

# Granskingsrapport

## Rapport

Rapporttittel

Brann på Valhall PCP den 13.7.2011

Aktivitetsnummer

010006039

## Gradering

 Offentlig Begrenset Strengt fortrolig Unntatt offentlighet Fortrolig

## Sammendrag

Brannen i avluftingsrørene fra kompressorene på Valhall PCP oppstod som en følge av at en kranmotor havarerte. Havariet medførte en mindre brann i maskinrommet og glødende partikler fra eksosrøret blåste over og antente brennbare gasser fra avluftingsrørene. Det viste seg vanskelig å slokke brannen, og en valgte til slutt å bruke beredskapsfartøy med brannkanon til dette. Brannen varte i en time og trettisju minutter fra den ble oppdaget.

Ingen personer ble fysisk skadet i hendelsen, men under litt andre omstendigheter kunne brannen ha eskalert og medført en alvorlig situasjon på innretningen. Produksjonen på Valhallfeltet var nedstengt i ni og en halv uke som følge av hendelsen.

## Involverte

Hovedgruppe

T-3

Godkjent av / dato

Ola Kolnes / 4.1.2012

Deltakere i granskingsgruppen

Eivind Sande

Granskingsleder

Øyvind Lauridsen

## Innhold

1	Sammendrag .....	3
2	Innledning .....	5
3	Hendelsesforløp .....	5
4	Hendelsens ulykkespotensial .....	10
	4.1 Faktiske konsekvenser .....	10
	4.2 Potensielle konsekvenser .....	11
	4.2.1 Potensielle konsekvenser ved brann i kranen .....	11
	4.2.2 Potensielle konsekvenser ved at gnistfangeren ikke har fungert .....	11
	4.2.3 Potensielle konsekvenser ved brann i avluftingsrørene .....	11
5	Utløsende og bakenforliggende årsaker .....	12
	5.1 Utløsende årsaker .....	12
	5.2 Bakenforliggende årsaker .....	12
6	Observasjoner .....	13
	6.1 Identifiserte avvik .....	13
	6.1.1 Mangelfull maskinbeskyttelse for kranmotor .....	13
	6.1.2 Manglende klassifisering og mangelfullt vedlikeholdsprogram for kranmotorens gnistfanger og lydpotte .....	14
	6.1.3 Vedlikeholdsprogram for kranmotor er ikke oppdatert med hensyn til bruk utover forventet levetid .....	15
	6.1.4 Mangelfullt brann- og gassdeteksjonssystem .....	17
	6.1.5 Mangelfull styring av arbeidsprosesser og mangelfull oppfølging av identifisert risiko .....	19
	6.1.6 Mangelfull informasjon om faresituasjoner .....	21
	6.1.7 Mangelfull barrierestyring og avviksbehandling .....	23
	6.1.8 Mangelfull risikovurdering av antennelse i avluftingsrør .....	24
	6.1.9 Turbineksosen er ledet til eksplosjonsfarlig område .....	25
	6.1.10 Mangelfull håndtering av fare- og ulykkesituasjonen .....	25
	6.2 Barrierer som har fungert .....	26
7	Diskusjon omkring usikkerheter .....	27
8	Vedlegg .....	30

## 1 Sammendrag

Onsdag den 13.7.2011 oppstod en brann i avluftingsrør på Valhall PCP. Brannen ble oppdaget ca. kl. 16.37. Samtidig med at brannen ble oppdaget var det båtanløp og kranoperasjoner på sørøstre side av PCP-innretningen. Bemanningen på Valhall feltsenter var på dette tidspunktet 626 personer.

Hendelsen startet ved at det oppstod akselbrudd i kjølevannspumpen til A-motoren i kranmaskinrommet. Dette medførte at A-motoren mistet kjølevannssirkulasjonen. Maskinens overtemperaturbeskyttelse, to temperaturfølere som henholdsvis skal gi lydalarm i krankabin og automatisk stenge ned maskinen, feilet i å detektere temperaturstigningen. Dette medførte motorblokken og eksosmanifolden ble overopphetet. Den høye eksostemperaturen, muligens i kombinasjon med økt eksosmengde som følge av innblandet vanddamp, medførte at glødende partikler fra A-motorens kombinerte gnistfanger og lydpotte ble blåst ut fra eksosrøret til kranen. Tekniske undersøkelser av gnistfangeren og lydpotten i etterkant viste at disse har vært defekte.

Vinden blåser de glødende partiklene fra eksosrøret mot en ansamling av avluftingsrør ("vent stack") som skal sørge for avluftning til atmosfære av brennbare gasser (kaldventilering) fra kompresjonsmodulene på PCP-innretningen. Gassene antennes.

Brannen rapporteres per telefon kl. 16.39 til sentralt kontrollrom (SKR) på PCP-innretningen.

SKR starter en kontrollert nedstengning av kompressoren som er tilkoplede avluftingsrørene kl. 16.42.28, og ett minutt senere iverksettes nødstoppe av kompressoren. Nedstengningen av utstyret medfører en oppblussing av brannen som følge av den økte gassmengden til avluftingsrørene. Dette detekteres av en flammedetektor på WP-innretningen kl. 16.43.32, og det aktiverer nødavstengning nivå 2 (ESD2) på PCP-innretningen. Dette medfører at normal strømforsyning stenges ned på PCP, og kranmaskineriet på PCP stopper som følge av at spjeldet som stenger lufttilførselen ("rigsaver") til både A- og B-motoren, stenger. På dette tidspunktet har kranføreren akkurat fått satt ned lasten på båtdekket og frigjort kroken.

Kranføreren åpner døren til maskinrommet for å sjekke hvorfor motorene stanset. Maskinrommet er da fylt med en blå-svart røyk, og han ser en åpen flamme av lighterstørrelse på pakningen til dyse for dieselinnsprøyting til motor A. Han klarer å slokke brannen i maskinrommet ved hjelp av en hanske og melder fra om brannen til sin leder.

Beredskaps- og skadestedsledelsen er hele tiden usikker på om brannen i avluftingsrørene kan spre seg til tankene som er tilkoblet avluftingsrørene. Flammene over avluftingsrørene vurderes til å være ca. tre meter høye, men betydelig høyere i perioder under nedstengningen. Det er ingen automatiske slokkesystemer som dekker området avluftingsrørene står i, og det blir vurdert for risikabelt å sende personell inn med brannslanger for å slokke brannen manuelt. Ingen av avluftingsrørene er utstyrt med flammesperre, og en er bekymret for at flammene skal slå tilbake i tankene som er tilkoblet.

Det besluttes etter hvert at brannkanoner fra fartøy (FiFi) er den beste måten å slokke brannen på, og det lykkes en med kl. 18.14.

### **Faktiske konsekvenser**

De faktiske konsekvenser av hendelsen var havari av kranmotor A og brann i avluftingsrørene. Ingen personer ble fysisk skadet. Produksjonen på Valhall feltet var nedstengt fram til 17. september (ni og en halv uke) som følge av hendelsen.

### **Potensielle konsekvenser ved brann i kranen**

Hadde ikke kranmotoren blitt stoppet som følge av deteksjon av flammer fra brannen i avluftingsrørene, kunne brannen i kranmaskinrommet ha utviklet seg til en dieselbrann ved at rørene til dieseldysene hadde sprukket og sprøytet diesel på eksosmanifolden. Et slikt forløp ville ha gitt betydelig større brannskader i maskinrom og gjort det vanskeligere og evakuere fra kranen.

### **Potensielle konsekvenser ved antennelse i avluftingsrørene**

Det er ikke automatiske eller fjernbetjente slokkesystemer som dekker det området som avluftingsrørene står i, og det ble vurdert for risikabelt å sende inn personell med brannslanger for å bekjempe brannen manuelt. Det er ikke krav i beredskapsplanene for Valhall om at det skal være tilgjengelig beredskapsfartøy med brannkanon. Ingen av avluftingsrørene er utstyrt med flammesperre, og en ble bekymret for at flammene skulle slå tilbake i tankene som er tilkoblet. En spredning av brannen til tilkoblede tanker kunne utviklet seg til en større brann.

### **Avvik**

Identifiserte avvik er knyttet til

- Maskinbeskyttelse for kranmotor
- Klassifisering og vedlikeholdsprogram for kranmotorens gnistfanger og lydpotte
- Oppdatering av vedlikeholdsprogram for kranmotor
- Brann- og gassdeteksjonssystem
- Styring av arbeidsprosesser og oppfølging av identifisert risiko
- Informasjon om faresituasjoner
- Barrierestyring og avviksbehandling
- Risikovurdering av antennelse i avluftingsrør
- Turbineksosen er ledet til eksplosjonsfarlig område
- Håndtering av fare- og ulykkessituasjonen

### **Bakenforliggende årsaker**

Følgende bakenforliggende årsaker er vurdert å ha medvirket til hendelsen:

- Prosjekter for utbedring og oppgradering har gjennomgående hatt lav prioritet, og beslutninger tatt gjennom det siste 10-året har vært preget av kort gjenværende levetid for innretningen.
- Det er mangelfullt system for styring av vedlikehold og oppfølging av identifiserte mangler. Vedlikeholdsprogram, og utføringen av vedlikeholdet har ikke blitt tilpasset innretningens og utstyrets alder og tilstand.
- Flere av de påviste avvikene funnet i granskingen viser at det var mangelfull barrierestyring og manglende risikovurdering. Det er heller ikke satt i verk tiltak for å kompensere for manglende eller svekkede barrierer.
- Mangelfull identifisering av risiko ved brann i avluftingsrørene medfører at personell ikke har trent på denne type hendelser, ikke har fastmontert slukkeutstyr og er usikre på hvilken risiko det er for eskalering.



- Mønstringssystemet har ikke blitt tilpasset bemanningsøkning som følge av den nye PH-innretningen og flotellet Regalia. Manglende oppfylging av tidskrav for POB-kontroll under øvelser har ikke blitt fulgt opp.

## 2 Innledning

Under kranoperasjoner den 13.7.2011 begynte det å brenne på BPs innretning Valhall PCP. I lys av hendelsens ulykkespotensial, med brann i kompressorområdet, besluttet Petroleumstilsynet (Ptil) samme dag å gjennomføre en egen gransking av hendelsen.

Granskingsgruppen bestod av følgende personer:

Eivind Sande,	sjefingeniør, prosessintegritet
Øyvind Lauridsen,	granskningsleder, organisatorisk sikkerhet

I tillegg har følgende personer bidratt:

Henrik Meling	sjefingeniør, logistikk
Rune Solheim	sjefingeniør, beredskap
Hans Spilde	sjefingeniør, HMS-styring
Annika Svanevik	juridisk rådgiver
Anders Tharaldsen	sjefingeniør, beredskap

Granskingsgruppen var på Valhallfeltet fra 14.7 til 18.7.2011. Det ble gjennomført flere befaringer i området, intervju med personell som hadde gjort observasjoner under brannen, personell som arbeidet med de systemene som var involvert eller berørt av hendelsen og personell som håndterte beredskapssituasjonen. Det ble i tillegg gjennomført intervju med ansatte i BPs landorganisasjon i Stavanger. I alt ble det gjennomført intervju med 36 personer.

En betydelig mengde dokumenter, bilder og alarmlogger er innhentet og vurdert. Mens vi var på PCP fikk vi gjort tekniske undersøkelser av kranens brann- og gassdeteksjonssystem og strømforsyning. I ettertid har BP fått undersøkt den havarerte kranmotorens kombinerte gnistfanger/eksospotte samt kranmotorens kjølevannspumpe av eksterne laboratorier. BP har dessuten demontert kranmotoren og rapportert tekniske funn til oss.

I vedlegg A er hendelsen er satt opp med en tidslinje som beskriver de enkelte trinnene i forløpet.

## 3 Hendelsesforløp

Dette kapittelet inneholder en beskrivelse av hendelsesforløpet *fra* oppstart av kranoperasjoner på PCP mellom kl. 16.00 og 16.30 den 13.7 *til* beredskapssituasjonen ble avsluttet rundt kl. 19.00 samme dag.

Onsdag den 13.7 var bemanningen på Valhall feltsenter 626 personer. Disse var innlosjert i boligkvarterene QP, PH og flotellet Regalia. Vindretningen var fra nord, nordøst (30 grader) og vindstyrken var 18 knop. Temperaturen var 15 grader, og det var god sikt. Mellom kl. 16.00 og 16.30 var det båtanløp og kranoperasjoner ble igangsatt på sørøstre side av PCP-innretningen. Kranmaskineriet på PCP består av to dieselmotorer (A- og B-motor) som kjøres i parallell. Disse motorer leverer hydraulikktrykk til kranen. I forkant av oppstart av kranmaskineriet gikk kranfører gjennom sjekkliste for å kontrollere at alt var normalt, bl.a. sjekk av kjølevanns- og oljenivå.

Det som først skjer, er et akselbrudd i kjølevannspumpen til A-motoren. Dette medfører at A-motoren mister kjølevannssirkulasjonen. Kjølevannet kjøler både motorblokken og eksosmanifolden. Tapet av sirkulasjon medfører at kjølevannstemperaturen stiger. Maskinens overtemperaturbeskyttelse, to temperaturfølere som henholdsvis skal gi lydalarm i krankabin og automatisk stenge ned maskinen, feiler i å detektere temperaturstigningen. Dette medfører at motorblokken og eksosmanifolden blir overopphetet. Den høye eksostemperaturen, muligens i kombinasjon med økt eksosmengde som følge av innblandet vanndamp, medfører at glødende partikler fra A-motorens kombinerte gnistfanger og lydpotte blir blåst ut av eksosrøret. Tekniske undersøkelser av den kombinerte gnistfangeren og lydpotten i etterkant viser at den har vært i svært dårlig tilstand som følge av korrosjon.



Figur 1 Påfyllingslokk og stuss for motorolje, motor A etter havariet



Figur 2 Spor etter kjølevæskelekkasjen omkring luftinntak kranmaskinrom som er plassert under motor A

Vinden blåser de glødende partiklene fra eksosrøret mot en ansamling av avluftingsrør ("vent stack") som skal sørge for avluftning til atmosfæren av brennbare gasser (kaldventilering) fra kompresjonsmodulene på PCP. Ca. kl. 16.35 blir det observert et glødende flak som daler ned på gangbroen mellom PCP- og WP-innretningene, i nærheten av PCP. Flaket vurderes å være på størrelse med en tommelfingernegl, og det blir avkjølt og svart når det treffer gangveien. Den som observerer dette, reagerer på det han ser og går til seniormekanikerens kontor for å melde fra om observasjonen. Seniormekanikeren har kontor på WP med vindu mot PCP.

Seniormekanikeren ser ut vinduet mot gangveien, men kan ikke se at det foregår noe arbeid ved gangbrua som kan forklare observasjonen. I neste øyeblikk kikker han høyere opp på PCP og ser da at det brenner i avluftingsrørene. Han vurderer flammene til å være to meter høye og en meter i diameter.



Figur 3 Brannen i avluftingsrørene sett fra PH-innretningen kl. 17.10

Han ser også at kranen er i bruk og legger merke til at det kommer hvit røyk fra kranens eksosrør. Han hadde aldri sett slik røyk fra kranen tidligere. Brannen rapporteres umiddelbart per telefon (ca. kl. 16.40) til sentralt kontrollrom (SKR) på PCP, brannstedet beskrives til å være over K-303/4 C (C-kompressoren), men blir senere korrigert til å være over K-303/4 B (B-kompressoren). SKR-operatør gir beskjed til områdetekniker om å sjekke området det er rapportert flammer i. I tillegg tilkaller han senior SKR-operatør som på dette tidspunktet er på arbeidstillatelsesmøtet i nærheten av kontrollrommet.

Han som har rapportert brannen, reagerer på at det ikke er iverksatt generell alarm og kontakter SKR på nytt. Han presiserer at flammene er reelle, og at de er i nærheten av gasskjølerne på PCP. Sekunder før generell alarm blir iverksatt blir flammene fra avluftingsrørene observert av en person som befinner seg nær WP, på øvre bro mellom PCP og WP. Klokkene 16.41.17 iverksetter SKR generell alarm på hele feltet, for på dette tidspunktet har SKR fått bekreftet brannen av sikkerhetsleder som også var på arbeidstillatelsesmøtet (som begynte kl. 16.30). Samtidig med generell alarm lyder en kort sirene fra hornet i fakkelen, slik at personell i støyområder på PCP blir gjort oppmerksom på alarmen.



Klokken 16.42.28 starter SKR den normale stoppsekvensen av kompressor K-303/4 B, og kl. 16.43.25 iverksettes nødstoppp av kompressor K-303/4 B. Når trykket i kompressorhuset ("casing") synker til 15 psi over atmosfæretrykk, kobles trykkavlastningen av kompressorhuset automatisk over fra fakkelen til et avluftingsrør. Dette gjøres fordi PCP ikke har lavtrykksfakkel. Oppblussingen som den økte gassmengden i avluftingsrørene medfører, detekteres av en flammedetektor på WP-innretningen kl. 16.43.32. En rekonstruksjon viser at dette skjer samtidig med at det fra PH-innretningen observeres en oppblussing av flammene. Observasjonen gjøres bl.a. av samme person som like før generell alarm observerte flammene i avluftingsrørene nær WP, på øvre bro mellom PCP og WP.

Flammedeteksjonen på WP aktiverer deluge og skumutløsning på ESDV-modul WP og nødavstengning nivå 2 (ESD2) på PCP-innretningen. Dette medfører at normal strømforsyning stenges ned på PCP, og nødkraftanlegget startes automatisk. Utfallet av normal strømforsyning medfører at kranmaskineriet på PCP stopper fordi et spjeld i lufttilførselen ("rigsaver") til både A- og B-motoren, stenger. Kranføreren har til nå løftet av to åttefots containere og var i ferd med å løfte av en åpen tjuéfots "basket" med vekt ca. to tonn. På dette tidspunktet har kranføreren akkurat fått satt ned lasten på båtdekket, og kroken er frigjort fra lasten. Han har hørt generell alarm og PA-annonsering om brann på PCP og skal til å sikre kranen i krankrybben før han mønstrer. Dette i henhold til alarmprosedyren. Han har også fått melding på radio fra egen leder, med beskjed om å forlate kranen. Det er på dette tidspunktet ikke noen alarmer fra maskinrommet i krankabinen.

Kranføreren gir beskjed til båten at han ikke får operert kranen. Han forsøker deretter å restarte kranmaskineriet fra krankabinen uten å lykkes. Han går så ut av krankabinen og kjenner med en gang varmestrålingen fra fakkelen. Han åpner døren til maskinrommet for å sjekke hvorfor han ikke fikk start på motorene. Maskinrommet er fylt med en blå svart røyk, og han ser en åpen flamme av lighter-størrelse fra en pakning på dyse for dieselinnsprøyting til motor A. Han klarer å slokke brannen i motorrommet ved hjelp av en hanske og melder fra om brannen i maskinrommet til sin leder. En termisk branndetektor i maskinrommet har ikke registrert brannen. Figur 4 viser motor A etter hendelsen.



Pakning som hadde tatt fyr



Figur 4 Kranmaskinrom PCP, motor A til venstre og detaljer innsprøytningsdyse for sylinder nr 6

Kranføreren får på ny beskjed om å forlate kranen og blir fortalt at brannen er i avluftingsrørene på PCP. Maskinrommet har til nå sperret utsikten hans til avluftingsrørene, så han ser ikke denne brannen før han går ned kranleideren. Brannen i avluftingsrørene beskrives på dette tidspunktet som et "bra sankthans-bål" med flammer på ca. tre meter i

diameter. Kranføreren går direkte til mønstringsstasjon på helidekk QP, og rapporterer igjen om brannen i maskinrommet. Informasjonen blir videreformidlet til skadestedsleder, men ikke til beredskapsledelsen på QP.

SKR begynner med manuell trykkavlastning av PCP kl. 16.52. Det utløses deluge manuelt på deler av PCP (hoveddekk sør modul D og mellomdekk sørøst og sørvest) for å kjøle tanker som er tilkoblet avluftingsrørene. SKR på PCP forlattes etter at manuell trykkavlastning som omfatter hele PCP og rør på tilknyttede broforbindelser er satt i gang.

Trykkavlastningsventiler som ikke kan opereres fra kontrollrommet, blir ikke åpnet.

Nødkontrollrommet på QP overtar etter hvert kontrollromsfunksjonen, og tidspunktet for evakuering av PCP kontrollrom er estimert til kl. 16.56.

Beredskaps- og skadestedsledelsen er hele tiden usikker på om brannen kan spre seg til de tankene som er tilkoblet avluftingsrørene. Det er ingen automatiske slokkesystemer som dekker det området som avluftingsrørene står i, og det blir vurdert å være for risikabelt å sende personell inn med brannslanger for å bekjempe brannen manuelt. Ingen av avluftingsrørene er utstyrt med flammesperre, og en er bekymret for at flammene skal slå tilbake i tankene som er tilkoblet.

Studie av bilder fra brannen tyder på at det brenner fra rørene som er tilkoblet kompressorhus K-303 B og K-304 B samt avgassingssystemet for tetningsolje og smørelje for kompressor K-305 C. Selv etter at trykkavlastningen er ferdig forsetter det å brenne fra avluftingsrørene. Dette betyr at det har vært lekkasje i stengte ventiler fra deler av prosessanlegget som ikke kan trykkavlastes fra SKR (dette gjelder volumer som inneholder mindre enn 1000 kg hydrokarboner). BP har estimert denne lekkasjeraten til 0,05 kg/s.

Det besluttet etter hvert at brannkanoner fra fartøy (FiFi) er den beste måten å slokke brannen på, og standby-fartøyet får beskjed om å gjøre seg klar. I tillegg tilkalles et større FiFi-fartøy fra Ekofiskfeltet.



Figur 5 Avluftingsrørene etter slokking

Det jobbes så med forberedelsene til slokkingen og med å få oversikt over alt personell om bord. Optellingen av personell om bord (POB) viste at en manglet tre personer, og at dette

blir redusert til to personer etter ca. 30 minutter. De siste to blir først gjort rede for kl. 17.51 (etter ca. 70 minutter).

Standby fartøyet slokker brannen ved hjelp av FiFi kl. 18.14, men forsetter å spyle for å kjøle avluftingsrørene. FiFi-innsatsen avsluttes kl. 18.30, etter at en har målt at temperaturen på avluftingsrørene kun er tre grader høyere enn omkringliggende strukturer.

Beredskapsorganisasjonen starter normaliseringen kl. 18.40, og eksterne ressurser dimitteres kl. 18.50.



Figur 6 Slokking pågår. Bilde tatt fra PH kl. 18.02

## 4 Hendelsens ulykkespotensial

### 4.1 Faktiske konsekvenser

De faktiske konsekvensene omfattet brann i avluftingsrør, varmkjøring og havari av kranmotor A, samt skader på diverse utstyr og vindvegger som følge av brannvannet fra FiFi-fartøyet. Ingen personer ble fysisk skadet, men en person var sterkt preget av hendelsen. Det var kun nødkraft tilgjengelig på PCP, WP og IP i ca. to døgn og dette begrenset vedlikeholds og modifikasjonsaktiviteter. Deretter fikk en lagt om hovedkraftforsyning ved hjelp av strøm fra land. Produksjonen på Valhall feltet var nedstengt fram til 17. september (ni og en halv uke) som følge av hendelsen.



## 4.2 Potensielle konsekvenser

### 4.2.1 Potensielle konsekvenser ved brann i kranen

Hadde ikke kranmotoren blitt stoppet av strømbrudd som følge av deteksjonen av brannen i avluftingsrørene, kunne brannen i kranmotorrommet ha utviklet seg til en dieselbrann ved at rørene til dieseldysene hadde sprukket og sprøytet diesel på eksosmanifolden. Når temperaturen ble høy nok, ville nok en slik brann blitt detektert av den termiske detektoren over dieseltanken, og alarmen i kontrollrommet ville blitt utløst. Alarmpanelet i krankabinen ville imidlertid ikke ha varslet kranføreren, så han var avhengig av å bli varslet av kontrollrommet.

Eneste slokkeutstyret som er tilgjengelig, er et håndholdt pulverapparat, en dieselbrann ville ha gitt betydelig større brannskader i maskinrommet og gjort det vanskeligere å evakuere kranen (eneste rømningsvei er en leder like ved døren til maskinrommet).

### 4.2.2 Potensielle konsekvenser ved at gnistfangeren ikke har fungert

Den defekte gnistfangeren har medført at det har vært en tennkilde til stede over gasskjølerne når kranen har vært i drift.

Selv om gasskjølerne er helsveist, har enkelte av kjølerørene hatt lekkasjer. Lekkasjepunktene var blitt sveist. Det er ikke installert gassdetektorer på viftedekk over gasskjølerne på PCP. Den eneste detektoren som kan detektere en gasslekkasje som går oppover fra gasskjølerne, er den som er plassert i ventilasjonsuttaket fra kranmaskinrommet på PCP. Gnistfangeren fungerte ikke og dette medførte en økt sannsynlighet for antenning av lekkasjer fra gasskjølerne. En slik hendelse har storulykkespotensial.

### 4.2.3 Potensielle konsekvenser ved brann i avluftingsrørene

Varmebelastningen ved en antenning av de brennbare gassene i avluftingsrørene på PCP var ikke beregnet. Dette innebærer at en ikke var kjent med hvilken varmelastning de antente avluftingsrørene påførte omkringliggende utstyr og rømningsveier.

Det er ikke branndetektorer som dekker avluftingsrørene, og en var dermed avhengig av at personell oppdaget og varslet om brannen. Området som avluftingsrørene står i, er heller ikke dekket av automatiske eller fjernbetjente slokkesystemer, og det ble vurdert for risikabelt å sende personell inn med brannslanger for å bekjempe brannen manuelt. Det er ikke krav i beredskapsplanene for Valhall om at det skal være tilgjengelig beredskapsfartøy med brannkanon. Ingen av avluftingsrørene er utstyrt med flammesperre, og en var derfor bekymret for at flammene skulle slå tilbake i tankene som er tilkoblet. En eventuell spredning av brannen via avluftingsrørene til tilkoblede tanker kunne utviklet seg til en større brann.

Prøver som er tatt av tetningsoljen etter hendelsen, viser at flammepunktet var lavt (53°C), noe som innebærer at oljen vil avgi damp i antenning konsentrasjon ved oppvarming til eller over denne temperaturen. Det lave flammepunkt innebærer at væsken er å anse<sup>1</sup> som brannfarlig i kategori 3.

---

<sup>1</sup> Væsker med flammepunkt mellom 23 og 60 grader C er klassifisert som brannfarlig i kategori 3 i forskrift om håndtering av farlig stoff.

## 5 Utløsende og bakenforliggende årsaker

### 5.1 Utløsende årsaker

Utløsende årsak til hendelsen er akselbruddet i kjølevannspumpen til A-motoren i kranen. Dette medførte at A-motoren mistet kjølevannssirkulasjonen. Kjølevannet kjøler både motorblokken og eksosmanifolden. Manglende kjøling medførte at motor og eksosmanifold ble varmet opp slik at maling brant av og pakning ved dieseldyse tok fyr. En pakning mellom topplokket og forbrenningskamrene ble utett slik at vann kom inn i en eller flere sylindere. Vannmengden var ikke tilstrekkelig til å kvele motoren, men fordampning av vannet medførte økt volumstrøm i det overopphetede eksosanlegget. Dette har trolig revet løs partikler (sot, metallgitter eller akustisk isoleringsmateriale) i gnistfanger- lydpothesystemet, og disse har blitt ført ut med eksosstrømmen.

To barriereelementer (maskinbeskyttelse og gnistfanger) fungerte ikke (hindret ikke at dette skjedde) som følge av mangelfullt vedlikehold.

Glødende eller brennende partikler har blitt ført med vinden til avluftingsrørene og har her antent gassen i disse rørene.

### 5.2 Bakenforliggende årsaker

Basert på fremherskende funn i identifiserte observasjoner og begrunnelser for disse i kapittel 6.1 til 6.10 vurderer vi det slik at følgende bakenforliggende årsaker har medvirket til at hendelsen kunne inntreffe:

- Det har vært gjennomgående at prosjekter for utbedring og oppgradering har hatt lav prioritet, og beslutninger tatt gjennom det siste 10-året har vært preget av kort gjenværende levetid for innretningen.
- Det er mangelfullt system for styring av vedlikehold og oppfølging av identifiserte mangler. Vedlikeholdsprogram, og utføringen av vedlikeholdet har ikke blitt tilpasset innretningens og utstyrets alder og tilstand.
- Flere av de påviste avvikene viser at det var mangelfull barrierestyring og manglende risikovurdering. Det er heller ikke satt i verk tiltak for å kompensere for manglende eller svekkede barrierer.
- Mangelfull identifisering av risiko ved brann i avluftingsrørene medførte at personell ikke har trent på denne type hendelser, at det mangler fastmontert slokkeutstyr og at en er usikker på hvilken risiko det er for eskalering.
- Mønstringssystemet har ikke blitt tilpasset bemanningsøkning som følge av den nye PH-innretningen og flotellet Regalia. Manglende oppfylging av tidskrav for POB-kontroll under øvelser har ikke blitt fulgt opp.



## 6 Observasjoner

Ptils observasjoner deles generelt i tre kategorier:

- Avvik: I denne kategorien finnes observasjoner hvor Ptil mener det er brudd på regelverket.
- Forbedringspunkt: Knyttet til observasjoner hvor vi ser mangler, men ikke har nok opplysninger til å kunne påvise brudd på regelverket.
- Overensstemmelse/barrierer som har fungert: Benyttes ved påvist overensstemmelse med regelverket.

### 6.1 Identifiserte avvik

#### 6.1.1 Mangelfull maskinbeskyttelse for kranmotor

##### Avvik:

Verneinnretninger knyttet til overtemperaturbeskyttelse på kranmaskin A, var ute av drift. Anbefalt vedlikehold var ikke gjennomført.

Det er ikke dokumentert at den mangelfulle maskinbeskyttelsen var risikovurdert, og det var ikke fastsatt nødvendige tiltak og begrensinger.

##### Begrunnelse:

Følgende ble rapportert i vedlikeholdssystemet etter utført 250 timers forbyggende vedlikehold (FAO-030407) den 18.4.2005:

”Alarmsystemet på motor er ute av drift grunnet utslitte komponenter. Dette medfører at motor går helt ubeskyttet angående varmgang og oljetrykk, og vil havarere om en feil oppstår. Dette har vært til behandling i et par års tid, uten noe skjer”.

BP har på forespørsel ikke kunnet dokumentere at alarmsystemet er reparert etter denne observasjonen.

1.7.2003 ble det initiert et prosjekt (VAFA 3234) for å overhale eksisterende nedstengningsfunksjoner og bygge om systemet for ”overspeed” på dieselmotor på PCP-kranen. Det ble besluttet bare å oppgradere rusingsvernet (”overspeed”) og ikke skifte ut komponentene som skal beskytte mot varmgang og lavt oljetrykk. Oppgraderingen av rusingsvernet ble gjennomført i 2006. Dette innebærer at kranmotorene har vært operert i en treårs-periode uten et operativt rusingsvern. I tidsperioden frem til 15.12.2005 har det heller ikke vært implementert lokal nedstengning av kranmotorene ved gassdeteksjon i tilknytning til kranmaskinrommet (referanse 26 og 28 i vedlegg B). Det blir ikke gjennomført tiltak som følge av at beskyttelsen mot varmgang og lavt oljetrykk ikke fungerer eller kan testes på tilfredsstillende måte som beskrevet i det forebyggende vedlikeholdsprogrammet. Det er ikke dokumentert at det har blitt gjennomført en risikovurdering av forholdet.

Kranmaskin A har et pneumatisk-hydraulisk kontrollsystem som bl.a. inkluderer to nivåer av vern mot overoppheting av motoren.

Nivå 1 består av en temperaturfølsom ventil som ved målte 95 grader C på kjølevannet skal åpne og gi alarm til kranfører gjennom et luftdrevet alarmhorn som er plassert i krankabin.

Føleren ble etter hendelsen varmet opp til ca. 130 grader uten at ventilen åpnet. Det ble også påvist at luftrøret til alarmhornet var tett slik at heller ikke dette virket.

Nivå 2 består av en tilsvarende temperaturfølsom ventil som ved målte 98 grader C på kjølevannet skal åpne og deretter automatisk stenge ned kranmaskinen ved å stenge luftspjeldet for forbrenningsluft til maskinen. Føleren ble etter hendelsen varmet opp til ca. 130 grader uten at ventilen åpnet.

Vedlikeholdet av maskinbeskyttelsen er ikke gjennomført i overensstemmelse med anbefalinger fra produsenten som påpeker viktigheten av å teste maskinbeskyttelsen. Se nedenstående sitat fra original Caterpillar manual for motoren:

Have all shutoff controls and alarms on the engine checked twice a year by your Caterpillar dealer.

controlled testing procedures. To avoid damage to the engine, only authorized personnel should conduct these checks.

It is important that these controls function properly. Their operating condition can only be checked by simulating extreme operating conditions under

#### Krav:

*Aktivitetsforskriften § 45 om vedlikehold, § 25 om bruk av innretninger og § 26 om sikkerhetssystemer*

### **6.1.2 Manglende klassifisering og mangelfullt vedlikeholdsprogram for kranmotorens gnistfanger og lydpotte.**

#### Avvik:

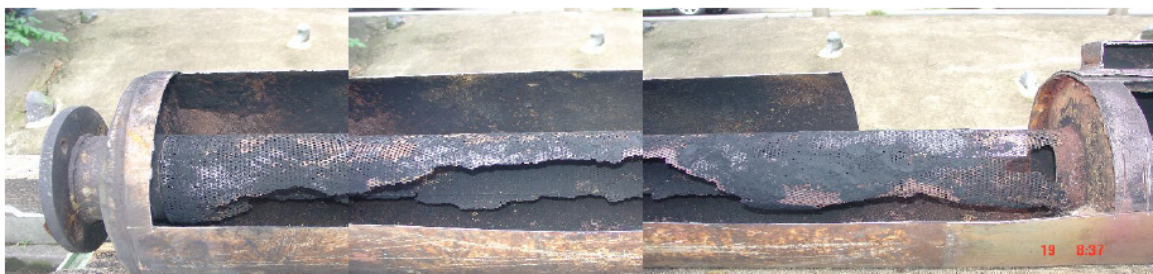
Den kombinerte gnistfangeren og lydpotten var ikke klassifisert som sikkerhetskritisk utstyr, og det var heller ikke etablert et vedlikeholdsprogram for den.

#### Begrunnelse:

Tilstanden på kombinert gnistfanger og lydpotte var svært dårlig, den har vært brukt langt ut over forventet levetid og den var ikke i stand til å utføre sine tiltenkte funksjoner.

På oppdrag fra BP gjorde Universal Silencer Europa Limited tekniske undersøkelser av den kombinerte gnistfangeren og lydpotten for kranmotor A. Disse viser følgende:

- a) Enheten var i stor utstrekning korrodert på utsiden. Korrosjonen var så framskreden at deler av sotoppsamlingsboksen hadde huller som tillot at oppsamlede partikler kunne slippe ut. Dette betyr at gnistfangeren har vært virkningsløs mens den har vært i bruk. Korrosjonen var framskreden, og skader på det perforerte røret er konsistent med lang tids bruk og viser at enheten har vært ineffektiv i lang tid som gnistfanger samt at det ikke var mulig å reparere den.
- b) Reparasjon som var gjort på enheten, var en rustfri stålplate som var sveist uten-på enheten i den ene enden, 40,5 cm opp fra innløpet, pluss en rustfri sveising ved utløpsflensen. Fjerning av stålplaten avdekket at deler av det opprinnelige ytre røret som omslutter enheten, manglet helt. Da enheten har vært montert vertikalt, har korrosjonsutviklingen tatt lang tid. Rapporten konkluderer med at enheten har vært i drift langt ut over levetiden. Det betyr at sikkerhetsfunksjonen som gnistfangeren utgjør (barriereelementet, se observasjon 6.1.7) ikke har fungert på lang tid.



Figur 7 Kranmotorens kombinerte gnistfanger og lydpotte etter undersøkelse (foto: Universal Silencer Europe Ltd)

- c) Det perforerte røret som skal holde fast det akustiske dempningsmaterialet i enheten, var ødelagt, et stort område av røret var borte, og store områder av det perforerte stålrøret var degradert og løsnet. Dette kan resultere i at varmt dempningsmateriale blir blåst ut av enheten.
- d) Biter av det som antas å være det perforerte røret, ble funnet i sotoppsamlingsboksen.
- e) Ifølge rapporten må inspeksjon som avdekker omfattende utvendig korrosjon på enheter, anta at enheten er mer skadet innvendig, da det innvendige perforerte røret normalt er det svakeste elementet. Det er ikke anbefalt å reparere korroderte enheter. De må skiftes ut.
- f) Perforert stålgitter eller løse partikler fra det akustiske dempningsmateriale vil ha like høy temperatur som eksosgassen og kan utgjøre en antennelseskilde.
- g) Lydpotten var ikke merket slik at produsent eller annen identifikasjon framgikk.

At gnistfangeren fungerer, er sikkerhetskritisk. Det fremgår ikke av dokumenter vi har fått framlagt, at den er klassifisert som sikkerhetskritisk utstyr, og det er ikke utarbeidet inspeksjons- og vedlikeholdsprogram for overvåking eller korrigerende av feilmodi som er under utvikling.

Krav:

*Aktivitetsforskriften § 45 om vedlikehold, § 46 om klassifisering og § 47 om vedlikeholdsprogram*

### **6.1.3 Vedlikeholdsprogram for kranmotor er ikke oppdatert med hensyn til bruk utover forventet levetid**

Kranmotoren har vært i bruk i ca. 30 år og det forebyggende vedlikeholdsprogram har ikke blitt endret som følge av motorens alder og generelle tilstand.

Kjølevannspumpen inngår ikke i det forebyggende vedlikeholdsprogrammet for kranmotor. Den blir dermed ikke regelmessig inspisert eller utskiftet.

Begrunnelse:

Kjølevannspumpen er ikke ansett som et kritisk utstyr, og filosofien har vært å kjøre pumpen til den bryter sammen (jf. BPs granskningsrapport).

Det periodisk forebyggende vedlikeholdet av kjølevannsystemet har bestått i å stramme til alle vannførende forbindelser og sjekke motoren for vannlekkasjer, sjekke kjølevannet for forurensing, rense systemet og om nødvendig toppe opp med glykol eller vann, måle pH og frysepunkt og tilsette inhibitor hvis pH er lavere enn 8. Det er videre krav til skifte av kjølevæske ved 2000 timers ettersyn (jf. vedlikeholdsinstruksjon PS.M-I-001). Det er i intervju opplyst at kjølemedium ikke blir skiftet hvis pH og renhet er i orden.

Det er i intervju opplyst at Caterpillar, i forbindelse med BPs gransking, har informert BP om at denne serien av kjølevannspumper har en metallurgisk feil. Dette ble oppdaget på 80-tallet, og Caterpillar har overfor BP opplyst at kunder ble informert om dette den gangen. BP kan ikke i dag verifisere om de har fått denne informasjonen og Caterpillar kan heller ikke dokumentere at dette er sendt.

Kranmotorens vedlikeholdshistorikk viser at det har vært benyttet ulike typer kjølevæske, og at disse har blitt blandet. Eksempler på at ulike kjølevæsker har blitt blandet, er nevnt i FAO-030407 den 18.4.2005: ”Kjølesystemet på motor var oppfylt med Pneumatic Tool Antifreeze Lubricant. Dette medfører for dårlig kjøling og beskyttelse mot tæring, grunnet at anlegget blir fullt av skum under gange, og kjøler dårlig, samt frostbeskyttelsen blir feil.”

Akslingen i kjølevannspumpen og kjølemediet er undersøkt av Exova på oppdrag fra BP. Laboratorieundersøkelsene viser at bruddet sannsynligvis har oppstått som følge av mekaniske skader på den ytre overflaten, som har utviklet seg på grunn av materialutmatting. Akslingen var generelt korrodert på indre og ytre overflater. Korrosjonsproduktet var typisk oksidasjon. Vann og klor i kjølemediet har bidratt til korrosjonen. Se vedlegg E for detaljer omkring bruddstedet.

Det er opplyst at det ved bruk av rett kvalitet på kjølevæske og rett blandingsforhold ikke vil opptå korrosjon på en motor selv etter 20 000 timers drift. Den kjølevæsken som ble analysert etter brannen, ble av laboratorieingeniøren beskrevet som ”brun av farge og luktet meget ille”. Dette kan ha sammenheng med at det har vært en forråtnelsesprosess i kjølevæsken. (jf. e-post fra BP datert 25.11.2011).



Figur 8 Kjølevæske av rødbrun farge på matter under kranmotor

#### Krav:

*Aktivitetsforskriften § 47 om vedlikeholdsprogram*

#### 6.1.4 Mangelfullt brann- og gassdeteksjonssystem

##### Avvik:

Deler av brann- og gassdeteksjonssystemet på PCP-innretningen sikrer ikke hurtig og pålitelig deteksjon av branntilløp, branner og gasslekkasjer. Brann- og gassdeteksjonssystemet i kranen er ikke sikret kontinuerlig nødkraftforsyning.

##### Begrunnelse:

Følgende observasjoner er gjort:

- a) Det ble gjennomført en test av termisk detektor (FE-T-263) i kranmaskinrom. Ved denne testen ble det påvist at lampe og lydalarm (i panel PF-035) som skal varsle kranfører om brann i maskinrommet, ikke ble aktivert. Alarm ble aktivert i kommunikasjonspanelet (PC-010) som er plassert helt bak i krankabinen, men panelet gav en meget svak lydalarm som ikke vil kunne oppfattes av kranføreren når kranoperasjoner pågår.
- b) Brann- og gassdeteksjonssystemet i kranen er ikke sikret kontinuerlig nødkraftforsyning. Ved et utfall av hovedkraft vil kontrollrommet få inn en melding om kommunikasjonsfeil med brann- og gassystemet i kranen. Dette vil dermed være en forventet alarm ved alle strømbrudd. Reelle alarmer fra brann- og gassystemet i kranen vil ikke nå frem til kontrollrommet ved utfall av hovedkraft.
- c) Det fremkommer videre av vedlikeholdshistorikken (KAO-044177, datert 5.8.2005) at nødkraftforsyningen på et tidspunkt ble frakoblet kranførerens lokale brann- og gasspanel. Vi har ikke fått verifisert at dette har vært utkoblet siden, men testen gjennomført under bokstav a viste at det ikke ble aktivert alarm i kranførerens lokale brann- og gasspanel (PF-035).
- d) I forbindelse med ferdigstilling (”commissioning”) av prosjekt for etablering av brann- og gassradiolink mellom kranen og SKR, framkommer det at alarm og lys i kranførerens lokale brann- og gasspanel (PF-035) har blitt testet og har virket den 16.11.2003 (referanse nr. 32). I vedlikeholdsrutinen for årlig vedlikehold av kranens brann- og gasskommunikasjon står det ”Sjekk at lyd og lyssignal i lokal panel i kranen fungerer”. PF-035 er ikke nevnt i TAG-listen for rutinen, kun panel PC-010 hvor det også er lys og lydsignal (referanse nr. 17 e). Dette er som nevnt i avvik 6.1.6 ikke synlig eller hørbart for kranføreren. Heller ikke vedlikeholdsrutiner for varmedetektorer omfatter test av lokalt panel (referanse nr. 17 f).
- e) Branndeteksjonen i kranmaskinrommet på PCP består av en termisk detektor som er montert over en felles dieseltank. Denne detektortypen egner seg best for mindre rom med liten ventilasjon og der det er mulig å montere detektoren i lav høyde over overvåkningsobjektet.

Kranførerens brann- og gasspanel PF-035 (se bildet i Figur 9) viser at det tidligere sannsynligvis har vært flammedeteksjon i kranmaskinrommet, men dette har vi ikke klart å verifisere. En annen observasjon som sannsynliggjør at dette har vært tilfellet, er flammedeteksjon i kranmaskinrommet til søsterkranen på QP-innretningen.

Det er regelverkskrav til at branndeteksjonsanlegg skal detektere en eventuell brann på et tidligst mulig stadium for hurtig å kunne iverksette tiltak som kan redusere

omfanget av brannen. Vår vurdering er at dagens løsning med en termisk detektor som er plassert over felles dieseltank ikke dekker behovet for branndeteksjon i kranmaskinrommet på PCP. Dette begrunnes med at rommet har kraftig ventilasjon, og at et eventuelt branntilløp i kranmaskinrommet må forventes å starte i tilknytning til dieselmotorene.



Figur 9 Kranførers brann- og gassalarmpanel i krankabin (PF-035)

- f) Kranen er utstyrt med en enkelt gassdetektor som er montert i ventilasjonskanal for utluft fra kranmaskinrommet. En viktig rolle til denne detektoren er å unngå at en eventuell gassky blir antent av dieselmotorene eller andre tennkilder i kranen. Videre skal detektoren bidra til å sikre at dieselmotorene i maskinrommet ikke ruser ukontrollert dersom gass fra en lekkasje på innretningen når kranen. Normalt vil en detektor med denne rollen være plassert i luftinntaket til selve maskinrommet dersom forbrenningsluften tas direkte fra rommet. Begge de to dieselmotorene i kranmaskinrommet på PCP tar forbrenningsluft fra selve maskinrommet. Detektorplasseringen i utluftkanalen fra maskinrommet er således ikke i henhold til kravet om at gassdetektorer normalt skal anbringes i alle inntak for ventilasjons- og forbrenningsluft.
- g) Det er ikke installert gassdetektorer på viftedekk over gasskjølerne på PCP. Begrunnelsen som er gitt for dette er at området er helsveist, og at det dermed ikke er lekkasjepunkter. Enkelte av kjølerørene har imidlertid hatt lekkasjer, og er deretter blitt sveist igjen. Den eneste detektoren som kan detektere en gasslekkasje rettet oppover fra gasskjølerne, er den som er plassert i ventilasjonsuttaket fra kranen på PCP.
- h) Branndeteksjonssystemet på PCP detekterte ikke at det var brann i flere av avluftingsrørene fra kompresjonsområdet på PCP. Ingen detektorer eller andre overvåkningssystemer var tiltenkt å kunne detektere en eventuell brann i dette området.

Krav:

*Innretningsforskriften § 82 nr. 2, jf. forskrifter for produksjons- og hjelpesystemer på produksjonsanlegg m.v. for utvinning av petroleumsforekomster, fastsatt av Oljedirektoratet den 3. april 1978, kap. 11.1.1, 11.2.1.1, 11.2.1.3 og 11.3.1.1 om gass- og brannvarslingsanlegg.*

*Innretningsforskriften § 82 nr. 2, jf. forskrifter for produksjons- og hjelpesystemer på produksjonsanlegg m.v. for utvinning av petroleumsforekomster, fastsatt av Oljedirektoratet den 3. april 1978, kap. 13.2 og 13.3.2 om nødkraft og nødkraftforbrukere. Styringsforskriften § 5 om barrierer.*

### **6.1.5 Mangelfull styring av arbeidsprosesser og mangelfull oppfølging av identifisert risiko**

#### Avvik:

Ansvar og myndighet er ikke entydig definert og samordnet for vedlikehold av kran. Systemet for oppfølging og risikovurdering av notifikasjoner, og gjennomføring av tiltak er mangelfullt. Det blir ikke i tilstrekkelig grad gjennomført undersøkelser av bakenforliggende årsaker når det blir oppdaget feil og mangler.

#### Begrunnelse:

- a) I intervju framkom det at ansvar for ulike systemer i kranen er fordelt på ulike disipliner og det er ingen som har total oversikt over systemene og kan samordne vedlikeholdet. Følgende disipliner er på ulike vis involvert i oppfølging og vedlikehold av kranen: Kranansvarlig, leder for kranvedlikehold og motorvedlikehold på land, kranfører, kranmekaniker, dieselmekaniker, elektro, automasjon/instrument, digital og tele.
- b) Det ble i intervju opplyst at grenseflater mellom instrument/automasjon og kranmekaniker og dieselmekaniker vedrørende forebyggende vedlikehold av motorbeskyttelse er noe uklart for de involverte. Det kom fram at ingen har den samlede oversikten over de ulike systemer med motorer, instrumentering og motorbeskyttelse. Tilsvarende var det for grenseflater mellom brann- og gassdeteksjon, strømforsyning og telekommunikasjon. Det er også uklarheter vedrørende grensene mellom utstyr som er forbundet med selve løftesystemet, og utstyr som følges opp av de andre disiplinene. I følge NORSOK R-003N, som er anerkjent norm, skal det utpekes en teknisk ansvarlig som blant annet skal ”ivareta teknisk tilstand for løfteutstyr og sørge for at nødvendig vedlikeholdsprogram blir etablert, implementert, utført og vedlikeholdt etter produsentens instruksjoner og erfaringer med denne typen utstyr”.

Et punkt i vedlikeholdsinstruksen for mekanisk er relatert til instrumentering (pkt. 14): ”Utfør generell kontroll av instrumenter”. Dette er utdypet som ”Kontroller funksjon av alle instrumenter”.

I intervju ble det opplyst at hvis det skal omfatte test av motorbeskyttelse og alarmsystem knyttet til dette, faller det utenfor kompetanseområdet til mekanikere. Ansvar for utføring av forebyggende vedlikehold på maskinbeskyttelsen lå tidligere (i 2001) under instrument. Av arbeidsordre (KAO-014784 datert 6/10-2001) framkommer det i en merknad at det kun er mekanisk drift som har kompetanse på dette utstyret.

På forespørsel har vi fått opplyst at mekanisk FV på maskinbeskyttelsen skal utføres med elektro-/instrumentstøtte. Det henvises til vedlikeholdsinstruksjoner automasjon (5.200.054) som skal beskrive sjekk av maskinbeskyttelsen i mer detalj. Denne var ikke vedlagt elektro FV, og i tillegg ligger den under instrument i BPs



dokumentstyringssystem. Instruks er for øvrig en generell beskrivelse av instrumenterings FV for termostater av fabrikat BBC. Det er ikke mulig å dokumentere når ansvaret har blitt overført fra elektro/instrument til mekanisk. Basert på vedlikeholdshistorikk har overføringen tilsynelatende funnet sted i 2002.

Av BPs granskningsrapport framgår det at maskinbeskyttelsen ikke ble testet i henhold til vedlikeholdsrutinen fordi instrumentene var vanskelige å teste og var forventet å bli byttet ut snarlig. Dette har vært skrevet inn i vedlikeholdshistorikken siden 2004 (se også avvik 6.1.1 hvor det er nevnt at dette forholdet ble påpekt 18.4.2005).

- c) Som nevnt under avvik 6.1.1 har det ikke blitt gjennomført tiltak som følge av at beskyttelsen mot varmgang og lavt oljetrykk ikke fungerer eller kan testes på tilfredsstillende måte som beskrevet i det forebyggende vedlikeholdsprogrammet, og det er ikke dokumentert at det har blitt gjennomført en risikovurdering av forholdet. Feilen har vært kjent siden 2003 og har blitt meldt inn på nytt i 2005 (jf. utstyrshistorikk FAO-030407).
- d) Prosjekt for modifikasjon (AFA 3234) fra 2003 skulle omfatte en overhaling av eksisterende system for overvåking av dieselmotorer i PCP-kranen og modifikasjon av rusingsfunksjonen ("overspeed"). Etter en teknisk gjennomgang ble det besluttet å beholde eksisterende system for overvåking av temperatur og trykk, men modifisere system for overvåking av turtall, som følge av faren for gass fra gasskjølerne. Det er ikke dokumentert at eksisterende system for overvåking av temperatur og trykk har blitt overhaldet. Det modifiserte systemet for overvåking av turtall (nytt rusingsvern) ble satt i drift 16.4.2006 og prosjektet ble avsluttet 21.11.2007.
- e) Etter en brann i nødgeneratoren på Valhall PCP den 20.4.2004 avdekket granskingen en svakhet ved designen av luftinntaket på motoren til nødgeneratoren (Synergirapport nr. 873768). Svakheten bestod i at ett av to luftspjeld på dieselmotoren kunne stenge uavhengig av det andre og dermed føre til at det ble ufullstendig forbrenning slik at diesel kom ut i eksossystemet. Dette hadde forårsaket brannen i nødgeneratorens eksosanlegg.

Denne svakheten var blitt identifisert flere ganger tidligere i samme motor og senest rapportert 28.1.2002 etter et tilfelle hvor det var mistanke om at ett av de to spjeldene hadde lukket seg.

I 2002 ble det skrevet en arbeidsordre for å utbedre den sikkerhetsrisikoen dette utgjorde, men denne arbeidsordren ble ikke utført fordi ingeniøren som skulle finne en løsning på svakheten, fikk andre oppgaver. Dette ble identifisert i granskningsrapporten i 2004. Likevel ble det i granskningsrapporten bare foreslått å gjennomføre arbeidsordren som var skrevet i 2002 som et forebyggende tiltak, samt å foreta en annen teknisk modifikasjon på den aktuelle nødgeneratoren.

Det ble ikke foreslått tiltak som kunne hindre at en arbeidsordre kan bli liggende uten at dette blir fulgt opp, og uten at det blir risikovurdert. Dette, at noe kan bli liggende uten at det blir fulgt opp og risikovurdert, er også observasjon i bokstav c ovenfor.



- f) Den 21.5.2011 ble det tatt en oljeprøve fra kranmotor A. Analyseresultatet forelå den 15.6 (referanse nr. 24) og viste at det var unormalt høye verdier for kobber (økt fra 2 mg/kg til 345 mg/kg, alarmgrense ca. 20 mg/kg), for bly (økt fra 1 mg/kg til 28 mg/kg alarmgrense ca. 12 mg/kg) og for natrium (økt fra under 5 mg/kg til 70 mg/kg alarmgrense ca. 17 mg/kg). I rapporten framkommer det at høye verdier for kobber og blyinnhold i motoroljen kan skyldes lagerslitasje. Det framkommer videre at det høye natrium innholdet kan tyde på vannlekkasje. Vanninnholdet er imidlertid bare på 0,04 vektprosent. I følge rapporten tyder dette på at vann har fordampet. Basert på det store spranget i måleverdier spekuleres det i om oljeprøven kan være forurenset, og det anbefales å ta en ny prøve ved neste mulighet, for å bekrefte verdiene. Også B-motoren viste høye verdier av kobber.

Den 8.7.2011 (en uke før hendelsen) ble det skiftet motorolje og filter på begge kranmaskinene, som et resultat av de dårlige oljeprøvene den 21.5. Resultatet av analysen av oljeprøven den 8.7. forelå ikke før etter hendelsen. Prøvene viste imidlertid 90 mg/kg kobber, 6 mg/kg bly og 27 mg/kg natrium. Både kobber og natriuminnholdet var over alarmgrensen. Kranen var bare kjørt 38 timer siden siste oljeskift. Det har ellers vært ganske rutinemessige skift med 200 timers intervaller tilbake til 2007 (så langt vi har kjennskap til historikken).

Det ble ikke undersøkt hva som forårsaket de dårlige oljeprøvene. Mye kan tyde på at resultatene av prøvene har en sammenheng med tilstanden på kjølevannspumpen, og en nærmere undersøkelse kunne ha avdekket dette.

#### Krav

*Styringsforskriften § 6 om styring av helse, miljø og sikkerhet, § 21 om oppfølging og § 22 om avviksbehandling*

*Aktivitetsforskriften § 92 om løfteoperasjoner, jf NORSOK R-003 vedlegg A*

### **6.1.6 Mangelfull informasjon om faresituasjoner**

#### Avvik:

Plassering av alarmpanel for brann og gass i kombinasjon med mangelfullt lydsignal eller andre tiltak var ikke slik at kranføreren hurtig kunne motta nødvendig informasjon og utføre nødvendige aksjoner.

Det var ikke fastsatt hvilke tiltak og begrensninger som var nødvendige ved manglende maskinbeskyttelse i kombinasjon med manglende lydvarsling eller annen varsling om unormale verdier på instrumenter for overvåking av motor.

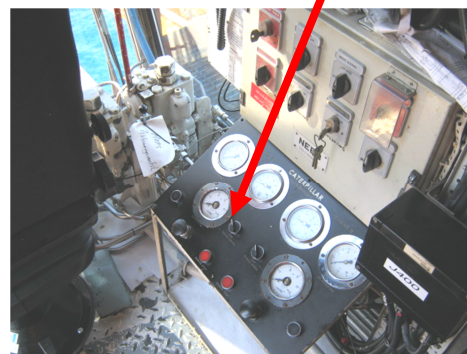
Det var ikke gitt tilstrekkelig informasjon om de ulike alarmsystemenes funksjoner etter flere modifikasjoner.

#### Begrunnelse

- a) Instrumenter for overvåking av temperatur, oljetrykk og turtall på motorer er plassert til høyre, delvis bak kranføreren når kranen kjøres (Figur 10). Det er ikke lydsignal eller annen varsling av unormale verdier knyttet til dette panelet. Panelet er eneste informasjonskilde om motortilstand når maskinbeskyttelsen ikke er i drift (se avvik 6.1.1 om maskinbeskyttelse).



Panel for overvåking av motorer



Figur 10 Kranfører i krankabin, instrumenter for overvåking av motorer er plassert til høyre og delvis bak kranfører når kranen kjøres

- b) Brann- og gasspanel for lokal varsling av kranfører er plassert bak kranfører og høyt oppe slik at det ikke kan ses fra kranførerstolen med mindre kranfører snur seg og ser opp på det (Figur 11). Test under befaringen viste at lydsignalet som skal påkalle kranførerens oppmerksomhet hvis det går en alarm, er satt ut av funksjon. Det er registrert at lydsignalet ble koplet fra i 2005 (KAO-044177 datert 5.8.2005). Lyssignalet er også satt delvis ut av funksjon (se avvik 6.1.4). Når det virker, kan lydsignalet gi et lydnivå på mellom 79- og 107 dB (fabrikantens tekniske datablad).



Figur 11 Brann- og gasspanel for lokal varsling av kranfører er plassert bak kranfører og over døren. Lydsignalet er satt ut av funksjon.

- c) Det nye brann- og gasskommunikasjonspanelet som skal varsle kontrollrommet i tilfelle brann- eller gassdeteksjon, er plassert helt bakerst i krankabinen. Test under befaringen viste at lydsignalet fra dette panel så vidt er hørbart i kabinen når det ikke er annen støy der. Under bruk av kranen er støynivået målt til 75 dB(A), og kranføreren har hørselsvern med radiokommunikasjon slik at det er umulig å oppfatte lydsignalet (jf. avvik 6.1.4).
- d) Flere av de impliserte hadde mangelfull informasjon om status for de ulike alarmsystemene. Ingen vi snakket med under befaringen visste om at lydalarmer var

koplet fra, og det var usikkerhet med hensyn til funksjonene på det nye og gamle brann- og gasspanelet.

Krav:

*Aktivitetsforskriften § 33 om tilrettelegging av arbeidet, første ledd om at arbeidet skal tilrettelegges slik at sannsynligheten for feilhandlinger som kan føre til fare- og ulykkessituasjoner reduseres.*

*Aktivitetsforskriften § 26 om sikkerhetssystemer*

*Styringsforskriften § 15 om informasjon*

### **6.1.7 Mangelfull barrierestyring og avviksbehandling**

Avvik:

Avvik fra etablerte interne krav til barriereelementer på Valhall var ikke korrigert eller kompensert for.

Det var mangelfull kjennskap til hvilke barrierer som var etablert og hvilken funksjon de skulle ivareta, samt hvilke krav til ytelse som var nødvendige for at den enkelte barrieren skulle være effektiv. Det var ikke kjent hvilke barrierer som var ute av funksjon eller var svekket på annen måte, og det var ikke satt i verk nødvendige tiltak for å rette opp eller kompensere for manglende eller svekkede barrierer.

Begrunnelse:

BP har satt ytelseskrav til barriereelementene på Valhall. Følgende observasjoner er eksempler på at disse kravene ikke blir etterlevd.

- a) BP har ytelseskrav (Valhall PS no. 5 Ignition Source Control) til at det skal være flammesperre på avluftingsrør som kan være en potensiell lekkasjekilde for eksplosiv gass eller damp. Begrunnelsen for kravet er å unngå at en eventuell brann i et avluftingsrør slår tilbake i tanken som inneholder det brennbare mediet. Avluftingsrørene fra kompressorene på PCP-innretningen er ikke utstyrt med flammesperre. Det er heller ikke kompensert for dette på annen måte. I 1998 og 2005 ble det vurdert å innføre inertgasspyling i avgassingstanker, men i intervju ble det opplyst at en i 2005 besluttet ikke å gjennomføre dette som følge av kort gjenværende levetid.
- b) Varmebelastning fra antente gasser i avluftingsrør på PCP var ikke beregnet. Beslutningen om å ikke gjennomføre disse beregningene, var begrunnet i en studie som konkluderte med at det var lav sannsynlighet for antennelse. De generelle barrierekravene i BP sier at "The Performance Requirement can normally be met by the following: ... Flaring (including unintentional ignition of a cold vent) does not give unacceptable heat loads". (Referanse: BPN Site Technical Practice- Integrity Management General Safety strategy and performance standard for barriers, Date: 04.10.2006.). I dokument som inneholder ytelseskrav (Valhall PS no. 13 Blowdown), fremkommer følgende: "No dispersion calculations have been retrieved for the compressor vents". Regelverket krever at en må dokumentere at gassutslipp via kaldavlastningstårn ikke vil skape fare på produksjonsanlegget, og at det ved dimensjonering og plassering skal tas hensyn til at utslippet kan antennes.

- c) I BPs granskingsrapport etter hendelsen fremkommer det at soneklassifiseringens utstrekning omkring avluftingsrørene, innbefatter eksosrørene fra turbinene. Det er videre argumentert for at turbineksosen ikke er varm nok til å kunne antenne gass fra avluftingsrørene. Det kan etter vår vurdering ikke utelukkes at varme partikler fra turbineksosen kan være en potensiell tennkilde for avluftingsrørene, den korte avstanden tatt i betraktning. Regelverket krever at eksosavløp skal ledes til ikke-eksplosjonsfarlig område, og at eksosavløp skal konstrueres slik at eventuelle gnister fra forbrenningen ikke blir en antenneskilde.
- d) Ytelseskravene for gnistfangere spesifiserer at disse initielt skal vedlikeholdes årlig, og at intervallet kan økes til maksimalt to år basert på god vedlikeholdshistorikk. Det fremkom av granskingen at gnistfangerene for eksos fra kranmotorene ikke var inkludert i vedlikeholdsprogrammet. Tilstanden på kombinert gnistfanger og lydpotte var svært dårlig, og den har vært brukt langt ut over forventet levetid. Det betyr at barriereelementet som gnistfangeren utgjør, ikke har vært i funksjon på lang tid. (se avvik 6.1.2).
- e) Verneinnretninger knyttet til overtemperaturbeskyttelse på kranmotor A, var ute av drift (se avvik 6.1.1).
- f) Mangelfullt brann- og gassdeteksjonssystem (se avvik 6.1.4).

Krav:

*Styringsforskriften § 5 om barrierer, jf § 8 om interne krav*

*Styringsforskriften § 22 om avviksbehandling*

*Innretningsforskriften § 82 nr. 2, jf. forskrifter for produksjons- og hjelpesystemer på produksjonsanlegg m.v. for utvinning av petroleumsforekomster, fastsatt av Oljedirektoratet den 3. april 1978, kap. 9.3.7 om gassutslippssystem*

*Innretningsforskriften § 82 nr. 2, jf. forskrifter for produksjons- og hjelpesystemer på produksjonsanlegg m.v. for utvinning av petroleumsforekomster, fastsatt av Oljedirektoratet den 3. april 1978, kap. 4.2.2 om eksosavløp.*

### **6.1.8 Mangelfull risikovurdering av antennelse i avluftingsrør**

Avvik:

Anlegget var ikke utstyrt med fastmonterte brannsløkkingsystemer, slik at brann kunne bekjempes i området ved avluftingsrørene, og det var ikke gjort vurderinger av hvordan en brann skulle bekjempes. Det var videre ikke beregnet hvilken varmebelastning antente gasser i avluftingsrørene ville utgjøre.

Begrunnelse:

Det var ingen automatiske sløkkesystemer som dekket det området avluftingsrørene står i, og det ble vurdert for risikabelt å sende personell inn med brannslanger for å bekjempe brannen manuelt. Etter hvert ble det besluttet at brannkanoner fra fartøy (FiFi) var den beste måten å slukke brannen på, og beredskapsfartøyet fikk beskjed om å gjøre seg klar. I tillegg ble det tilkalt et større beredskapsfartøy med FiFi-kapasitet fra Ekofiskfeltet. Beredskapsfartøyet sløkket brannen ved hjelp av FiFi kl. 18.14, og forsatte med å spyle for å kjøle ned avluftingsrørene. FiFi-innsatsen ble avsluttet kl. 18.30, etter at en hadde målt at temperaturen på avluftingsrørene kun var tre grader høyere enn omkringliggende strukturer.

Beredskapsfartøy med FiFi-kapasitet inngår ikke i beredskapsplanen for Valhallfeltet. Det innebærer at det ikke nødvendigvis alltid vil være beredskapsfartøy med FiFi tilgjengelig.

Varmebelastningen ved en antennelse av gasser i avluftingsrørene på PCP var ikke beregnet. Dette innebærer at en ikke var kjent med hvilken varmebelastning de antente gassene i avluftingsrørene påførte omkringliggende utstyr og rømningsveier. Det var ikke branddetektorer som dekket avluftingsrørene, og en var dermed avhengig av at personell oppdaget og varslet om brannen. Det var heller ikke automatiske eller fjernbetjente slokkesystemer som dekket det området avluftingsrørene er plassert i, og det ble vurdert for risikabelt å sende personell inn med brannslanger for å bekjempe brannen manuelt. Ingen av avluftingsrørene var utstyrt med flammesperre, og en var bekymret for at flammene skulle slå tilbake i tankene som er tilkoblet. En eventuell spredning av brannen via avluftingsrørene til tilkoblede tanker kunne utviklet seg til en større brann.

Krav:

*Styringsforskriften § 17 om risikoanalyser og beredskapsanalyser.*

*Innretningsforskriften § 82 nr. 2, jf. forskrifter for produksjons- og hjelpesystemer på produksjonsanlegg m.v. for utvinning av petroleumsforekomster, fastsatt av Oljedirektoratet den 3. april 1978, kap. 12.1.1 om brannsløkking*

### **6.1.9 Turbineksosen er ledet til eksplosjonsfarlig område**

Avvik:

Turbineksosen er ledet til eksplosjonsfarlig område.

Begrunnelse:

I BPs granskingsrapport etter hendelsen fremkommer det at eksosrørene fra turbinene er plassert i eksplosjonsfarlig område omkring avluftingsrørene. BP konkluderer i rapporten med at turbineksosen ikke er varm nok til å kunne antenne gass fra avluftingsrørene. Det kan etter vår vurdering ikke utelukkes at varme partikler eller flammer fra turbineksosen kan være en potensiell tennkilde for avluftingsrørene, den korte avstanden tatt i betraktning. Regelverket krever at eksosavløp skal ledes til ikke-eksplosjonsfarlig område, og at eksosavløp skal konstrueres slik at eventuelle gnister fra forbrenningen ikke blir en antennelseskilde.

Krav:

*Innretningsforskriften § 82 nr 2, jf. forskrifter for produksjons- og hjelpesystemer på produksjonsanlegg m.v. for utvinning av petroleumsforekomster, fastsatt av Oljedirektoratet den 3. april 1978, kap. 4.2.2 om eksosavløp*

### **6.1.10 Mangelfull håndtering av fare- og ulykkessituasjonen**

Avvik:

Det ble ikke iverksatt nødvendige tiltak så raskt som mulig ved den oppståtte fare- og ulykkessituasjonen og ytelseskravene som er satt i aksjonsplanen for DFU 1 Antent/uantent HC-lekkasje, ble ikke etterlevd.

Begrunnelse:

- a) Generell alarm ble ikke iverksatt umiddelbart etter at melding om brann ble gitt til sentralt kontrollrom (SKR) på PCP-innretningen. Etter at melding om brann på PCP

ble gitt til SKR, ble det gitt ordre om ”sjekk og rapporter” til alarmreaksjonslaget. Ved en klar melding til SKR om brann om bord bør generell alarm (GA) utløses umiddelbart. Generell alarm ble først utløst ca. to minutter etter at brannen var blitt varslet til SKR. Det første eksakte tidspunktet i alarmloggen er GA som ble iverksatt på hele feltet kl. 16.41.17.

- b) ESD skal iverksettes ved hydrokarbonbrann (HC-brann) på PCP i henhold til ytelseskravene. Det ble først iverksatt normal stoppsekvens for kompressor K303/4B kl. 16.42.28. ca. ett minutt senere iverksettes nødstop for kompressor K303/4B. Dette medfører en oppflamming som blir detektert av flammedetektor på WP, og nødavstengning (ESD2) blir automatisk iverksatt kl. 16.43.35. Som følge av at flammedeteksjonen skjer fra naboinnretningen, medfører denne ikke automatisk trykkavlastning på PCP. Ved flammedeteksjon på PCP ville det ha medført ESD2 og automatisk trykkavlastning. Deluge utløses i modul D fra SKR kl. 16.52.23. Trykkavlastning blir iverksatt manuelt fra PCP kontrollrom i perioden fra 16.52.43 til 16.54.18. Deluge på mellomdekk sørvest og sørøst utløses også fra SKR etter beskjed fra beredskapsledelsen kl. 16.56.04. Deretter forlats PCP kontrollrom, nærmere 17 minutter etter at brannen ble varslet. I henhold til ytelseskravene skal evakuering av SKR skje innen tre minutter ved HC-brann på PCP.
- c) Personellkontroll for personell om bord (626 personer) ble ikke etablert i henhold til krav. Opptellingen av personell om bord (POB) viste at en manglet tre personer og at dette blir redusert til to personer etter ca. 30 minutter. De siste to blir først gjort rede for kl. 17.51 (etter ca. 70 minutter). Valhall har et elektronisk system for registrering av personell som har mønstret. Dette systemet omfatter ikke de personene som har beredskapsoppgaver (ca. 70 personer), og når disse har mønstret i henhold til egen instruks, meldes dette manuelt til radiorommet. Under hendelsen stemte ikke totalantallet på feltet ved første opptelling. Det manuelle arbeidet med å finne ut hvem som manglet, var tidkrevende, og det viste seg også at det elektroniske systemet ikke stemte med hensyn til hvor mange som var på henholdsvis Regalia og PH. Systemet viste at to av de savnede var på PH og én på Regalia, mens alle faktisk var på Regalia. I tillegg var det svikt i kommunikasjonen mellom broen på Regalia og radiorommet på QP. Ytelseskravet sier at alt personell skal være mønstret, telt opp og klar til evakuering innen 20 minutter.
- d) Oversikt over mønstringsøvelser i 2011 viser at en kun ni ganger har klart å gjennomføre personellkontrollen for personell om bord innenfor den gitte tidsrammen. Hele 16 øvelser oppfylte ikke kravet på 20 minutter (referanse 31). I intervju ble det opplyst at dette har vært tatt opp av offshoreorganisasjonen flere ganger, men uten at problemet har blitt løst.

#### Krav:

*Aktivitetsforskriften § 77 om håndtering av fare- og ulykkessituasjoner*

*Styringsforskriften § 5 om barrierer og § 8 om interne krav*

## **6.2 Barrierer som har fungert**

Observasjonen av glødende flak på gangveien mellom PCP og WP og rask rapportering til SKR medfører at beredskapsorganisasjonen blir varslet om brannen i avluftingsrørene.

Alarmreaksjonslaget var raskt på plass og vurderte situasjonen slik at det kunne være farlig å sende inn personell for å slokke brannen. Med den informasjonen som forelå på dette tidspunktet synes det å være en riktig beslutning.

På bakgrunn av manglende flammesperrer i avluftingsrørene, ingen nitrogenspyling av tanker tilkoplede avluftingsrørene, ikke fjernoperert brannsløkkingsutstyr som dekker dette området, og det faktum at brannen fortsetter etter trykkavlastning, vurderer vi det som en riktig beslutning å bruke tilgjengelig FiFi-fartøy.

Det ble tidlig iverksatt tiltak for å kjøle ned utstyr i området ved å utløse deluge.

Flere opplyste i intervju at beredskapsledelsen hadde gitt god informasjon via PA-systemet om situasjonen underveis, og at de satte stor pris på dette.

## 7 Diskusjon omkring usikkerheter

Det har i den første fasen av granskingen vært en del usikkerhet om hva som førte til antennelsen av gassen fra avluftingsrørene. Flere mulige tennkilder har blitt vurdert som følger:

- a) Det er en lysarmatur få meter fra avluftingsrørene. Det var ingen synlige skader på armaturen, og med den aktuelle vindretningen er armaturen på vindsiden av avluftingsrørene slik at gassen ble ført bort fra armaturen (Figur 12). Sannsynligheten for at dette har vært tennkilde, anser vi som lav.



Figur 12 Lysarmatur plassert på vindsiden av avluftingsrørene.

- b) Eksosrøret fra nærmeste turbin er plassert nærmere enn 10 meter fra avluftingsrørene, og vindretningen gjør at flammer, varme eller glødende partikler som måtte bli blåst ut av eksosrøret, kan nå gassen fra avluftingsrørene (Figur 13). Turbinen var i stabil drift på det aktuelle tidspunktet, og det er ingen indikasjoner på at noe unormalt har skjedd. Temperaturen på eksosen er ikke tilstrekkelig til å antenne gassen. Sannsynligheten for at turbineksosen har vært tennkilde, anser vi derfor som lav.





Figur 13 Turbineksosen er plassert på vindsiden av avluftingsrørene. Bildet er tatt fra PCP-kranen.

- c) Det er også vurdert om brennende partikler har blitt blåst ut av kranmaskinrommet som en følge av motorbrannen. En tidlig teori var at glødende eller brennende malingsflak, isolasjon eller liknende, dynket med diesel, har blitt ført med vinden til avluftingsrørene. Utluft fra maskinrommet blåste rett mot avluftingsrørene i den posisjonen kranen stod i ved løfteoperasjonene til og fra fartøyet, og inspeksjon av utluftkanalen viste at denne var sotet (Figur 15). I tillegg var vindretningen fra kranen og mot avluftingsrørene (Figur 13). I maskinrommet var det sprøytet ut en grønn væske som viste tydelig på den hvite trykklufttanken plassert mellom maskinene og utluftkanalen (Figur 14). Den grønne fargen samsvarte med fargen på dieselen i tanken i maskinrommet. Laboratorieanalyser (referanse nr. 33) viser imidlertid at det grønne fargestoffet ikke stammer fra merket diesel. Vi kunne heller ikke lukte diesel, og senere tekniske undersøkelser har ikke avdekket noe som skulle tilsi at det har vært en diesellekkasje i rommet. Sannsynligheten for at dette skulle ha antent gassen i avluftingsrørene, vurderer vi således som liten.



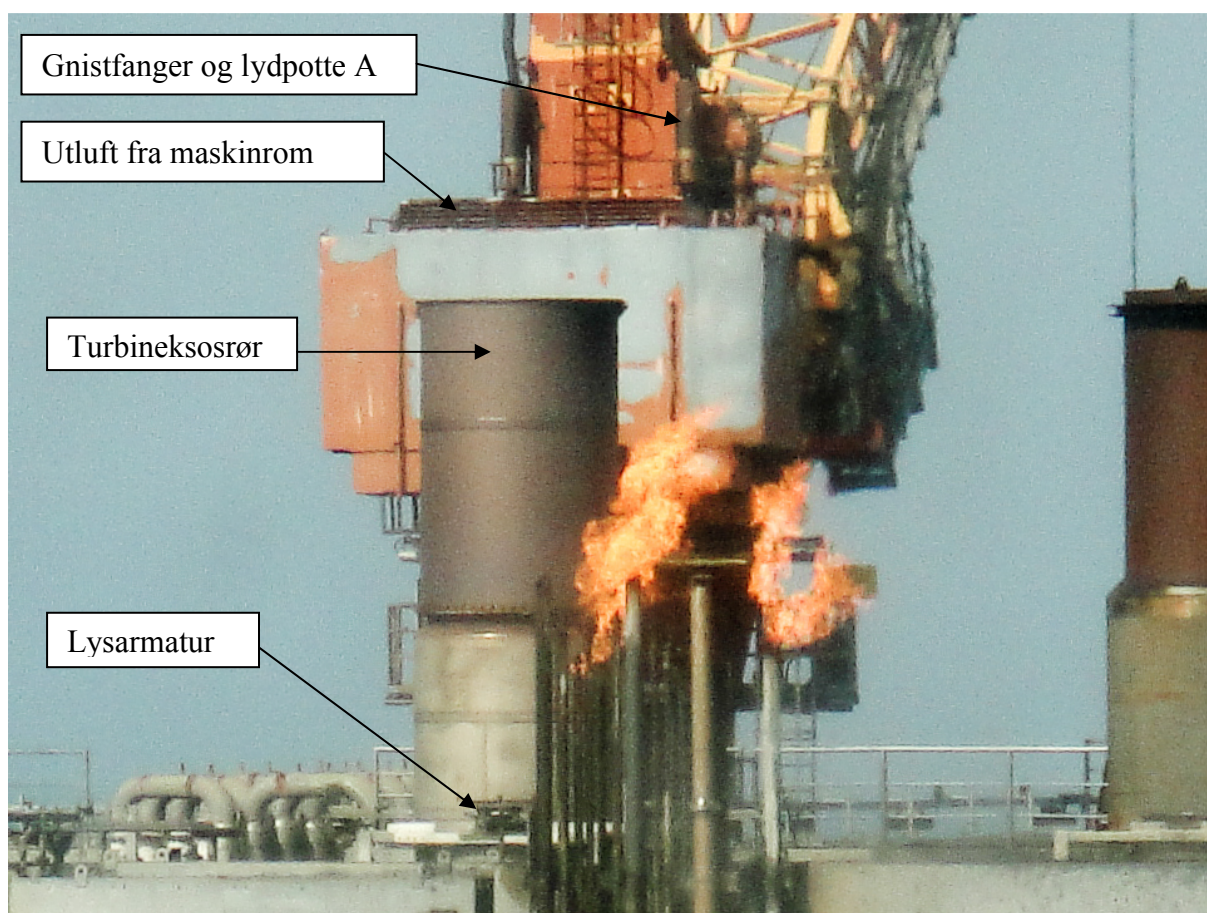
Figur 14 Spor etter ukjent væske på startlufttank inne i motorrommet.





Figur 15 Utluftkanal fra maskinrom på PCP (til venstre). Utluftkanal fra tilsvarende maskinrom på QP (til høyre).

- d) Den overveiende mest sannsynlige tennkilden er partikler (sot, metallgitter eller akustisk isoleringsmateriale) fra gnistfanger- lydpottesystemet. Da kranmotor A havarete, ble disse ført med eksosstrømmen. Hvordan dette kan ha foregått, er beskrevet nærmere tidligere.



Figur 16 Oversiktsbilde som viser lysarmatur, turbineeksosrøret, utluftkanal fra kranmaskinrommet og kombinert gnistfanger og lydpotte.

## 8 Vedlegg

### Vedlegg A: Tidslinje

Tidspunkt	Hendelse/tilstand	Kommentarer
mellom 16.00 og 16.30	Kranføreren starter kranen på PCP og løfter til og fra fartøy på sørøst side.	
	Akselbrudd i kjølevannspumpe kranmotor A medfører at motoren mister sirkulasjonen av kjølevann.	Se avvik 6.1.3.
	Kranmotor A overopphetes.	
	Kranmotorens overtemperaturbeskyttelse svikter. Kranføreren varsles ikke og motoren stenges ikke ned. Det begynner etter hvert å brenne på toppen av kranmotor A.	Se avvik 6.1.1.
	Glødende partikler blir blåst ut med kraneksosen som følge av defekt gnistfanger og lydpotte, økt gassmengde som følge av fordampning av vann i forbrenningskammer og tap av eksoskjøling ved at eksosmanifolden også mister kjølevannet. De glødende partiklene antenner på et tidspunkt gasser i avluftingsrørene fra kompressor K-303/4 B.	Se avvik 6.1.2.
Ca. 16.35	Montasjeleder ser et glødende flak dale ned på nedre gangbro mellom PCP og WP, nær PCP. Dette blir svart med en gang det treffer gangveien. Flaket er på størrelse med en tommelfingernegl. Han skjønner at dette var noe som glødet, og går for å gi beskjed til BP seniormekaniker. Montasjeleder er ikke kjent med at det skal være varmt arbeid i området.	
	Montasjeleder ankommer kontoret til seniormekaniker, som har kontor på WP (med vindu mot PCP), og forteller om observasjonen.	
	Seniormekaniker ser ut vinduet mot gangveien og kan ikke se at det foregår noe arbeid ved brua.	
	I neste omgang kikker seniormekaniker høyere opp og ser flammer fra avluftingsrørene. Han estimerer flammene til å være to meter høye og med én meter i diameter. Han ser også at kranen er i bruk.	
	Han legger også merke til at det kommer hvit røyk fra eksosrøret til kranen. Han hadde ikke tidligere sett slik røyk fra kranen.	
Ca. 16.39	Seniormekaniker ringer SKR og gir beskjed om at det brenner over K-303/4 C (faktisk sted for brannen er over K-303/4 B).	
	Områdetekniker får beskjed om å sjekke området det er rapportert flammer i.	
	Seniormekaniker reagerer på at det ikke blir iverksatt generell alarm (GA), og gir beskjed på radio at flammene er reelle, og at de er i nærheten av gasskjølerne. Han gir beskjed om at det bør iverksettes generell alarm.	

Tidspunkt	Hendelse/tilstand	Kommentarer
Ca. 16.41.14	Flammer blir observert fra øvre bro mellom PCP og WP, nær WP, av en person fra Aker Solution. Han fortalte kollegaen som han gikk sammen med om dette og sekunder etterpå hørte de GA. De gikk da raskt mot sin mønstringsplass på PH. Se også observasjon kl. 16.43.32.	
16.41.17	GA ble iverksatt på hele feltet av SKR PCP. Manuell iverksetting på Regalia.	
16.42.28	SKR iverksetter normal stoppsekvens for kompressor K-303/4 B.	
16.43.25	SKR iverksetter nødstop av kompressor K-303/4 B.	
16.43.32	En flammedetektor på WP, som peker i retning mot brannen, gir alarm. Dette tidspunktet sammenfaller med tidspunktet de to personene fra Aker Solution passerer en glipe i værbeskyttelse ved ankomst PH (målt til 2 minutter og 27 sekunder etter GA under vår rekonstruksjon), og de observerte begge at det brant fra avluftingsrørene. De fikk så se at flammen blusset kraftig opp over skorsteinen fra turbin tilknyttet kompressor K-303/4 B. Varighet ca. ett sekund. De hørte også et smell. En kan ikke se fakkelen fra der de stod og observerte. Oppblussingen kan forklares med at det ble sluppet mer gass ut av avluftingsrørene i forbindelse med nødstop av kompressorene. Alternativt mente de at det kunne ha vært flammer fra turbineksosrøret, da avluftingsrørene og eksosrøret ligger på linje sett fra observasjonsstedet.	
16.43.35	ESD2 på PCP aktiveres automatisk som et resultat av flammedeteksjonen på WP. Dette gir også deluge på WP. ESD2 medfører at hovedkraftforsyningen stenger ned på hele feltet. Nødkraft starter.	
16.43.37	Tap av normalkraft til PCP som følge av ESD2 medfører at kranen stenger ned. Det ble under granskingen verifisert at kranen stenger ned ved bortfall av normalkraft. På tidspunktet kranen stenger ned, hadde kranføreren akkurat satt ned en basket på fartøydekket, og løst ut kroken. I forkant hadde kranføreren gjennomført to løft fra fartøyet og to løft til det.	
	Kranføreren forlater krankabinen og åpner døren til motorrommet hvor han ser blåsvart røyk og en flamme på størrelse med en lighterflamme. Kranfører slokker brannen i kranmaskinrommet med en hanske. Han melder fra til sin leder om brannen i maskinrommet og forlater kranen for å mønstre på helidekk.	Se avvik 6.1.4.
16.52.23	SKR utløser deluge i modul D på PCP.	
16.52.43	Trykkavlastning starter (første trykkavlastingsventil åpnes)	
16.54.18	Siste trykkavlastingsventil åpnes fra kontrollrom PCP	
16.56.04	Deluge utløses på mellomdekk sørvest og sørøst fra PCP kontrollrom etter beskjed fra beredskapsledelsen.	
Ca. 16.56	Kontrollrom PCP forlates.	Se avvik 6.1.10.

<b>Tidspunkt</b>	<b>Hendelse/tilstand</b>	<b>Kommentarer</b>
Ca. 17.10	Personer som ikke er redegjort for ved opptelling, reduseres fra tre til to (30 minutter etter GA).	Se avvik 6.1.10.
17.51	POB-kontroll (etter 70 minutter)	Se avvik 6.1.10.
18.14	Brann sløkket med FiFi. Fortsatt nedkjøling fra FiFi.	
ca 18.30	Målte temperatur på rør med fjernpistol. Kun tre grader høyere enn referansen. Avsluttet FiFi.	
18.40	Normalisering	
18.50	Plattformsjef dimitterer rekvirerte ressurser.	

## Vedlegg B: Følgende dokumenter er lagt til grunn i granskingen

1. Varsel om uønsket hendelse brann på Valhall PCP 13072011
2. Foreløpig rapport brann på Valhall 13. juli 2011, e-post datert 14.7.2011
3. Tilbakemelding og referat fra møte 21072011 ang uønsket hendelse brann på Valhall 13072011
4. Informasjon om møte og forespørsel om dokumentasjon ifm gransking av uønsket hendelse brann - BP Valhall PCP - Brann på toppen av PCP 13072011
5. Rapport: "Plassering av brann- og gassdetektorer på Valhall PCP", SINTEF STF72 F96330, datert 16.12.1996
6. Referat og presentasjon møte 07092011 vedr gjennomgang av forberedelser til oppstart etter brann på Valhall PCP og håndtering av prosessvaskevann
7. Teknisk rapport om gnistfangere ifm gransking av uønsket hendelse brann Valhall PCP 13072011 - Spark arrestor silencer report for BP Norge - Universal Silencer Europe, referanse BP Norge 062285, datert 27.9.2011
8. BP granskingsrapport etter uønsket hendelse brann Valhall PCP - Incident investigation report - Cold vent ignition 13072011, mottatt av Ptil 4.11.2011
9. Møtereferat og presentasjon 04112011 - Cold vent ignition - Presentasjon av BP granskingsrapport etter uønsket hendelse brann Valhall PCP 13072011
10. Beredskapslogg fra hendelsen
11. Utskrift av alarmlister fra hendelsen
12. Historikk knyttet til forebyggende arbeidsordre FAO-030407, datert 18.4.2005
13. Historikk knyttet til korrigerende arbeidsordre KAO-044177, datert 5.8.2005
14. Prosjektdokumentasjon knyttet til Valhall AFA V-0065 "F&G Radiolink system installasjon Valhall PCP", INP01 datert 2003 og ombygging INP05 ferdigstilt 25.10.2005
  - a. Tegning 49-03-46-11-005, rev Z As Built, datert 14.11.2005 "Valhall PCP Remote Panel PF-035 F&G System Pedestal Crane CR-351"
  - b. Tegning PO-011283-D6-0003-001, rev ZA As Built, datert 14.4.2005 "Valhall PCP Fire and Gas Control System for Pedestal Crane CR-351, PC-010 Cabin"
15. Prosjektdokumentasjon knyttet til Valhall AFA V-3234 "Ombygging av shutdown funksjonen på kranmotorer PCP", opprettet 5.6.2003
  - a. Godkjent AFA datert 1.7.2003
  - b. Scope of Work, datert 7.2.2006
  - c. Ready for operation Certificate, datert 16.4.2006
  - d. Utskrift som viser at prosjekt AFA 3234 er avsluttet, sist oppdatert 21.11.2007
  - e. Tegning PO-011283-D6-0003-001, rev. Z1 As Built, datert 28.2.2007 "Valhall PCP, Fire and Gas Control System for Pedestal Crane CR-351, PC-010 Cabin"
  - f. Vedlagt tegning P-385-20273 "Pneumatisk-hydraulisk kontrollsystem, Nyland offshore kran", datert 18.2.1980
16. Incident Investigation Report, "Fire in emergency generator ", Valhall PCP 20.4.2004, Synergi No. 873768
17. Forebyggende vedlikeholdsprogram tilknyttet PCP-krane
  - a. Program 901310-A, 12 mnd (Årlig vedlikehold av pidestall kran)
  - b. Program 901310-A, 48 mnd (4-årlig vedlikehold av pidestall kran)
  - c. Vedlikeholdsinstruksjon nr. 5.200.054, "Temperatur/trykk/gjennomstrømning – BBC", rev. 1, datert 22.3.1996
  - d. Vedlikeholdsinstruks PS.M-I-001 kapittel 5.204.01, Caterpillar motorer med tilleggsutstyr

- e. Vedlikeholdsrutine for årlig vedlikehold av kran F&G kommunikasjon, Program 669310-A
  - f. Vedlikeholdsrutine I (VAL)032, Varmedetektorer, datert 27.2.2007
18. Loggbok for daglig sjekk av kranmaskineri
  19. Valhall Performance Standard no. 5, Ignition Source Control, Doc. No. 70.S.770005, rev. 03, datert 23.11.2010
  20. Valhall Performance Standard no. 13, Blowdown, Doc. No. 70.S.770013, rev. 03, datert 15.06.2010
  21. Svar på oversendte spørsmål angående bl.a. kjølevæske, e-post fra BP datert 25.11.2011
  22. Kopi av sider fra original Caterpillar manual for kranmotor, e-post fra BP datert 30.11.2011
  23. Aksjonsplan Valhall Feltsenter m/ PH & flotell, Prosedyre Nr. 1.63.053
  24. SKF Oil Condition Monitoring Reports, BP Valhall, datert 15.6.2011 og 1.8.2011
  25. BP utarbeidet skisse som viser hva som er tilkoblet de ulike avluftingsrørene
  26. F&G Cause and Effect diagram, Fire Area 46, Crane Engine and Cabin, module C, kopi av red-markup datert 15.12.2005
  27. Datablad som beskriver virkemåten til komponenter i kranmotorens originale pneumatisk-hydrauliske kontrollsystem
    - a. AMOT Model 4110 "Overspeed Sensing Valve"
    - b. AMOT Model 2230 "2-Way Temperature Sensing Valves"
  28. KAO-046881 "Montere automatisk shutdown Cat motorer", datert 9.12.2005
  29. "Flash point results" e-post 17.7.2011.
  30. KAO-014784 "PCP kran motor stopper pga feiljustert speedkontroll", datert 11.8.2001
  31. Oversikt over mønstringsøvelser og tid for POB oversikt 2011
  32. AFA V0065 Modifikasjon av frekvenser på radiolink. Oppdatere offshore punch. Datert 10.07.02
  33. Rapport fra Tollaboratoriet, referanse DI1100106, datert 12.12.2011

**Vedlegg C: Oversikt over intervjuet personell**

(fjernet på internett)

**Vedlegg D: Forkortelser**

AFA	Authorisation for Alteration (godkjent modifikasjonsprosjekt)
B&G	Brann og gass
BPN	BP Norge
ESD 2	Nødavstengning nivå 2
ESD	Nødavstengning
ESDV	Nødavstengningsventil
FAO	Forebyggende arbeidsordre
FiFi	Fire Fighting
FV	Forebyggende vedlikehold
GA	Generell alarm
IP	Bore- og vanninjeksjonsinnretning på Valhall
KAO	Korrigerende arbeidsordre
MTO	Menneske – Teknikk – Organisasjon (modell for hendelses- og årsaksanalyse)
OIM	Offshore Installation Manager (plattformsjef)
PCP	Prosessinnretning på Valhall
PH	Prosess- og boliginnetning på Valhall (under ferdigstilling)
PM	Preventive Maintenance (forebyggende vedlikehold FV)
POB	Personell om bord
QP	Boliginnetning på Valhall
SKR	Sentralt kontrollrom
WP	Brønnhodeinnretning på Valhall



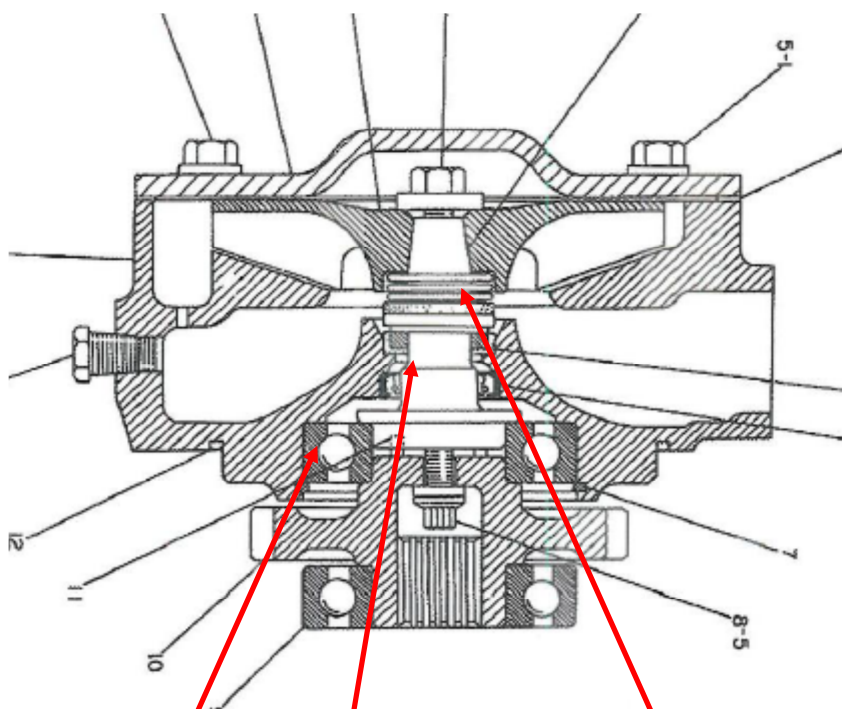
**Vedlegg E: Foto av avrevet aksling og skjematisk tegning av kjølevannspumpen  
(Illustrasjon laget av BP)**



Brudd/mekanisk tetning

Lager

Tetning



Lager vist på  
bilde

Tetning

Brudd/mekanisk tetning