

Granskingsrapport

Rapport	
Rapporttittel Rapport etter granskning av brann i ventilasjonsanlegg på Petrojarl Knarr den 24.3.2015	Aktivitetsnummer 411003011

Gradering		
<input checked="" type="checkbox"/> Offentlig	<input type="checkbox"/> Begrenset	<input type="checkbox"/> Strengt fortrolig
<input type="checkbox"/> Unntatt offentlighet	<input type="checkbox"/> Fortrolig	

Sammendrag
<p>Natt til 24.3.2015 oppstod det brann i ventilasjonssystemet på innretningen Petrojarl Knarr. Brannen oppstod i ventilasjonssystemet som leverte luft til maskinrom under boligkvarteret. I forkant av brannen hadde det vært et strømutfall som medførte at viftene i ventilasjonsanlegget stoppet. Tilførselen av damp inn til varmeveksleren i ventilasjonsanlegget stoppet imidlertid ikke. Dette resulterte i høye temperaturer i ventilasjonsenheten, hvor luftfilterkassetter ble antent åtte timer senere. Tekniske undersøkelser foretatt av reder har ikke med sikkerhet klart å identifisere den direkte årsak til at filtrene antente. Dersom brannspjeld ikke hadde fungert kunne det oppstått spredning av røyk inn i boligkvarteret. Hendelsen førte kun til materielle skader. Eksterne beredskapsressurser og innsatslag om bord ble mobilisert. Personell som ikke var del av beredskapsorganisasjonen mønstret i livbåtene.</p>

Involverte	
Hovedgruppe T-F	Godkjent av / dato
Deltakere i granskingsgruppen Anthoni Larsen, Eivind Sande, Svein Harald Glette og Jan Erik Jensen	Granskingsleder Jan Erik Jensen



Innhold

1	SAMMENDRAG	3
2	INNLEDNING	4
3	BESKRIVELSE AV VENTILASJONS-ANLEGGET OMBORD PÅ PJK	5
4	HENDELSESFORLØP	8
4.1	HENDELSER I FORKANT AV BRANNEN	8
4.2	DETEKSJON, MØNSTRING OG BRANNBEKJEMPELSE	8
4.3	NORMALISERING	10
5	DIREKTE OG BAKENFORLIGGENDE ÅRSAKER TIL HENDELSEN	10
5.1	DIREKTE ÅRSAK	10
5.2	BAKENFORLIGGENDE ÅRSAKER:	11
5.3	ÅRSAK TIL ANTENNELSEN	11
6	HENDELSENS POTENSIAL	12
7	OBSERVASJONER	13
7.1	AVVIK	13
7.1.1	<i>Bruk av og kjennskap til oppstartsprosedyre for ventilasjons anlegget etter strømutfall</i>	13
7.1.2	<i>Manglende uttesting av system</i>	14
7.1.3	<i>Ansvar for drift av ventilasjonssystemet</i>	14
7.1.4	<i>Design og dokumentasjon av systemet</i>	14
7.1.5	<i>Vedlikeholdsdokumentasjon</i>	14
7.1.6	<i>Beredskapsanalyse</i>	15
7.1.7	<i>Konstruksjon av brannhydranter og slangeposter</i>	15
7.1.8	<i>Testing av slangeposter</i>	16
7.1.9	<i>Systematikk knyttet til gjennomføring av trening av innsatslag</i>	16
7.2	FORBEDRINGSPUNKTER	16
7.2.1	<i>Overvåkning av ventilasjonsanlegget</i>	16
7.2.2	<i>Risikovurderinger ved modifikasjoner</i>	17
7.2.3	<i>Bruk av prosedyrer</i>	17
7.2.4	<i>Etterlevelse av ytelseskrav</i>	17
7.3	ANDRE KOMMENTARER	18
8	BARRIERER SOM HAR FUNGERT	18
8.1	BRANNDETEKSJON	18
8.2	SPIELD I VENTILASJONSKANALER	19
8.3	VARSLING MED GA OG MØNSTRING	19
8.4	BRANNBEKJEMPELSE	19
9	VURDERING AV TKPJS GRANSKINGSRAPPORT	19
10	DISKUSJON OMKRING USIKKERHETER	20
11	VEDLEGG	21
A:	KRONOLOGISK HENDELSESFORLØP	21
B:	FØLGENDE DOKUMENTER ER LAGT TIL GRUNN I GRANSKINGEN	21
C:	OVERSIKT OVER DELTAKERE OG INTERVJUET PERSONELL	21
D:	FORKORTELSER BRUKT I RAPPORTEN	21
E:	SYSTEMTEGNING FOR AHU FREMRE MASKINROM	21

1 Sammendrag

Petrojarl Knarr (PJK) er en produksjons- og lagerinnretning på Knarr feltet. Teekay Petrojarl Production AS (TKPJ) er eier og står for driften av innretningen. BG Norge Limited (BG) er operatør på Knarr-feltet.

Den 24.3.2015 kl. 01.32 ble det mottatt alarm i sentralt kontrollrom (SKR) om røykdeteksjon fra fremre maskinrom på fjerde dekk om bord på PJK. Uteoperatører ble bedt av SKR om å verifisere alarmen i dette rommet. Kl. 01.40 rapporterte uteoperatøren til SKR at det var brann i ventilasjonssystemet (HVAC-systemet) i det aktuelle området. Ventilasjonssystemet hvor det oppstod brann leverte luft til maskinrom under boligkvarteret.

Etter at brannen ble bekreftet ble generell alarm utløst og mønstring iverksatt. Brannsløkking ble iverksatt av personellet som observerte brannen og innsatslagene overtok slokkearbeidet etter at røykutviklingen førte til at det ble nødvendig med røykdykkerutstyr. Alt personell utenom beredskapsorganisasjonen ble mønstret i livbåtene. Brannen ble slokket etter ca. 30 minutter. Det ble samlet eksterne beredskapsressurser på og nær PJK og gjort klar til nedbemanning eller evakuering av personell. Beredskapssituasjonen ble avsluttet ca. fire timer etter at brannen ble oppdaget.

Petroleumstilsynet (Ptil) ankom PJK samme dag som hendelsen skjedde og intervjuet personell involvert i hendelsen og gjorde befaringer på åstedet.

Skadene som følge av brannen er begrenset til materiell. En person fra innsatslaget ble sendt til undersøkelse om bord på grunn av belastningen som slokkearbeidet hadde medført. Hendelsen medførte ellers ingen personskader. Det ble registrert røyklukt i boligkvarteret.

Ettermiddagen før brannen oppstod var det strømutfall om bord på PJK. Dette resulterte i at viftene i ventilasjonsenheten stoppet. Derimot stoppet ikke tilførselen av damp til varmeveksleren i ventilasjonsenheten. Dette resulterte i høye temperaturer i ventilasjonsenheten hvor luftfilterkassetter ble antent åtte timer senere.

Det anses å være en svakhet ved design av ventilasjonsanlegget at varmetilførselen i form av vanndamp ikke stanser samtidig med at viftene stopper.

TKPJ har fått gjennomført branntester og tekniske undersøkelser for å klarlegge direkte årsak til antennelsen. Resultatene av dette arbeidet har ikke gitt en sikker antennelsesårsak.

Dersom ikke innsatslagene hadde klart å utføre slokkearbeid kunne brannen ført til større materielle skader i maskinrommet der ventilasjonsenheten stod. Det anses allikevel som lite sannsynlig at brannen kunne spredd seg til andre deler av innretningen. Det kom noe røyk fra brannen inn i boligmodulen og det ble registrert røyklukt her. Dersom røyktettheten hadde tiltatt ville spjeld i ventilasjonssystemet for boligmodulen hindret ytterligere spredning av røyk inn i boligmodulen.

Det ble observert avvik og forbedringspunkt mot regelverkskrav under granskingen av hendelsen. Disse er beskrevet i kapittel syv i rapporten. Blant annet er det identifisert avvik mot krav knyttet til oppstart og drift av ventilasjonsanlegg i tillegg til tekniske forhold. Det ble også identifisert avvik og forbedringspunkt innen beredskapsmessige forhold, blant annet mangler knyttet til analyser og trening av innsatslag.

2 Innledning

PJK er et produksjons- og lagerskip på Knarr feltet. Innretningen fikk samsvarsuttalelse (SUT) fra Petroleumstilsynet (Ptil) den 31.10.2014. BG Norge Limited (BG) er operatør på Knarr-feltet.

Produksjonen på feltet startet 16.3.2015. Natten til 24.3.2015 oppstod det brann i ventilasjonssystemet på fjerde dekk under boligkvarteret om bord på PJK. Ventilasjonssystemet som det oppstod brann i betjener fremre maskinrom.

Ptil besluttet 24.3.2015 å gjennomføre gransking av hendelsen.

Granskingsgruppens sammensetning:

- Jan Erik Jensen F-Logistikk og Beredskap, granskingsleder
- Svein Harald Glette F-Prosessintegritet
- Eivind Sande F-Prosessintegritet
- Anthoni Larsen F-Logistikk og Beredskap

Granskingsgruppen reiste ut og arbeidet om bord i PJK i perioden 24.-26.3.2015. Her ble det gjennomført intervjuer av beredskapsledelsen, innsatslag og annet relevant personell om bord. Det ble gjort befaringer på åstedet og gjennomgang av dokumentasjon. De tekniske undersøkelsene av utstyr knyttet til mulig antennelse ble koordinert av reder sin granskingsgruppe. Vi fikk tilsendt rapport fra dette arbeidet 19.6.2015. Vi mottok reder og operatør sin granskingsrapport 6.8.2015.

Mandat for granskingsgruppen er etablert i tråd med avsnitt 4.1.2 i Ptils granskingsprosedyre:

- a. *Klarlegge hendelsens omfang og forløp (- normalt ved hjelp av menneske, teknologi og organisasjon (MTO) diagram), med vektlegging av sikkerhetsmessige, arbeidsmiljømessige og beredskapsmessige forhold.*
- b. *Vurdere faktiske og potensiell konsekvens*
 1. *Påført skade på menneske, materiell og miljø.*
 2. *Hendelsens potensial for skade på menneske, materiell og miljø.*
- c. *Vurdere utløsende og bakenforliggende årsaker, med vektlegging av både menneskelige, tekniske og organisatoriske forhold (MTO), i et barriereperspektiv.*
- d. *Diskutere og beskrive eventuelle usikkerheter /uklarheter.*
- e. *Identifisere avvik og forbedringspunkter relatert til regelverk (og interne krav)*
- f. *Vurdere aktørens egen granskingsrapport Utarbeide rapport og oversendelsesbrev (eventuelt med forslag til bruk av virkemidler) i henhold til mal.*
- g. *Drøfte barrierer som har fungert. (Det vil si barrierer som har bidratt til å hindre en faresituasjon i å utvikle seg til en ulykke, eller barrierer som har redusert konsekvensene av en ulykke.)*
- h. *Anbefale - og normalt bidra i - videre oppfølging*

Granskingen har ikke vektlagt å undersøke forhold knyttet til fabrikasjon, installasjon og systemutprøving av anlegget i bygge- og oppstartsperioden.

3 Beskrivelse av ventilasjons-anlegget ombord på PJK

Det er installert flere ventilasjonssystem ombord på PJK. Blant annet er det installert egne ventilasjonssystem for boligkvarteret og aktre maskinrom. Det aktuelle systemet som var berørt av hendelsen 24.3.2015 er plassert på dekk 4 under boligkvarteret og betjener flere rom i skroget i dette området. Systemet betegnes som ventilasjonsanlegg for fremre maskinrom. Systemtegning for ventilasjonsanlegget finnes i vedlegg E.

Luftinntaket for systemet er plassert på bakken (C-dekk) hvor også luftinntakene til ventilasjons-anlegget for boligkvarteret er plassert. Selve ventilasjonsenheten er levert av Hi Air i Korea og er plassert på dekk 4 nede i skroget med et eget lokalt kontrollpanel på dekk 2.



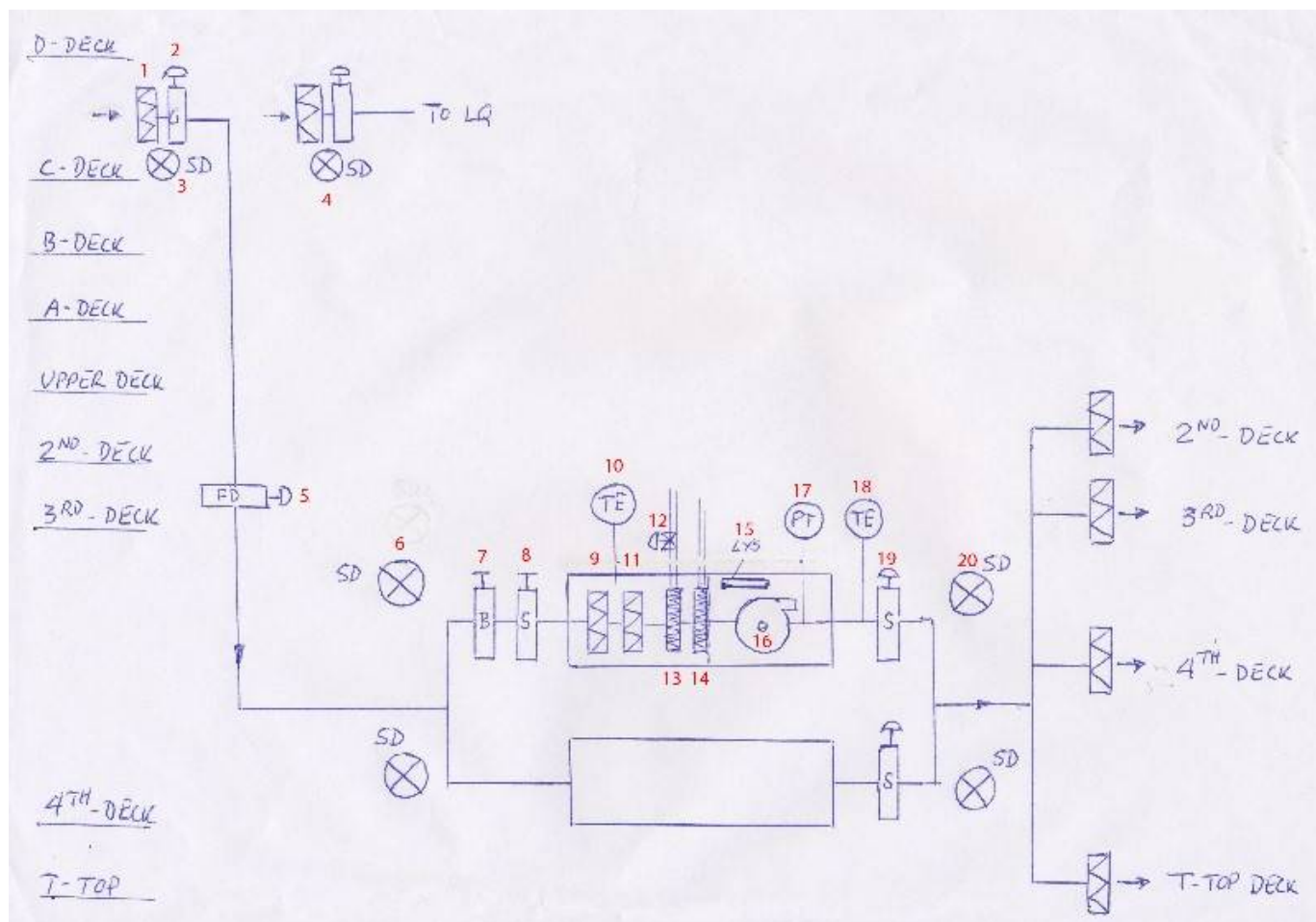
Figur 1 Camfil Opakfil filter (kilde: www.camfil.com)

Ventilasjonsenheten som antente besto originalt av et «Camfil Ecopleat» forfilter og et «Camfil Opakfil» hovedfilter. Under verkstedoppholdet i Haugesund, i forkant av installasjon på feltet, ble forfilteret byttet til et «C-cell Minipleat» filter. Etter filtrene er det installert enheter for oppvarming og kjøling av luften. Oppvarmingen skjer ved dampsystem. Ventilasjonsenheten har en egen del med motor og vifte, før luften distribueres via automatiske spjeld ut til de forskjellige rommene som systemet betjener. Temperaturfølere på luftstrømmen inn og ut av ventilasjonsenheten regulerer temperaturen ved hjelp av ventiler på tilførselen av damp og kjølemedium.

Anlegget kjøres normalt i automatisk modus og dampventilen (se figur 2 nedenfor) regulerer temperaturen automatisk ut fra ønsket setpunkt. Manuell modus brukes ved vedlikehold, som for eksempel skifte av viftereimer på systemet. I manuell modus bestemmes dampventilens posisjon via det lokale HMI («Human Machine Interface») kontrollpanelet på dekk 2.



Figur 2 Dampventil type TAC modell nummer VGS211F-25-10 med aktuator av typen Schneider M800 (kilde: TKPJ).



Figur 3 Skisse over ventilasjons-system for fremre maskinrom.

Tegnforklaring til figur 3:

1. Grovfilter ved luftinntak (ikke installert på hendelsestidspunktet)
2. Gasstett spjeld
3. Røykdetektorer 2 stk på ventilasjons inntak til fremre maskinrom
4. Røykdetektorer 2 stk på ventilasjons inntak til boligkvarter
5. Brannspjeld
6. Røykdetektorer i rommet på utsiden av ventilasjons enhet
7. Manuelt spjeld (balancing)
8. Manuelt spjeld (shut-off)
9. Pre-filter (opprinnelig av type Camfil ecopleat med stålramme, men byttet til C-Cell minipleat med pappramme i Haugesund)
10. Temperaturføler for luft inn til ventilasjons enhet
11. Filter (Camfil Opakfilter)
12. Ventil for regulering av damp til varmespiral (heating coil)
13. Varmespiral (heating coil)
14. Kjølspiral (cooling coil)
15. Lysarmatur i vifterom
16. Vifte
17. Lufttrykkføler etter vifte
18. Temperaturføler for luft ut av ventilasjons enhet
19. Spjeld på utløpet av ventilasjons enhet (shut-off)
20. Røykdetektorer i rommet på utsiden av ventilasjons enhet

4 Hendelsesforløp

Dette kapittelet inneholder en beskrivelse av hendelsesforløpet fra viftestans i ventilasjonsanlegget til fremre maskinrom som følge av en strømstans 23.3.2015 ca. kl. 17.45, til brannen var bekreftet slokket og beredskapssituasjonen avsluttet 24.3.2015 kl. 05.20. Anlegget var i en oppstartsfase og hadde hatt gjentatte driftsforstyrrelser i forkant av hendelsen.

En detaljert oppstilling av hendelsesforløpet i kronologisk rekkefølge er gitt i vedlegg A.

4.1 Hendelser i forkant av brannen

Driftspersonellet på PJK hadde i en periode slitt med gjentatte strømutfall som følge av problemer med driften av gassturbinene som leverer strøm til kraftsystemet om bord. Etter denne type utfall er det mye utstyr om bord som må restarteres. Ventilasjonsanlegget som forsyner fremre maskinrom ble driftet i en modus som innebar at viftene måtte restarteres manuelt etter strømstans. Etter strømutfallet som oppstod 23.3.2015 ca. kl. 17.45 ble ikke viftene til dette ventilasjonsanlegget startet opp.

Selv om viftene ikke var startet fortsatte dampanlegget å sirkulere damp gjennom varmespiralen i ventilasjonsenheten hvor brannen oppstod. Dampen har en temperatur på ca. 100°C. Manglende luftgjennomstrømning som følge av viftestans og oppvarming som følge av tilført damp, medførte at hele ventilasjonsenheten ble varmet opp. Kl. 01.32 den 24.3.2015 får kontrollrommet varsel og alarm om røykdeteksjon.

Det var skiftbytte kl. 19.00. Skiftbyttet skjedde mens det foregikk oppstartsaktiviteter etter strømutfallet kl. 17.45.

4.2 Deteksjon, mønstring og brannbekjempelse

Kl. 01.32 ble det mottatt alarm i sentralt kontrollrom (SKR) om røykdeteksjon fra fremre maskinrom på fjerde dekk. Uteoperatører ble bedt av kontrollromsoperatør å verifisere alarmen i dette rommet.

Uteoperatørene brukte noe tid på å gjennomføre maskinrommet. De oppdaget etterhvert røyk fra ventilasjonsenheten i maskinrommet. De startet umiddelbart å legge ut brannslanger fra de to nærliggende brannhydrantene og klargjorde for slokking av brannen. Under klargjøringen av brannslangene ble det registrert at det bare kom begrensede mengder vann fra disse slangene. Den ene av slangenes vannstråle ble rettet mot en belg ved luftfiltrene på ventilasjonsenheten. Da vannstrålen traff belgen sprakk den. Luft ble tilført og flammene beskrives å stå «til taket» i den første perioden etter at belgen sprakk. Det blir varslet om brann til SKR kl. 01.40.

Røykmengdene ble raskt så store at det ikke lenger var mulig for uteoperatørene å oppholde seg inne i maskinrommet. De trakk seg da ut derfra etter å ha lagt igjen den ene brannslangen med vann på inne i ventilasjonsenheten.

Kl. 01.40 ble generell alarm (GA) aktivert av kontrollromsoperatør basert på meldingen om brann i fremre maskinrom. Beredskapsledelsen mønstret i beredskapssentralen om bord. Brannlagene mønstret på brannstasjonene. Alt personell uten beredskapsoppgaver mønstret ved livbåtene. Produksjonen ble stengt ned. Eksterne beredskapsressurser ble mobilisert.



Figur 4 - Utbrente filterkassetter i AHU-A (Kilde: Ptil gransking)

Kl. 01.51 var innsatslagene klare til å rykke inn og fortsette slokkearbeidet påbegynt av uteoperatørene. Det ble benyttet brannvann fra brannstasjoner i tilstøtende rom. Det var store mengder røyk og dårlig sikt samt veldig varmt på åstedet. Ekstra pusteluft måtte skaffes til veie for røykdykkerne.

Kl. 02.10 ble brannet rapportert slukket og nedkjøling av skadestedet fortsatte.

4.3 Normalisering

Kl. 05.20 ble beredskapssituasjonen avsluttet. Personell gikk ut av livbåtene og tilbake til lugarene eller arbeid. Arbeid med utlufting om bord og rengjøring ble påbegynt.

5 Direkte og bakenforliggende årsaker til hendelsen

5.1 Direkte årsak

Filterkassetter har blitt antent i ventilasjonsenhet AHU («Air Handling Unit») A for fremre (FWD) maskinrom på grunn av feil design og feiloperering av systemet.



Figur 5 - Deformerte luftfilterkassetter i AHU-B, som ligger rett ved siden av AHU-A (Kilde: Ptil gransking).

5.2 Bakenforliggende årsaker:

- Kunnskap og konsekvenser ved operasjon av systemet i forskjellige operasjonsmodus var ikke tilstrekkelig kjent ombord og det var uklarheter om roller og ansvar for operasjon av systemet. Systemet ble operert i manuell modus hvor temperaturkontroll og «fail close» av dampventilen settes ut av funksjon.
- Systembeskrivelse og begrensninger for å operere systemet i manuell modus fremkom ikke tydelig i dokumentasjonen av systemet.
- Viftesystemet ble ikke startet opp etter strømstans dagen før. Oppstart av viftesystemer var en del av «Black Start» prosedyren, men denne prosedyren ble ikke fulgt.
- Ventil for dampsystemet «Steam Heating System» ble ikke automatisk stengt når viftene stoppet på grunn av feil design. Temperaturen på dampen inn i ventilasjonsenheten var ca. 100 °C.
- Filterkasettene som ble benyttet hadde maksimal designtemperatur på 70 °C. De kollapset på grunn av den høye temperaturen på ca. 100 °C over lang tid.
- Alarmer i kontrollrommet fra ventilasjonsenheten ble etter strømstansen dagen før ikke oppfattet som kritiske. Disse var gitt laveste prioritet på skjermen.

5.3 Årsak til antennelsen

Branntester som har vært gjort av SP Fire Research (ref. 18) etter hendelsen har ikke avdekket klare årsaker til antennelsen. En sannsynlig årsak er selvantennning av filterenhetene som har vært utsatt for sterk varme i mange timer. Tradisjonelle branntester viser kritisk tenntemperatur over 400 °C for materialene som er benyttet i filterenheten. Dette er langt over den anslåtte maksimaltemperaturen på 120 °C.

Ventilasjonsenheten hvor brannen oppstod hadde Camfil Opakfil luftfilter. Det ble gjennomført en langtids varmetest av Camfil Opakfil filtrene. Under testen ble filtrene plassert i et varmekabinett hvor temperaturen ble øket gradvis fra 120 °C. Filterenheten ble antent etter 10 timer ved en temperatur på 180 °C. Døren til kabinettet stod åpen i ett minutt før antennelsen inntraff.

Det er utført en del undersøkelser av lysarmaturen i vifterommet som hadde skader etter brannen som kunne indikere at lysarmaturen hadde vært en tennkilde. Bakgrunnen for dette var at lysarmaturen i ventilasjonshuset var sertifisert for maksimalt 50 °C og ble, på samme måte som filterkasettene, utsatt for høy temperatur over lang tid. Lyset var på under hendelsen og sikringen for lyskursen var røket etter hendelsen.

Undersøkelsene viste at armaturen ikke hadde tegn til brannskader etter kortslutninger eller lysbuer som eventuelt hadde startet brannen. Nedsmelting av deksel og skade på kontakter forklares med ytre varmepåvirkning fra brannen. Det ble etter hendelsen observert sotdannelse på det ene lysstoffrøret og komponentskinnen i armaturen. En sannsynlig årsak til dette er røyk fra plastetiketter i armaturen som har smeltet under varmepåvirkningen.



Figur 6 - Bilde av lysarmatur inne i viftehuset i AHU-A (Kilde: Ptil gransking)

Granskingsgruppen har ikke funnet det hensiktsmessig å gjøre ytterligere undersøkelser eller branntester for med sikkerhet å fastslå årsaken til antenningen. Feil design og feiloperering av systemet er etter vår vurdering årsaken til brannen.

6 Hendelsens potensial

Faktisk konsekvens

Hendelsen medførte full mønstring om bord og mobilisering av eksterne beredskapsressurser. Filterenheten i AHU A ble utbrent. Likeledes medførte brannen varmgang i AHU B, men de materielle skadene her var begrenset. Ventilasjonskanaler som var berørt av hendelsen var belagt med sot og krevde omfattende rengjøring. Utstyr og kanaler som var utsatt for høy varmelast (AHU B) ble etter en overhaling satt i drift etter relativt kort tid.

Hendelsen i seg selv forårsaket ingen personskader. Det ble imidlertid opplyst at en person fra innsatslaget ble tatt ut av tjeneste og sendt til undersøkelse om bord på grunn av belastningen som slokkearbeidet medførte.

Produksjonen ble stanset på grunn av hendelsen, noe som således medførte et inntektstap for selskapet. Produksjonen ble gjenopptatt etter få dager. Dampsystemet til ventilasjonsenhetene ombord ble stengt ned etter hendelsen. Planen er å starte dette opp igjen etter at planlagte modifikasjoner av systemet er gjennomført i fjerde kvartal 2015.

Potensiell konsekvens

Innsatsen fra slokkepersonell begrenset de materielle skadene. Uten denne innsatsen ville de materielle skadene på både AHU A og AHU B sannsynligvis vært større. På grunn av begrensede mengder brennbare materialer i enhetene er det lite sannsynlig at brannen hadde spredt seg til annet utstyr i området.

Dersom ikke automatiske spjeld hadde fungert under hendelsen kunne det skjedd en røykspredning inn i boligkvarteret. Røykspredningen kunne også skjedd via andre rom.

En tilsvarende hendelse i AHU som betjener boligkvarteret er vurdert som lite sannsynlig. Grunnen er at en slik stans av systemet i flere timer sannsynligvis ville blitt oppdaget av alarmsystem på innretningen eller av personell i boligkvarteret.

7 Observasjoner

Ptils observasjoner deles generelt i tre kategorier:

- Avvik: I denne kategorien finnes observasjoner hvor Ptil mener det er brudd på regelverket.
- Forbedringspunkt: Knyttes til observasjoner hvor vi ser mangler men ikke har nok opplysninger til å kunne påvise brudd på regelverket.

7.1 Avvik

7.1.1 Bruk av og kjennskap til oppstartsprosedyre for ventilasjons anlegget etter strømutfall

Avvik:

Mangelfull kjennskap til oppstartsprosedyre og de forskjellige operasjonsmodus av ventilasjonssystemet under drift.

Begrunnelse:

- Nødvendige driftsdokumenter var ikke tilstrekkelig detaljerte i beskrivelsen av systemet og de forskjellige driftsmodus. «HVAC control philosophy for FWD», ref. (15) var lite kjent for driftspersonellet.
- Systemet ble operert i manuell modus hvor temperaturkontroll og «fail close» av dampventilen settes ut av funksjon. Kunnskap og konsekvenser ved operasjon av systemet i forskjellige operasjonsmodus var ikke tilstrekkelig kjent om bord. Det ble under samtaler om bord informert om at manuell modus ble benyttet siden temperaturreguleringen ikke fungerte i automatisk modus.
- En oversikt som viste hvilke systemer som manuelt skulle startes opp etter en strømstans kunne ikke fremlegges. TKPJ har informert om at «Blackstart prosedyren» skal vise denne informasjonen.

Krav:

Aktivitetsforskriften § 24 om prosedyrer, andre ledd

7.1.2 Manglende uttesting av system

Avvik:

Mangelfull uttesting av systemet før oppstart.

Begrunnelse:

Verftet som bygget innretningen (Samsung) var ansvarlig for commissioning (idriftsettelse) av systemet før oppstart. Verifikasjon av commissioning dokumentasjon, ref. (13) viser at dampventilen og tilhørende temperaturkontroll funksjoner ikke var testet.

Krav:

Aktivitetsforskriften § 16 om installering og ferdigstilling, andre ledd

7.1.3 Ansvar for drift av ventilasjonssystemet

Avvik

Uklare ansvarsforhold når det gjaldt daglig drift og oppfølging av systemet.

Begrunnelse:

- Det fremkom under samtaler om bord at det ikke var etablert klare roller og ansvar for den daglige driften av systemet.
- TKPJ hadde ikke utpekt en systemansvarlig («technical authority») på land for ventilasjonsanlegg på samme måte som for andre viktige systemer om bord.

Krav:

Styringsforskriften § 6 om styring av helse, miljø og sikkerhet, andre ledd.

7.1.4 Design og dokumentasjon av systemet

Avvik:

Mangler ved design og dokumentasjon for systemet.

Begrunnelse:

- Det var ikke innebygget nødvendig sikkerhet som sørget for at dampventilen stengte ved viftestans og/eller tap av luftsirkulasjon.
- Det var ingen temperaturalarmer på systemet som ga kontrollromsoperatøren informasjon om den unormale tilstanden.
- Det var benyttet belter for drift av viftene til systemet. Ifølge Norsok standard H-003 anbefales direkte drift av vifter med mindre reimdrift er teknisk fordelaktig.
- Grovfilteret på inntaket for ventilasjonsenheten var fjernet uten at det fremgikk av tegning eller annen dokumentasjon en begrunnelse for dette.
- Systemtegning (D&ID) for systemet var ikke i fullt ut i samsvar med «as built».

Krav:

Innretningsforskriften § 14 om ventilasjon og inneklima, første ledd

7.1.5 Vedlikeholdsdokumentasjon

Avvik:

Mangler ved vedlikeholdsdokumentasjon for systemet.

Begrunnelse:

- Vedlikeholdshistorikk på systemet var mangelfull. Det ble informert om at inspeksjoner og lokale avlesninger av instrumenter ble utført, men ble ikke alltid dokumentert i vedlikeholdssystemet STAR.
- Jobbrutine for inspeksjon og utskifting av viftereimer på systemet var ikke lagt inn i STAR selv om det fremgikk av vedlikeholdshistorikken at viftereimer på systemer allerede var skiftet som en korrigerende jobb.

Krav:

Aktivitetsforskriften § 45 om vedlikehold og § 47 om vedlikeholdsprogram

7.1.6 Beredskapsanalyse**Avvik:**

Det var mangler ved beredskapsanalysen.

Begrunnelse:

I gjennomgang av dokumentasjon og ved intervjuer fremkom det at beredskapsanalysen for PJK inneholder en DFU (definerte fare- og ulykkeshendelser) for brann i hjelpesystemer. Denne analysen beskriver ikke fare ved brann i ventilasjonssystemene for boligkvarter og utstys- og maskinrom. Faren er ikke tilstrekkelig belyst selv om begge brannstasjonene er plassert i boligkvarteret i områder som er dekket av samme ventilasjonssystem.

Krav:

Styringsforskriften § 17 om risiko- og beredskapsanalyser, jf. innretningsforskriften § 7 om hovedsikkerhetsfunksjoner

7.1.7 Konstruksjon av brannhydranter og slangeposter**Avvik:**

Brannhydrantene og slangeposter i fremre maskinrom hadde ikke tilstrekkelig kapasitet og var ikke utrustet for effektivt å kunne bekjempe branntilløp og hindre eskalering.

Begrunnelse:

- To hydranter som ble brukt i den første fasen av brannslukkingen ga ikke tilstrekkelig vannmengde. Testing utført etter hendelsen (27.3.2015) viste kapasitet på 4,8 m³/t for den ene slangeposten og 8,4 m³/t for de tre andre slangepostene i området. Kapasitetskravet i regelverkets anbefalte standard Norsok S-001 er minimum 20 m³/t for hydranter og 15 m³/t for slangeposter utenfor boligkvarteret.
- Det var vanskelig å få ut splint for å svinge ut slangetrommel og det var ikke benyttet sprededyser med pistolgrep.

Krav:

Innretningsforskriften § 46 om manuelt brannbekjempelses- og brannmannsutstyr, jf. Norsok S-001 kap. 20.4.8

7.1.8 Testing av slangeposter

Avvik:

Mangler ved vedlikeholdsrutiner for testing av brannslanger.

Begrunnelse:

- Det kunne ikke fremlegges dokumentasjon som viste at brannslangene var kapasitetstestet i forbindelse med oppstart av anlegget.
- Det fremgikk ikke av testrutiner i vedlikeholdssystemet hva som var kapasitetskravet til hydranter og brannslanger
- Utført testing av slangepost etter hendelsen ga 8,4 m³/t ble godkjent av TKPJ selv om kapasitetskravet er betydelig høyere.

Krav:

Aktivitetsforskriften § 47 om vedlikeholdsprogram

7.1.9 Systematikk knyttet til gjennomføring av trening av innsatslag

Avvik:

Det var ikke et system som sikret tilstrekkelig trening av innsatslag.

Begrunnelse:

I intervjuer og dokumentgjennomgang ble det observert at system for trening av innsatslag ikke sikrer kontroll av gjennomført trening. Følgende observasjoner ble gjort:

- Manglende oversikt over hvem som er forventet å delta på treningsseksjoner som sikret minimum en trening per rolle per innsatslag i løpet av en oppholdsperiode.
- Systemet sikret ikke at de medlemmene i innsatslag som mister en trening får kompensert for dette. Det var heller ikke kriterier for når kompenserende trening skulle gjennomføres.
- Manglende system for å sikre at alle medlemmene i innsatslag innehar de rette sertifikater og blir sendt på kurs før sertifikater utløper.
- Manglende skille i systemet på trening og øvelser.
- Ingen mål eller krav satt til treningsseksjoner f.eks. i henhold til en fagplan.
- Ingen krav til trening og opplæring i stedfortrederroller.
- Manglende kjennskap til ytelseskrav blant innsatspersonell og beredskapsledelse.
- Ingen system for å håndtere avvik fra gjennomført treningsplan.
- Det var ingen system for å registrere oppfølgingstiltak og lærepunkter fra treningsseksjoner og overføre disse mellom skiftene.

Krav:

Styringsforskriften § 6 om styring av helse, miljø og sikkerhet
Aktivitetsforskriften § 23 om trening og øvelser

7.2 Forbedringspunkter

7.2.1 Overvåkning av ventilasjonsanlegget

Forbedringspunkt:

Mangelfull overvåkning av ventilasjonsenheten for maskinrom forut.

Begrunnelse:

- Alle alarmer fra systemet hadde laveste prioritet. Det var igangsatt arbeid for å vurdere alarmfilosofi for å ha bedre kontroll med viktige alarmfunksjoner. Det ble informert om at noen alarmer sannsynligvis bør klassifiseres som sikkerhetskritiske.
- Det var ingen alarm knyttet til høy temperatur i ventilasjonsenheten.

Krav:

Innretningsforskriften § 8 sikkerhetsfunksjoner, første ledd

Aktivitetsforskriften § 31 om overvåkning og kontroll, første og tredje ledd

7.2.2 Risikovurderinger ved modifikasjoner**Forbedringspunkt:**

Manglende dokumentasjon og risikovurderinger av fjerning av grovfilter på luftinntak på ventilasjonsanlegget.

Begrunnelse:

Grovfilteret på inntaket for ventilasjons enheten var fjernet uten at det fremgikk av tegning eller annen dokumentasjon en begrunnelse eller vurderingen av potensielt negative konsekvenser av dette.

Krav:

Styringsforskriften § 11 om beslutningsgrunnlag og beslutningskriterier, første ledd

7.2.3 Bruk av prosedyrer**Forbedringspunkt:**

Prosedyre for ARL (alarm reaksjonslag) ble ikke fulgt, eller eventuelt tilpasset til denne type DFU (Brann i hjelpesystemer).

Beskrivelse:

Instruks for ARL (referanse 17) i forbindelse med ubekreftet alarm sier at ARL etter å ha bekreftet alarm skal gå til sine beredskapsoppgaver. I dette tilfellet ble brannslukking initiert før ARL forlot rommet for å bekle roller i innsatslag. Dette er ikke noe prosedyren tar høyde for. Den aktuelle situasjonen i denne hendelsen er ikke en utypisk situasjon for hva ARL-medlemmene kan utsettes for.

Krav:

Aktivitetsforskriften § 24 om bruken av prosedyrer som virkemiddel for å forebygge feil og fare- og ulykkessituasjoner

7.2.4 Etterlevelse av ytelseskrav**Forbedringspunkt:**

TKPJ ytelseskrav relatert til tid for POB (personell om bord) opptelling og klargjøring av innsatslag ved brann ble ikke oppnådd under hendelsen.

Beskrivelse:

I beredskapsplanen er det etablert ytelseskrav satt til hvor lang tid som tillates før det oppnås:

- Kontroll på POB er satt til 10 min. I dette tilfellet gikk det ca. 15 min før POB kontroll.
- Innsatslag skal være klar til innsats 5 min etter PA-melding. I dette tilfellet gikk det ca. 10 min.

Det er også satt ytelseskrav til etablering av skadestedsledelse på 2 min. Tidspunktet når dette skjedde kom ikke fram av tavlene i beredskapsrommet og lot seg dermed ikke verifisere.

Krav:

Aktivitetsforskriften § 77 om håndtering av fare- og ulykkessituasjoner, punkt d)

7.3 Andre kommentarer

I beredskapsplanen foreligger en forenelighetsmatrise som viser hvilke beredskapsfunksjoner som ikke lar seg kombinere. Vi har sett at matrisen ikke har blitt fulgt her ved at kontrollromsoperatører i SKR i tillegg har en rolle i innsatslag. Det ble ikke fremlagt noe dokumentasjon i form av avvikshåndtering eller gitt annen informasjon på hvorfor tilrådingen fra beredskapsplanen ikke ble fulgt. Det kom fram i intervjuer at kontrollromsoperatør hadde oversiktsbilde over hendessituasjoner fra kontrollrom. Det ble gjennom intervjuer sagt at det opplevdes som uheldig at denne stillingen skulle få avløsning av operatør av vakt. Kontrollromsoperatør av vakt måtte da sette seg inn situasjonen i SKR, mens kontrollromsoperatør på vakt mønstrer i innsatslag.

Uteoperatører gikk til stedet der røykdetektor hadde gitt alarm i SKR som en del av prosedyren for ARL-laget. Deres innsats har mest sannsynlig redusert de materielle skadene. Det er allikevel en risiko knyttet til håndtering av branner uten brannmannsbekledning. Deres innsats bidrog også til at skadested ble identifisert før rommet ble røyklagt. I intervjuene ble det sagt at hvis rommet allerede hadde vært røyklagt hadde det vært veldig vanskelig å finne hvilken enhet i maskinrommet brannen var i. Det ble også nevnt under intervjuene at det i slike tilfeller hadde vært behov for varmesøkende kamera for å navigere seg gjennom røykfylte rom frem til skadested.

Det var under denne hendelsen ikke tilstrekkelig pusteluft ombord i forhåndsfylte flasker. De forhåndsfylte flaskene ble tidlig brukt opp på den ene brannstasjonen om bord. Det ble tatt ut personell fra livbåt for å utføre påfylling av pusteluft.

8 Barrierer som har fungert**8.1 Branndeteksjon**

Brannen ble detektert av røykdetektorer i en tidlig fase. Uteoperatør i ARL-laget var raskt tilstede for å få bekreftet alarmen.

8.2 Spjeld i ventilasjonskanaler

Spjeld på inntaksluften stengte automatisk på grunn av smeltesikring for å hindre spredning av røyk og varme. Se figur 3, punkt 5.

8.3 Varsling med GA og mønstring

Generell alarm (GA) ble utløst manuelt før GA automatisk aktiveres ved bekreftet røykdeteksjon. Ifølge de intervjuede var påfølgende melding som kontrollromsoperatøren gikk ut med på PA-systemet meget tydelig og klar. Meldingen gav klart preg av at situasjonen var reell og ga ikke rom for misforståelser.

8.4 Brannbekjempelse

Innsatsen til de som var på stedet ved første indikasjon på brann, var viktig for å få kartlagt hvor brannen var i rommet på fjerde dekk. Det hadde da enda ikke oppstått røyk i selve rommet utenfor ventilasjonsenheten. Da innsatslaget ankom ca. et kvarter seinere var rommet fylt med røyk som hadde vanskeliggjort lokalisering av brannen. Under intervjuene kom det fram at det kun var ca. 0,5 m sikt.

Forsøk på slokking som ble utført av personell som skulle verifisere alarmen, har mest sannsynlig hatt god effekt for å begrense skadeomfang av brannen.

9 Vurdering av TKPJs granskingsrapport

Det ble samme dag som hendelsen inntraff besluttet å gjennomføre en felles TKPJ/BG gransking med TKPJ s representant som granskingsleder. Granskingen ble gjennomført i henhold til TKPJs egen prosedyre, *Administrative Procedure AP 512*.

Som et ledd i TKPJs gransking ble det i tillegg benyttet eksterne parter for analyse og testing av de elementer som ble ansett som mulige tenkilder. De eksterne partene var SP Fire Research og Glamox. Resultatene fra disse testene og undersøkelsene har ikke konkludert med sikkerhet om hva som var årsaken til antennelsen i ventilasjonsenheten.

Beskrivelsene av hendelsesforløp, direkte og bakenforliggende årsaker knyttet til tekniske forhold er i all hovedsak sammenfallende med våre observasjoner og vurderinger. Anbefalinger og tiltak knyttet til *enkelte* tekniske, operasjonelle og organisatoriske forhold er definert og begrunnet.

TKPJ s egen granskingsrapport inneholder ikke en fullstendig liste over de tiltak som har blitt foreslått etter hendelsen. Denne listen er registrert internt i selskapet i oppfølgingssystemet Synergi men fremkommer ikke av TKPJs granskingsrapport.

Mandatet gitt for granskningsgruppen til BG/TKPJ inkluderte ikke beredskapsmessige forhold knyttet til hendelsen.

TKPJs egen gransking avdekker ingen avvik fra myndighets- eller interne krav.

10 Diskusjon omkring usikkerheter

Det fremkom under intervjuer at det var ulike oppfatninger om hvordan ventilasjonsanlegget skulle opereres om bord. I tillegg var det uklarerheter knyttet til virkemåten av ventilasjonsanlegget.

Strømstansen og påfølgende oppstartsaktiviteter pågikk under skiftbytte kvelden før brannen. Det er usikkert i hvilken grad rutinene i forbindelse med skiftbyttet har hatt betydning for hendelsesforløpet og da spesielt med tanke på oppstart av ventilasjonsanlegget.

Det var ikke mulig gjennom de utførte branntestene å fastslå sikker antennelsesårsak. Langtidstester av Camfil Opakfil filterne i varmeovn viste etter 10 timer at det var mulig å få antennelse ved 180 °C. Dette er mer enn antatt temperatur i ventilasjonsenheten. Det er allikevel ikke mulig å gjenskape de eksakte forholdene offshore i varmeskapet i laboratoriet. Det kan ha vært andre påvirkende faktorer f.eks. forurensing i ventilasjonsenheten som kan ha ført til lavere antennelsestemperaturer for filterne.

Under verkstedoppholdet i Haugesund, før driftsstart, ble forfilterne i ventilasjonsenheten byttet ut. De ble erstattet med en annen type enn de som ble montert under bygging av innretningen. Det er usikkert om i hvilken grad byttet til et annet forfilter har hatt betydning for hendelsesforløpet. Tester utført ved SP Fire Research viser at antennelsestemperaturen for både det gamle (Camfil Ecopleat) og det nye (C-Cell Minipleat) forfilterne var over 443 °C. Ingen av disse filterne ble det utført langtidstester på, slik som hovedfiltret (Camfil Opakfil).

11 Vedlegg

A: Kronologisk hendelsesforløp

B: Følgende dokumenter er lagt til grunn i granskingen

C: Oversikt over deltakere og intervjuet personell

D: Forkortelser brukt i rapporten

E: Systemtegning for AHU fremre maskinrom