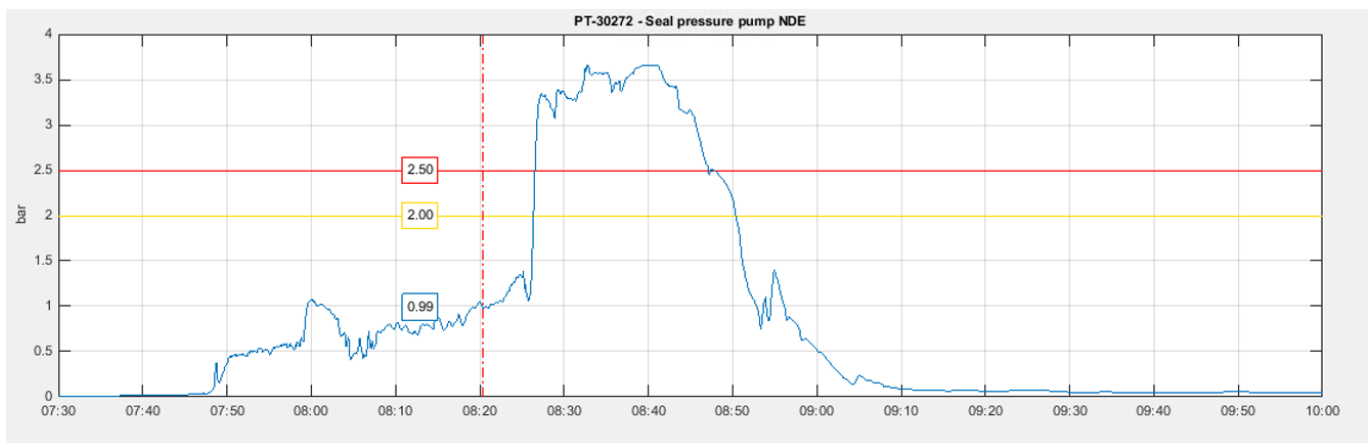
Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på Statfjord A

## App G Informasjon akseltetninger



Figuren over viser oversikt av akseltetningen med tilhørende utfyllende informasjon. Akseltetningens metalldele er i 316 SS. Stasjonære tetningsseter er i laget tungsten karbid. Roterende tetningsseter er laget i 316 SS. Mykdeler er laget i Viton (svart i fig.). Viton har normalt en tålegrense på 250 °C. Over denne temperaturen blir Viton stiv og hard og mister fleksibiliteten. Selv om Viton vil miste fleksibiliteten vil stålfjærene være aktiv. Alle Vitonpakningene er stasjonære (i ro) i forhold til tetteflaten.



Diagrammet over viser trykket i tetningen til den frie ende av pumpen økte raskt fra 1 til 3,5 bar. Dette gav økt oljelekkasje fra tetning til lukket avløp, parallelt med økt sannsynlighet for tetningsoljelekkasje til friluft (trau), se beskrivelse under kap.6.1.3/6.2.3. Lastepumpen D på dette tidspunktet sto i ro det vil si fikk ingen strømleveranse.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaff på  
Statfjord A

## App H Anbefalte nye tripp og alarmgrenser pumpe og EL-motor

Pumpe	Tag nr.	Alarmgrense	Trippgrense	Anbefalt grense
Utløpstemperatur pumpe	TE-3014A	45 C	50 C	80 C, tripp
Lagertemperatur pumpe	TE-3009/1	60 C	65 C	80 C, tripp
Lagertemperatur pumpe	TE-3009/2	60 C	65 C	80 C, tripp
Aksiallagertemperatur pumpe	TE-3009/3	60 C	65 C	80 C, tripp
Temperatur pumpehus	TE-3009/4	85 C	90 C	45 C, alarm
Tetningstrykk DE	PT-3027/1	2 bar	2,5 bar	OK
Tetningstrykk NDE	PT-3027/2	2 bar	2,5 bar	OK
Utløpstrykk pumpe	PT-30008		32.5 bar	OK
Innløpstrykk pumpe	PT-3007	0,85 bar	0,7 bar	OK
Smøreljetrykk	PT-3008	0,85 bar	0,7 bar	OK
Vibrasjon pumpe NDE	XX30033/4	100 µm	150 µm	OK
<b>ELEKTRISK MOTOR</b>	<b>Tag.nr.</b>	<b>Alarmgrense</b>	<b>Trippgrense</b>	<b>Anbefalt grense</b>
Vibrasjon pumpe DE	XX30031/2	100 µm	150 µm	OK
Vibrasjon motor NDE	XX30042 VEL	5 mm/s – RMS		OK
Aksialprobe motor NDE	XX30041	80µm	110 µm	OK
Vibrasjon motor DE	XX30042 VEL	5 mm/s – RMS		OK
Aksialprobe motor DE		80µm	110 µm	OK
Viklingstemperatur elektrisk motor	TE-3002-81	150 C	155 C	100 C, alarm
Viklingstemperatur elektrisk motor	TE-3002-82	150 C	155 C	100 C, alarm
Viklingstemperatur elektrisk motor	TE-3002-83	150 C	155 C	100 C, alarm
Viklingstemperatur elektrisk motor	TE-3002-84	150 C	155 C	100 C, alarm
Viklingstemperatur elektrisk motor	TE-3002-85	150 C	155 C	100 C, alarm
Viklingstemperatur elektrisk motor	TE-3002-86	150 C	155 C	100 C, alarm
Lagertemperatur elektrisk motor	TE-3008/1	65 C	70 C	80 C, tripp
Lagertemperatur elektrisk motor	TE-3008/2	65 C	70 C	80 C, tripp
«Cooling air»	TE-3008/3	50 C		OK
«Cold air»	TE-3008/4	50 C		OK
«Warm cooling air»	TE-3008/5	75 C		OK

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskift på  
Statfjord A

## App I TIMP (Technical Integrity Management Program)

### Tekniske sikkerhetsbarrierer

Tilstanden (integritet) på tekniske sikkerhetsbarrierene på SFA som har vært i bruk under hendelsen.

Instrumentert sikkerhetsfunksjon: Branneteksjonssystem (PS 7), karakter D  
Menneske maskin grensesnitt & alarm styring (PS 22), karakter B  
Åpen drenering (PS 5), karakter D  
Aktiv brannslukking (PS 9), karakter D

PS 7: Ref. TIMP: «Anlegget utfører sin tiltenkte funksjon basert på opprinnelig design. Karakter D er gitt grunnet mangler ved systemet som over tid vil kunne medføre svikt i enkelte sikkerhetsfunksjoner, redusert pålitelighet og områder med manglete deteksjon. TTS verifikasjon påpeker at det er brukt varmedetektorer isteden for flammedetektorer i kritiske områder. Dette fører til en lengre responstid for deteksjon og ukjent tilstand da disse ikke er selvsjekkende.»

Området som har vært berørt i denne hendelsen er utstyrt med 3x IR flammedetektorer og detektorutlegget er iht. gjeldende krav.

PS 22: Ref. TIMP «Alarm systemene er under kontinuerlig oppfølging med nødvendig verktøy. Vi er iht. krav.»

PS 5: Ref. TIMP «Flere observasjoner indikerer manglende dreneringskapasitet ved delugetest. Det er derfor viktig å ha høy fokus på dreneringssystemet ved delugetest, og viktig med dokumentasjon av kapasiteten. Åpne dreneringssystem skal ha kapasitet til å motta det maksimale utslipp av væske som kan forventes, inkludert full kapasitet av brannvannsystem det hvor dette anses nødvendig.»

Dårlig dreneringskapasitet ble også påvist under hendelsen. Sett i lys av hva som potensielt kunne ha skjedd ved en eventuell eskalering av brannen i US68m, så ville drenerings kapasitet ikke hatt noen påvirkning i negativ retning. Overstående «mangel» er derfor ikke tatt stilling til i f m med denne granskingen.

PS 9: Når overrislingsanlegget ble manuelt aktivisert har det fungert og sannsynligvis levert vann og skum iht. hydrauliske beregningsrapport.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskaft på  
Statfjord A

## App J Vurderinger av elektrotekniske forhold i forbindelse med svikt i effektbryter til lastepumpe D Statfjord A.

### Notat

Stjørdal, 02.12.2016

Til: Granskingsgruppen for hendelse på SFA

Fra: Arne Nossum, Statoil UPN OTE TI TCN EATN

Vurdering av elektrotekniske forhold i forbindelse med svikt i effektbryter til lastepumpe D på Statfjord A den 16.10.2016

### Innhold

<b>1</b>	<b>Generelle nettopplysninger .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Nettstatus før hendelse .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Hendelse .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Generatorstrøm og effekt.....</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Vern .....</b>	<b>8</b>
5.1	Vern i avgangsfelt 22 for lastepumpe D.....	8
5.2	Generatorvern for negative sequence .....	8
<b>6</b>	<b>Oljefattige brytere i hovedtavler .....</b>	<b>10</b>
6.1	Risiko ved bruk av oljefattige effektbrytere .....	10
6.2	Hovedtavler med oljefattige effektbrytere .....	12
<b>7</b>	<b>Vurdering av konsekvenser og materielle skader .....</b>	<b>13</b>
7.1	Mulige konsekvenser ved endrede små omstendigheter.....	13
7.2	Materielle skader på motor og effektbryter .....	13
<b>8</b>	<b>Anbefalte tiltak .....</b>	<b>14</b>

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

## 1 Generelle nettopplysninger

Det er installert 3 stk. gassturbindrevne hovedgeneratorer med 13,8 kV spenning og merkeeffekt på 27,06 MVA (23 MW) hver. To av disse (A og C) er operative. Hovedgeneratorene har følgende vernfunksjoner som kobler ut generatorbryter ved feil:

- overstrøm
- kortslutning
- jordfeil
- retureffekt
- negative phase sequence (usymmetri i nettet)
- overspenning
- differensialstrøm

Hovedtavlen er tredelt med en generator i hver seksjon. Alle effektbrytere i tavlen er fjernopererte "oljefattige brytere" av type SIEMENS 3AB-ANS1. Samleskinnebrytere i tavlen har brytekapasitet på 2500A, og alle øvrige effektbrytere har 1250A brytekapasitet. Nettet drives normalt med begge samleskinnebrytere lukket. Hovedtavlen har lysbuevakt som kobler ut generatorbrytere og samleskinnebrytere ved feil.

Fire sentrifugalpumper for oljelasting er plassert i utstyrsskafte, og drives av direktestartede firepolte asynkronmotorer med følgende nominelle verdier:

- akseffekt 2425 kW
- strøm 122,5A
- turtall 1780 RPM

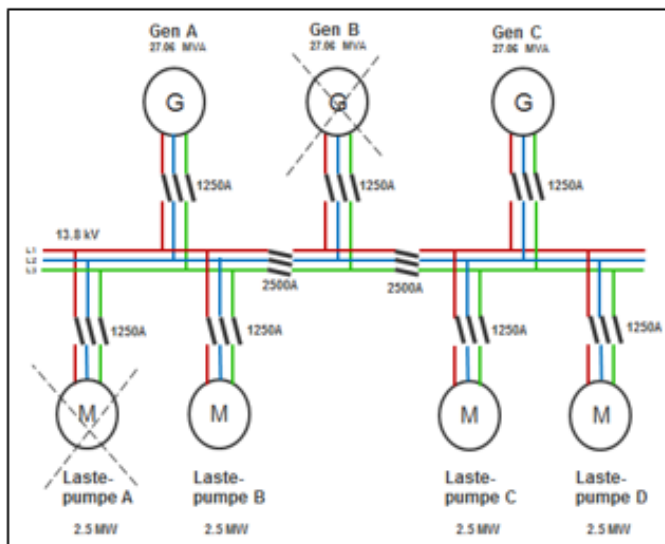


Fig 1.1: Hovedkraftfordeling for lastepumper på Statfjord A

## 2 Nettstatus før hendelse

Under lastning til båt, og før den utløsende hendelsen inntraff, forsynte generator A hele 13,8 kV tavlen med fordelingsnett på SFA. Belastningen var da ca. 15 MW. Under lastingen ble lastepumpe B, C og D benyttet. Hver av disse trekker ca. 2,4 MW aktiv effekt fra generatoren.

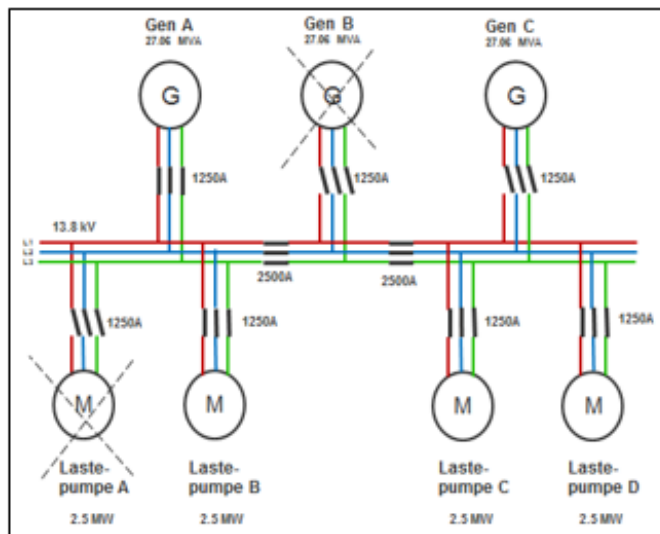


Fig 2.1: Nettstatus før hendelse på Statfjord A

## 3 Hendelse

For å trappe ned lasteraten, initieres det stopp av pumpe D fra SKR, og tilbakemelding fra effektbryter i tavlefelt 22 indikerer at pumpen er stoppet Kl.: 07:33:33.

Bryteren er forspent med fjærkraft for å koble bryteren raskt ut eller inn. Fjærkraften overføres via en felles aksling til et oljefyllt bryterkammer i hver fase.

Under bryteroperasjonen knekker denne akslingen som følge av utmatting og vibrasjoner i materialet. Dette resulterer i at kun en (L1) av de tre fasene (L1, L2 og L3) kobles ut. Den midterste fasen (L2) blir liggende delvis innkoblet slik at det blir dårlig kontakt i bryterens kontaktpoler. Den tredje fasen (L3) forblir innkoblet, og motoren fortsetter å gå med strøm i to faser (L2 og L3).

Brudd i en fase på en motor som er i drift vil medføre at strømmen i de to andre fasene øker med en faktor på  $\sqrt{3}$  dersom belastningsmomentet er uforandret.

I forbindelse med pumpens stoppsekvens stenges både utløpsventil og miniflow-ventil. Dette reduserer motorens belastningsmoment og ytelse til ca. 1000 kW ifølge datablad og pumpekurve. Ved normal 3-fasedrift vil dette tilsvare en motorstrøm på:

$$I = \frac{1000 \text{ kW}}{13,8 \text{ kV} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,9 + 0,95} = 49 \text{ A} \quad (0,05 \text{ pu})$$

Enfasedrift medfører at fasestrømmen øker med en faktor  $\sqrt{3}$ . Antar at både virkningsgrad og effektfaktor ( $\cos\phi$ ) reduseres til ca 0,8. Motoren vil få større sacking (lavere turtall), og dermed ca.10% mindre aktiv effekt.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

Man kan dermed anta at motorens strømtrekk i denne perioden har vært ca.:

$$I = \frac{900\text{kW}}{13,8\text{kV} \cdot 0,8 + 0,8} = 100\text{ A}$$

i fase L2 og L3, og 0 i fase L1.

Målinger av vikingstemperatur i motoren viser at temperaturen i de to innkoblede fasene forblir relativt uforandret etter fasebruddet. Dette underbygger teorien om at motorstrømmen har vært ca. 100 A i to faser.

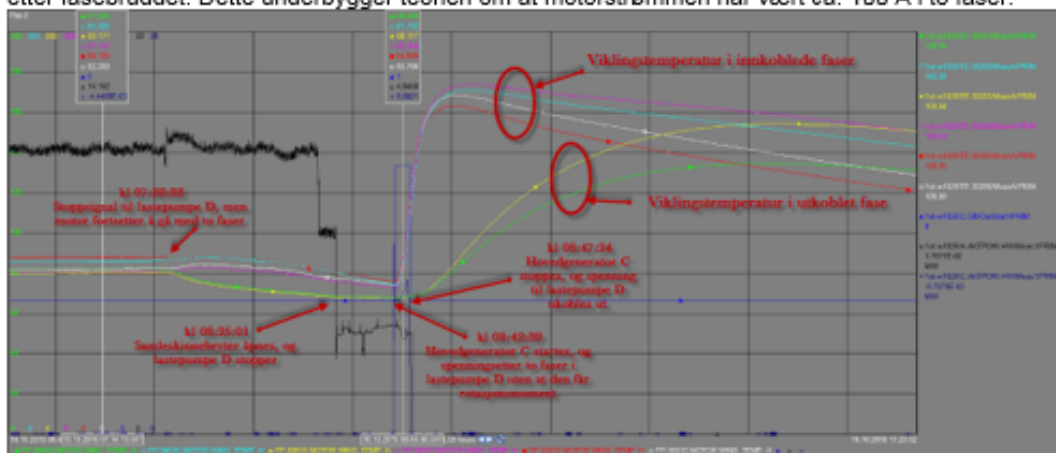


Fig 3.1: Vikingstemperaturer i motor for lastepumpe D

Skeivlast på generatoren medfører også at nettspenningen blir forstyrret, og dette har fått konsekvenser for andre forbrukere

For motor til ventilasjonsvifte for gasskompressor var det installert et nytt vern. Forstyrrelser i nettspenningen har medført at denne motoren trippet på grunn av negative sequence (usymmetriske strømmer) i motorstrømmen. UPS har også gitt alarm som følge av dårlig spenningskvalitet.

EI-motoren til lastepumpe D stoppes ved at samleskinnebryter 2 kobles ut manuelt kl. 08:25:01. Motoren har da gått i på to faser i ca. 52 min, men det er ikke grunn til å tro at den har blitt unormalt oppvarmet eller skadet av dette.

Det er også usikkert om det har vært lysbue i bryteren i den perioden motoren har gått med to faser.

Energien som er tilført pumpe i dette tidsrommet er ca.:

$$W = 900\text{kW} \cdot 52\text{min} \cdot 60\text{s/min} = 2808\text{ MJ} = 780\text{ kWh}$$

Kl. 08:42:39 startes generator C, og kobles inn på samme tavleseksjon som avgangsbryter til lastepumpe D.

Klassifisering: Intern

Status: Endelig

Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

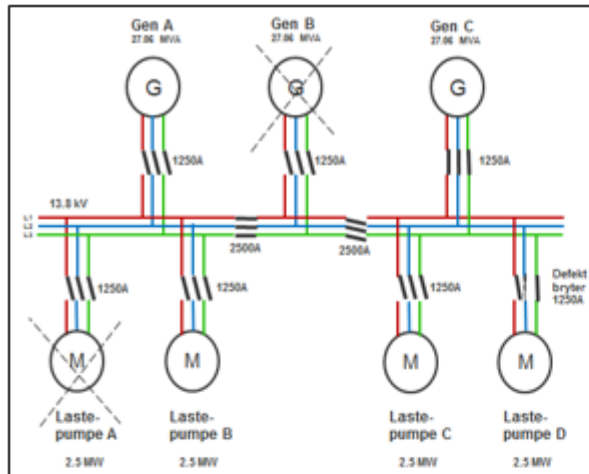


Fig 3.2: Nettstatus etter innkobling av generator C

Effektbryteren til denne pumpen ligger fortsatt med fase L3 innkoblet, delvis brudd i fase L2, og brudd i fase L1.

Det oppstår lysbue i den midterste fasen (L2)

Bare to av tre motorviklinger spenningssettes, og motoren får dermed ikke rotasjonsmoment, og blir stående stille med startstrøm i fase L2 og L3.

Normal startstrøm til motoren er ifølge datablad 550 % av merkestrøm (122,5A) ved normal 3-fasedrift.

Det er realistisk å anta et spenningsfall på 3 %, og den vedvarende startstrømmen i de strømførende fasene (L2 og L3) blir da maksimalt:

$$I_{S \text{ maks}} = \frac{\sqrt{3}}{2} * 5,5 * 122,5A * 0,97 = 566A$$

I effektbrytervognen er det installert strømtransformatorer for måling av motorstrøm i fase L1 og L3. Ved fasebrudd i fase L1 vil amperemeter i tavlefront vise fasestrøm i fase L3.

Elektriker som var i tavlerommet like etter innkobling registrerte at amperemeteret i tavlefronten viste maks utslag (600A), og dette stemmer med teoretiske beregninger.

Under start har motoren en effektfaktor på 0,14, og den aktive effekten som tilføres motoren blir:

$$P_S = 13,8kV * 566A * 0,14 = 1094 kW \quad (0,05 \text{ pu})$$

Den tilsvarende reaktive effekten er:

$$Q_S = 13,8kV * 566A * 0,99 = 7733 kVAr \quad (0,33 \text{ pu})$$

Motorvernet til lastepumpemotor D trigget på termisk overstrøm, men hadde ingen mulighet til å åpne bryteren da denne var defekt.

Strømmen ble koblet ut ved at generator C ble stoppet med nødstoppfunksjon kl. 08:47:24. Motoren hadde da stått med startstrøm (ca. 566A) i 284 s (ca. 5 min).

Ved utkoblingstidspunktet var vikingstemperaturen ca. 120°C, og det er dermed grunn til å anta at isolasjon på motorens viklinger ikke ble skadet i det tidsrommet motoren var spenningsatt.

Den aktive effekten på 1094kW har ført til varme i to av de tre motorviklingene, og i motorens rotorvikling.

Denne typen motor har et såkalt "rotorkritisk" design som betyr at rotoren vil nå kritisk temperatur før statorviklingen.

Under en normal start med startstrøm i ca. 10s kan temperaturen i rotorviklingen komme opp i flere hundre grader, og det er derfor grunn til å tro at den har blitt svært varm etter å ha stått med startstrøm i 284s (ca. 5 min).

Temperaturen i statorviklingen har fortsatt å stige til ca. 170°C i ca. 10 min etter at den ble utkoblet, og denne temperaturøkningen kan skyldes sekundært tilført varme fra rotoren.

Energien som ble tilført motorviklingen i dette tidsrommet var:

$$W = 1094kW * 284 s = 311 MJ = 86304 kWh$$

Klassifisering: Intern- Status: Endelig



## 4 Generatorstrøm og effekt

Måleverdiomformer KF7035 måler strøm i midtfase L2, og beregner aktiv effekt med utgangspunkt i at nettet er symmetrisk (like stor strøm i alle faser). På grunn av hendelsen var nettet svært usymmetrisk, og historiske måleverdier for strøm og aktiv effekt er derfor feil. Den viser for eksempel en aktiv effekt på 6,6-7,7 MW i den perioden generator C var innkoblet, men det er ikke riktig. Måleverdi for reaktiv effekt i PCDA viser 0 MVar, og det stemmer heller ikke med virkeligheten. Forklaringen på dette er at denne måleverdien kommer fra AVR (Automatic Voltage Regulator) som har sin strømmåling fra fase L1. Det er brudd i denne fasen, og AVR vil derfor måle en strøm på 0A, og viser reaktiv effekt på 0 MVar.

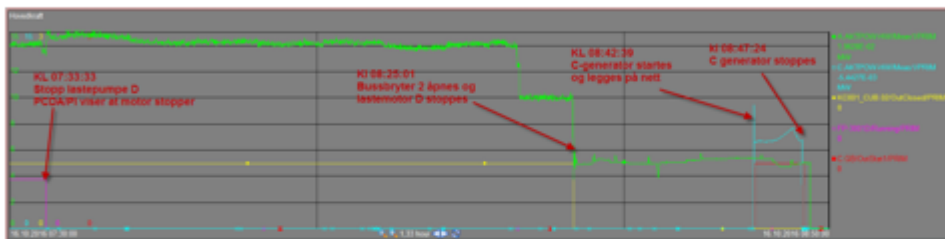


Fig: 4.1 Målt generatoreffekt

Etter innkobling av generator C er det grunn til å tro at forholdene i nettet var slik som vist i følgende fremstilling. Dette er verdier som er basert på den maksimale strømmen som kan tenkes å oppstå i den aktuelle situasjonen, men det er grunn til å tro at reelle verdier for strøm og effekt var noe lavere.

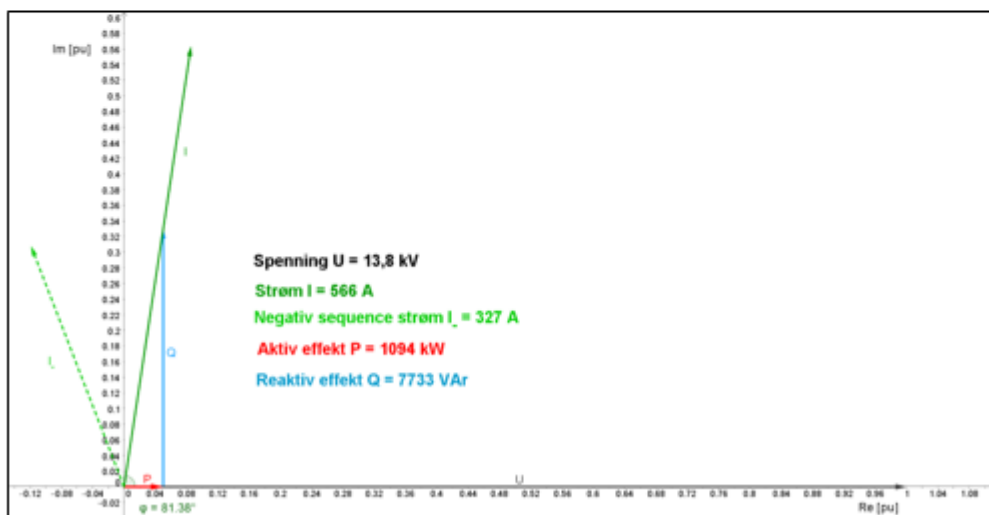


Fig: 4.2 Beregnede effektforhold under drift av generator C

## 5 Vern

### 5.1 Vern i avgangsfelt 22 for lastepumpe D

Motoren har vern som har til hensikt å koble ut effektbryteren i tavlefelt 22 ved overstrøm, kortslutning eller jordfeil. I den aktuelle situasjonen ville ikke dette vernet kunne trippe bryteren da denne hadde en knekt aksling som medførte at bryteren ikke reagerte på trippkommando fra vern eller fra SKR. Motorstrømmen var forøvrig lavere (ca. 100 A) enn nominell strøm for motoren i den første perioden da motoren gikk med spenning i to faser.

I løpet av den perioden generator C var i drift, og motoren sto med vedvarende startstrøm i to faser har motorvernet til lastepumpemotor D trigget på termisk overstrøm, men vernet hadde heller ikke da mulighet til å åpne den defekte bryteren.

### 5.2 Generatorvern for negative sequence

Generatoren er beskyttet mot oppvarming i rotor som følge av usymmetriske belastninger. Vernet kalles "negative sequence", og tripper generatorbryteren etter karakteristikken

$$\left(\frac{I_-}{I_N}\right)^2 * t = C$$

Hvor  $\left(\frac{I_-}{I_N}\right)$  er forholdet mellom de usymmetriske strømmene og generatorens merkestrøm.

Generatoren tåler en korttids påkjenning tilsvarende  $C = 30s$ :

Referert til målekretsen tilsvarende dette

$$C_m = 30 * \left(\frac{987}{1200}\right)^2 = 20,3 s$$

Det er valgt å sette  $C_m = 18 s$ , og vernets utløse-karakteristikk blir derfor:

$$t = \frac{18 s}{I_-^2 [pu]}$$

Ved brudd i fase "L1" vil det gå strøm bare i fase "L2" og "L3". Disse strømmene er like store og 180 grader faseforskjøvet. Det vil være like store symmetriske strømmer i både positiv og negativ rotasjonsretning.

I perioden etter bryterhavariet var det en strøm på 100A i to faser og 0A i den tredje fasen. Dette vil medføre symmetriske strømkomponenter på:

$$I_+ = I_- = \frac{100A}{\sqrt{3}} = 58A$$

Dette utgjør ca. 6% av generatorens merkestrøm på 987A. Generatorvern mot negativ sequence (usymmetri) vil ikke reagere før usymmetrien blir større enn 10 %.

I perioden på ca. 5 min (284 s) etter at generator C ble startet var de usymmetriske strømmene mye større.

Dersom man går ut ifra at det var fasestrøm på 566A i L2 og L3, så vil dette resultere i symmetriske strømvektorer på

$$I_{+gen} = I_{-gen} = \frac{566A}{\sqrt{3}} = 327A (0,33 pu)$$

Klassifisering: Intern  
 Status: Endelig  
 Dato: 16.12.2016

Gransking av: Brann i lastepumpe i utstyrsskafte på Statfjord A

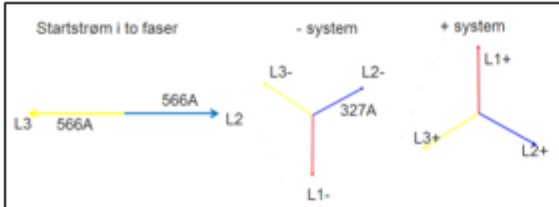


Fig: 5.1 Symmetriske strømkomponenter ved startstrøm på 566A og fasebrudd

Referert til vernets målekrets blir dette

$$I_{+cr} = I_{-cr} = \frac{327A}{987A} * \frac{987}{1200} = 0,27 [pu]$$

Vernet ble testet i april 2016, og det er målt en forsinket utkobling på 4,1%, som er innenfor toleransen på 5%. Vernets karakteristikk og den målte unøyaktigheten på 4,1 % tilsier at vernet burde trippet bryteren etter:

$$t_{tripp} = \frac{18 s}{0,27^2} * 1,041 = 257 s$$

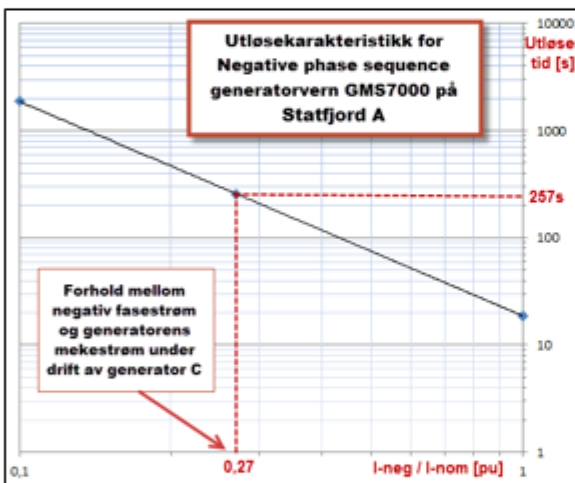


Fig: 5.2 Utløsekarakteristikk for negative sequence vern til generator C

I følge alarmloggen var bryteren innkoblet i 284 s da den ble lagt ut ved nødstoppe. Det er derfor grunn til å tro at lysbuen som oppsto i bryterkammerets fase L2 medførte et spenningsfall som var stort nok til å redusere strømmen tilstrekkelig til at vernet ikke koblet ut før generatoren ble stoppet. For å få en utløsetid på min 284s må strømmen ha vært under:

$$I = \sqrt{3 * \frac{18 * 1,041}{284}} * 1200A = 534 A$$

Unøyaktighet i motordata og lysbueimpedans vil ha stor innvirkning på beregningene, og det er derfor sannsynlig at vernet ikke rakk å løse ut på grunn av at den virkelige strømmen var mindre enn 534A.

Det er bekreftet at dette vernet ville koblet ut generatorbryter C i løpet av svært kort tid (få sekunder) hvis den ikke hadde blitt koblet ut ved nødstoppe.

## 6 Oljefattige brytere i hovedtavler

### 6.1 Risiko ved bruk av oljefattige effektbrytere

Oljefattige effektbrytere er betegnelsen på brytere hvor hvert bryterkammer har separate oljefylte slukkekommer. De er betegnet som "oljefattige" i forhold til tidligere brytere hvor alle bryterelementer var plassert i en felles oljeholder med større oljevolum. De oljefattige bryterne ble produsert fra ca. 1964, og frem til ca. 1990.

Olje har gode egenskaper som isolator, slokkemiddel og kjølemedium i slike brytere, men de oljefylte bryterne fra enkelte produsenter viste seg etter hvert å ha svakheter i forhold til å slukke kraftige lysbuer i enkelte applikasjoner.

For alle typer effektbrytere er det en viss risiko for at bryting av store kortslutningstrømmer ikke lykkes. Dette kan f.eks. skyldes at mekanismen ikke åpner polene raskt nok eller langt nok fra hverandre, eller at polene har blitt skadet på grunn av tidligere påkjenninger. Dårlig oljekvalitet kan også medvirke til feiloperasjon. En slik feil kan føre til stående lysbue i bryteren, hvorefter trykket i bryterkammeret stiger til kritisk nivå, og olje slippes ut igjennom sikkerhetsventil, eller at bryterkammeret åpner seg (eksploderer). I de aktuelle bryterne på SFA er det ifølge leverandør (Siemens) designmessige forhold som skal sikre en kontrollert trykkavlastering ved feil.

Det var alvorlige hendelser i anleggene til enkelte nettselskaper på 1970-80-tallet, og fagmiljøene ble etter hvert i tvil om det var sikkerhetsmessig tilrådelig å benytte denne type brytere.

Statistisk materiale innhentet fra elektrobransjen i Norge og Sverige i 1988 tyder på at det har forekommet et fåtall bryterhavari med oljestøveksplasjon. Alle disse er så vidt kjent knyttet til brytere av fabrikat EGA. Siemens har ikke tilkjennegitt at det har forekommet feiloperasjon med påfølgende oljestøveksplasjon i brytere som er produsert av Siemens.

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap skrev derfor i sin publikasjon "Paragrafen nr.36 desember 1988" følgende anbefaling til bransjen:

### **§ 30302 - BRUK OG VEDLIKEHOLD AV OLJEFATTIGE EFFEKTBRYTERE**

På bakgrunn av nye tilfelle med eksplosjon i oljefattige effektbrytere, finner vi det nødvendig å minne om viktigheten av riktig bruk og vedlikehold av denne typen brytere. Dette skyldes bl.a. økende kortslutningsytelser i nettet.

Dersom en oljefattig effektbryter ikke skulle klare sin brytefunksjon og heller ikke er konstruert med effektiv trykkavlastning, vil overtrykket i bryterkammerne kunne forårsake at disse sprekker slik at olje presses ut av bryterkammerne og i forstøvet form blander seg med luften rundt bryteren hvorved en sekundær eksplosjon kan oppstå. Det er ikke krav om trykkavlastning for oljefattige effektbrytere hverken i forskriftene eller aktuelle normer, og en har erfaring for at slike sekundære eksplosjoner fullstendig kan rasere bygninger. Det er derfor spesielt viktig å påse at oljefattige brytere tåler de påkjenninger de kan bli utsatt for, jfr. forskriftenes §§ 30301 og 30302.

Det er ikke tilstrekkelig bare å kontrollere at den største forekommende korstlutningsstrøm på oppstillingsstedet ikke overskrider bryternes merkeverdi.

Det må også kontrolleres at bryteren ikke er plassert på sted i nettet hvor det kan påregnes koblingsoverspenninger som bryteren ikke er konstruert for. Dette gjelder spesielt i nett hvor det brukes Petersen-spole for kompensering av jordslutningsstrømmen.

Dessuten må bryteren vedlikeholdes i samsvar med fabrikantens anvisninger. Spesielt viktig er det å sørge for at oljen i bryterkammerne til enhver tid har den renhetsgrad som er nødvendig for at oljen skal kunne virke som effektivt slukkemiddel.

NVE er i ferd med å gjennomføre en spørreundersøkelse hvor en ønsker å kartlegge hvor mange brytere som er i drift fordelt på spenning og fabrikat. Dessuten er det bedt om opplysninger om eventuelle havarier/uhell ved de enkelte bryterne.

Resultatene fra denne undersøkelsen vil danne grunnlag for eventuelle krav fra NVE vedrørende utskifting og vedlikehold.

Fig. 6.1: Om oljefattig effektbrytere i Paragrafen nr. 36 (2-1988)

Statfjord A var det eneste anlegget i Statoil hvor det var installert slike brytere, og daværende fagleder i Statoil foretok derfor en vurdering av sikkerhetsbarrierer og risiko knyttet til bruk av de aktuelle bryterne. Møtereferat fra 1975 med uttalelser fra Siemens (SW Berlin), og fagleders anbefaling i 1988 ble lagt til grunn for fortsatt bruk av de aktuelle bryterne på Statfjord A, se ref. 5 i granskingsrapporten.

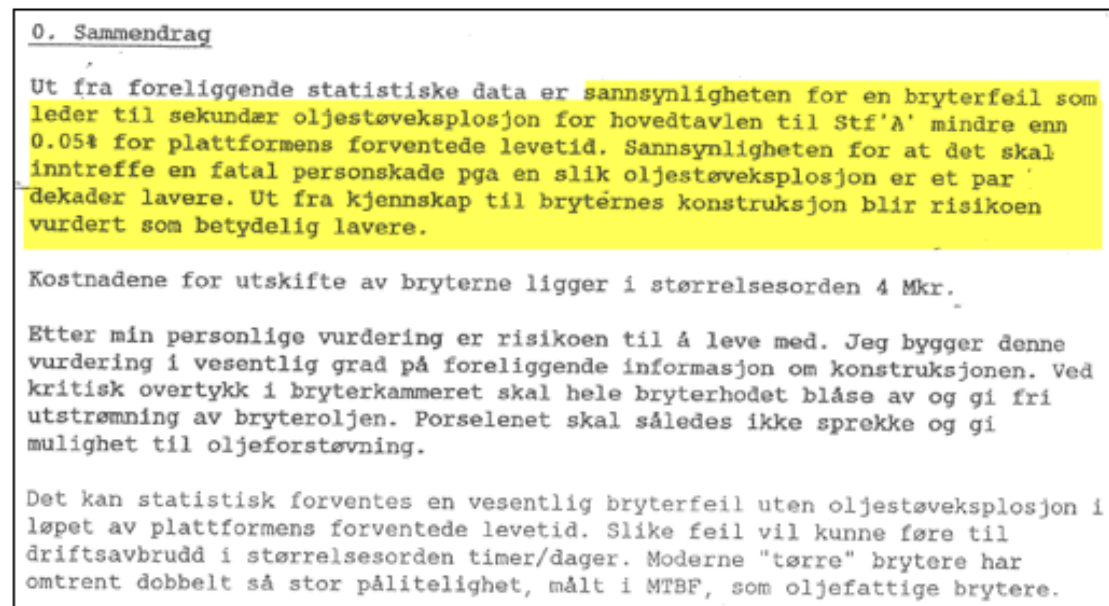


Fig. 6.2: Fagleders vurdering (1988) av risiko knyttet til bruk av Siemens oljefattige brytere på SFA

## 6.2 Hovedtavler med oljefattige effektbrytere

Hovedtavlen KC0001 på SFA er ifølge dokumentasjon designet med tanke på å tåle en kortvarig trykk og varmeutvikling som følge av en lysbue kortslutning tilsvarende en lysbue med 100 kA i 1s varighet. Med "tåle" i denne sammenheng menes at skaden skal begrenses til det tavlefeltet hvor lysbuen oppstår, og ikke forplante seg til nabofelt.

Effektbrytere i hovedtavlen på SFA er designet for å kunne bryte en kortslutningseffekt på 1000 MVA. Dette tilsvarer en strøm på  $I_k'' = 42\text{kA}$ , og de er dimensjonert for å tåle kortvarig 72 kA strømgjennomgang. Maksimal kortslutningsstrøm i tavlen er beregnet til ca. 12 kA, (\*) ved normal drift av en generator. I den aktuelle situasjonen var det kun lastepumpemotor D som var spenningssett fra generator C, og den maksimale kortslutningsstrømmen er i dette tilfellet beregnet til  $I_k'' = 7\text{kA}$  (første 100ms), og  $I_g = 1\text{kA}$  (stasjonært). Dette er langt under tavlens dimensjonerende verdi på 100 kA (1s).

Ved en evt. feiloperasjon av et bryterkammer slik at det oppstår en lysbue i bryterkammeret vil det oppstå et trykk inne i bryterkammeret, og olje vil kunne komme ut av bryterkammeret, og evt. antennes. En mer eller mindre normal forbrenning av oljestøv vil ifølge tidligere vurderinger, se ref. 5 i granskingsrapporten, gi en tilleggsbelastning på bryterfeltet med opptil 70%, og man er fortsatt godt innenfor tavlens dimensjonerende verdier.

Et mindre sannsynlig, men tenkelig scenario er at selve bryterkammeret revner. Da vil det kunne oppstå en eksplosjonsartet brann med større skadepotensiale.

\*) [AP-DS-EC-6 SYSTEM FAULT CALCULATION AND RELAY SETTING](#) (side 112)

## 7 Vurdering av konsekvenser og materielle skader

### 7.1 Mulige konsekvenser ved endrede små omstendigheter

Vernanalysen viser at negativ sequence vernet ville koblet ut generatorbryteren noen få sekunder etter at generatoren ble stoppet med nødstopknappen, og dermed ville dette forhindre videre skadeutvikling.

Dersom dette ikke hadde skjedd tidsnok ville det etter hvert blitt jordfeil eller kortslutning i motoren. Ved jordfeil ville også generatorbryteren blitt utkoblet, og forhindre eskalering.

Ved kortslutning i motoren ville den defekte bryteren ha fått en større strømgjennomgang, og bryterkammer med lysbue i fase L2 ville fått en større lysbueenergi, og trykkøkning. Dette ville med stor sannsynlighet ha medført utblåsing av varm olje fra sikkerhetsventil (senario 1) eller eksplosjon i bryterkammer (senario 2).

I følge tidligere vurderinger, se ref. 5 i granskingsrapporten, ville hovedtavlen med stor sannsynlighet ha tålt en lysbue med maksimal strømstyrke (7 kA) samtidig med en forbrenning av olje fra bryteren uten å skade omkringliggende utstyr eller personell, dvs. senario 1 over.

En oljestøvekspløsjon (senario 2) i forbindelse med havarert bryterkammer er ikke et kjent senario med denne (Siemens) type brytere, men er, se ref. 5 i granskingsrapporten, anslått til 0.05 % sannsynlig. Det er usikkert hvor store deler av tavlen en slik oljestøvekspløsjon kunne ha forårsaket. Sannsynligheten for fatale personskader på grunn av en sekundær oljestøvekspløsjon er i ref. 5 i granskingsrapporten estimert til  $5 \times 10^{-6}$ .

### 7.2 Materielle skader på motor og effektbryter

Det er ikke målt overslag eller jordfeil i motorens statorvikling, men det er grunn til å forvente at motorens rotorvikling har fått svært høy temperatur, og blitt skadet.

Det har vært lysbue i bryterkammer L2 i effektbryteren til lastepumpe D. Oljeprøver viser misfarging av olje, men fortsatt god elektrisk holdfasthet.



Fig: 7.1 Bryterkammer etter lysbue i fase L2

## 8 Anbefalte tiltak

- Koordinering mellom bryterposisjon og prosessparameter (turtall, strøm) i kontrollsystemet
- Utskifting av noen brytere i hovedtavlen
- Momentan utløsning av generatorbryter ved kortslutning nedstrøms hovedtavlen.
- Nedjustering av utløsetid for negative sequence vern
- Kjøring av to generatorer under lasting er generelt sett ikke anbefalt av følgende grunner.
  - Ved kjøring av to generatorer vil utløsetid for negative sequence-vern firedobles, og vernet vil ikke tre i funksjon.
  - Kjøring av to generatorer under lasting vil forøvrig øke evt. kortslutningstrømmer i nettet