

Granskingsrapport

COA INV

Intern ulykkesgransking

Brønnhendelse på Gullfaks C

Klassifisering:	Open	Status:	Endelig
Rapportnr.:	A EPN L1 2010-2	Dato:	04.11.2010
Utløpsdato:	10 år	Synergi nr.:	1156436

Kortfattet saksbeskrivelse:

Brønn C-06 AT5 på Gullfaks C ble boret i MPD-modus (trykbalansert boring) til totalt dyp (TD) på 4800 meter. I forbindelse med den avsluttende sirkulering og opprensning av hullseksjonen oppsto det den 19.05.2010 hull i 13 3/8" foringsrør, med påfølgende tap av borevæske (slam) til formasjon. Foringsrøret var et felles barriereelement, og hullet medførte derfor at begge brønnbarrierer var brutt. Tap av baktrykk medførte innstrømning fra eksponerte reservoar inn i brønnen, inntil det oppsto en avpakking av løsmasser eller borekaks som tettet brønnen ved 9 5/8" sko. Denne avpakkingen begrenset videre innstrømning av hydrokarboner til brønnen. Både mannskapet på plattformen og landorganisasjonen hadde problemer med å forstå og håndtere den komplekse hendelsen det første døgnet. Normaliseringsarbeidet pågikk i nesten to måneder før brønnbarrierene var gjenopprettet.

Granskingsgruppe:

Ole Talberg	Granskingsleder	COA INV
Elisabeth Birkeland Kvalheim	Bore- og brønnkompetanse	SST WT WS
Terje Herland	Ansattes representant	GF GFBI OM
Thomas Nilsen	Risikostyring	TNE SST PODW
Truls Carlsen	Geologikompetanse	SST DT RM

Godkjent av:


Navn (sign.) Leading Investigator COA INV

27/10-2010
Dato

Godkjent av:


Navn (sign.) Vice President COA INV

27/10-10
Dato

Frikt av oppdragsgiver:


Navn (sign.) Executive Vice President EPN

4/11/2010
Dato

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	4
1.1	Hendelsen	4
1.2	Konsekvenser	4
1.3	Årsaker.....	4
1.4	Tiltak.....	5
2	English summary	6
2.1	The incident	6
2.2	Consequences	6
2.3	Causes	6
2.4	Actions	7
3	Mandat for granskingen	8
3.1	Oppdragsgiver	8
3.2	Mandat	8
3.3	Granskingsarbeidet.....	9
4	Bakgrunnsinformasjon	11
4.1	Trykkbalansert boring (MPD).....	11
4.2	Geologi.....	15
4.3	Organisering og ansvar.....	18
5	Hendelsen	21
5.1	Hendelsesforløpet.....	21
5.2	Tilsvarende hendelser	28
6	Konsekvenser	29
6.1	Faktiske konsekvenser	29
6.2	Potensielle konsekvenser	29
6.3	Klassifisering av hendelsen	32
7	Årsaker	33
7.1	Utløsende årsaker	34
7.2	Bakenforliggende årsaker	35
7.3	Årsaker knyttet til mangelfull ledelse og styring.....	36
7.4	Barrierer og avvik.....	37
8	Varsling, beredskap og normalisering	44
8.1	Manglende mønstring av 2. linje	44
8.2	Avlastningsbrønn.....	44
8.3	Normaliseringsfasen	44
9	Tiltak	46
9.1	Tiltak på kort sikt	46
9.2	Tiltak rettet mot styrende dokumentasjon.....	47

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



9.3	Andre tiltak	48
10	Forkortelser og begreper	50
11	Referanser	51
App A	MTO-diagram.....	52

1 Sammendrag

Hensikten med arbeidet som er dokumentert i denne rapporten er å forebygge tilsvarende hendelser i fremtiden og bidra til læring for å oppnå en generell forbedring av HMS-nivået. Granskingsarbeidet er utført etter beste evne og basert på granskingsgruppens vurdering av tilgjengelig kunnskap og informasjon.

Med den hensikt å legge til rette for læring som kan forebygge tilsvarende hendelser i fremtiden, er det i denne granskingen fokusert mest på de forhold som har bidratt til at den uønskede hendelsen den 19.05.2010 oppsto. Per definisjon omfatter dette de negative forholdene, og det gjøres derfor oppmerksom på at innholdet i denne rapporten alene kan gi et noe unyansert negativt inntrykk av de involverte delene av selskapet.

1.1 Hendelsen

Brønn C-06 AT5 på Gullfaks C ble boret i MPD-modus (trykkbalansert boring) til totalt dyp (TD) på 4800 meter. I forbindelse med den avsluttende sirkulering og opprensning av hullseksjonen oppsto det den 19.05.2010 hull i 13 3/8" foringsrør, med påfølgende tap av borevæske (slam) til formasjon. Foringsrøret var et felles barriereelement, og hullet medførte derfor at begge brønnbarrierer var brutt. Tap av baktrykk medførte innstrømning fra eksponerte reservoar inn i brønnen, inntil det oppsto en avpakking av løsmasser eller borekaks som tettet brønnen ved 9 5/8" sko. Denne avpakkingen begrenset videre innstrømning av hydrokarboner til brønnen. Både mannskapet på plattformen og landorganisasjonen hadde problemer med å forstå og håndtere den komplekse hendelsen det første døgnet. Normaliseringsarbeidet pågikk i nesten to måneder før brønnbarrierene var gjenopprettet.

Granskingsgruppen er av den oppfatning at normaliseringsarbeidet ble gjennomført på en sikker, kontrollert og faglig god måte, med fokus på planlegging, involvering av fagmiljø og bruk av risikovurderinger.

1.2 Konsekvenser

Hendelsen medførte gassutslipp på plattformen, svekkelse av barrierer og tapt omdømme. Produksjonen på plattformen ble stengt ned i nesten to måneder og medførte et samlet produksjonstap (dvs. utsatt) på 1084 MNOK, mens estimerte andre økonomiske tap ble på 677 MNOK. Basert på dette klassifiseres hendelsen totalt sett til alvorlighetsgrad Rød nivå 1 (Faktisk).

1.3 Årsaker

1.3.1 Utløsende årsaker

En årsak til at det oppsto hull i 13 3/8" foringsrør, og at man mistet dette felles barriereelementet, er at foringsrøret hadde mangelfull teknisk integritet. En annen årsak som bidro til at en lekkasje utviklet seg og det senere oppsto hull i 13 3/8" foringsrør, er at det var manglende oppfølging og kontroll på

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



trykket i ringrommet utenfor foringsrøret. Dette trykket hadde økt i ukene før hendelsen, men uten at dette ble oppdaget.

En årsak som bidro til at den påfølgende brønnkontrollsituasjonen ble vanskelig å håndtere er at MPD-operasjonen ble gjennomført med utilstrekkelig margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk.

1.3.2 Bakenforliggende årsaker

Granskingsgruppen mener at det har vært en mangelfull risikovurdering knyttet til bruk av foringsrøret som et felles barriereelement og at dette er årsaken til at:

- Det ble tatt i bruk 13 3/8" foringsrør med mangelfull teknisk integritet.
- Det var manglende oppfølging og kontroll på trykket i ringrommet utenfor foringsrøret.

Granskingsgruppen mener at følgende årsaker forklarer hvorfor MPD-operasjonen ble gjennomført med utilstrekkelig margin mot poretrykk og fraktureringstrykk:

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

Andre årsaksforhold er knyttet til mangelfull planlegging av operasjonen, kjennskap til og etterlevelse av krav, MPD-kompetanse og inkludering av fagmiljø i Statoil.

1.4 Tiltak

Nedenfor er det gitt en kort oppstilling av noen tiltak som er anbefalt i denne rapporten.

1.4.1 Tiltak på kort sikt

- Utarbeide nye akseptkriterier for MPD-boring på Gullfaks
- Gjennomgang av forutsetninger ifm MPD-operasjoner på Gullfaks
- Samordne krav og beste praksis for MPD-operasjoner på Gullfaks
- Oppdatere trykkprognoser
- Dokumentere at BOP shear-ram kan kutte borestreng
- Endre skiftplan til boreleder og boresjef på Gullfaks C
- Gjennomgå prosedyre for kommunikasjon og mønstringsinstruks med 2. linje beredskap

1.4.2 Tiltak rettet mot styrende dokumentasjon

- Utføre verifikasjon av APOS krav relatert til MPD-operasjoner og implementere nødvendige endringer
- Tydeliggjøring av krav til risikostyring i Brønntilvirkningsprosessen
- Tydeliggjøre krav til involvering av Statoils fagmiljø



2 English summary

The purpose of the work documented in this report is to prevent similar incidents in the future and to achieve a general improvement in the HSE-level by learning. The investigation work is carried out to the investigation team's best ability and based on the investigation team's assessment of available knowledge and information.

With the aim of providing learning that can prevent similar incidents in the future, this investigation has primarily focused on the circumstances leading up to the undesired incident on May 19th 2010. By definition these are unfortunate circumstances that can give a somewhat undifferentiated negative impression of the involved parts of the Company.

2.1 The incident

Well 34/10-C-06 AT5 on Gullfaks C was drilled in managed pressure drilling (MPD) mode to a total depth of 4800 meters. During the final circulation and hole cleaning of the reservoir section on May 19th 2010, a hole occurred in the 13 3/8" casing, with subsequent loss of drilling fluid (mud) to the formation. The casing was a common well barrier element, and thus the hole in the casing implied loss of both well barriers. Loss of back pressure lead to influx from the exposed reservoirs into the well, until solids or cuttings packed off the well by the 9 5/8" liner shoe. The pack-off limited further influx of hydrocarbons into the well. Both the crew on the platform and the onshore organisation struggled to understand and handle the complex situation during the first twenty-four hours. The well control operation continued for almost two months before the well barriers were reinstated.

The impression of the investigation team is that the normalisation work was performed in a safe, controlled and professional manner, with focus on planning, involvement of specialists and use of risk assessments.

2.2 Consequences

The incident implied gas release on the platform, compromised barriers and loss of reputation. The production on the platform was shut down for almost two months, which amounted to a total production loss (i.e. delayed) of 1 084 MNOK. Other financial losses are estimated to 677 MNOK. Based on this the incident is classified with actual seriousness level 1.

2.3 Causes

2.3.1 *Immediate causes*

The hole in the 13 3/8" casing and thereby loss of a common well barrier element was caused by insufficient technical integrity of the casing. Another cause that allowed a leakage in the 13 3/8" casing to develop into a hole, was lack of monitoring and follow-up of the pressure in the C-annulus, outside the 13 3/8" casing. This pressure had increased during the weeks before the incident, but the increase was not noticed.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



A cause contributing to the difficulties related to handling of the subsequent well control situation was that the MPD operation was commenced and carried out with insufficient margin between the pore and fracture pressure.

2.3.2 Underlying causes

The investigation team considers the assessment of risks related to application of the 13 3/8" casing as a common well barrier element to be insufficient. The insufficient risk assessment is considered as the cause to:

- Using a 13 3/8" casing with insufficient technical integrity.
- Lack of follow-up and monitoring of pressure in the annulus outside the casing.

In the opinion of the investigation team the following causes explain why the MPD operation was commenced and carried out with insufficient margin between the pore and fracture pressure:

- The risk assessments performed in the planning phase were insufficient.
- Insufficient risk evaluation during the execution of the MPD operation.
- Insufficient transfer of experiences related to pressure control from the MPD operation in well C-01 in 2009.

Other causes are related to insufficient planning of the operation, knowledge to and compliance with requirements, MPD-knowledge and involvement of the Company's technical expertise.

2.4 Actions

Some actions recommended by the investigation team are listed below.

2.4.1 Short-term actions

- Develop new acceptance criteria for MPD on Gullfaks
- Review of conditions for MPD on Gullfaks
- Coordinate requirements and best practice for MPD on Gullfaks
- Update pressure prognoses
- Document that the shear ram is capable of cutting drillstring
- Change the shift relief plan for Drilling Supervisor and Toolpusher on Gullfaks C
- Review the procedures for communication and mustering with the 2nd line emergency preparedness organisation.

2.4.2 Actions related to governing documentation

- Verify requirements related to MPD in APOS and implement changes as required
- Clarify requirements related to risk management in the Well Construction Process
- Clarify requirements related to involvement of Statoil expert and support environments.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



3 Mandat for granskingen

3.1 Oppdragsgiver

Oppdragsgiver for granskingen er EVP EPN, Øystein Michelsen. Oppdragsgivers representant er SVP EPN D&W, Geir Slora.

3.2 Mandat

Mandat

Mandat for gransking av brønnkontroll hendelse Gullfaks C, brønn C-06A, 19.05.2010 (Synergi no. 1156436)

Bakgrunn:

Brønn C-06A ble boret i MPD modus til totalt dyp (TD) @ 4800 m. Under sirkulering og opprensning av hullseksjonen oppsto den 19.05.10 en tapssituasjon i brønnen som resulterte i reduksjon i baktrykk på brønnhodet under sirkulasjonssekvensen. Reduksjonen i baktrykket kan ha ført til en innstrømning (influx) i brønnen. Gass ble sirkulert ut ved hjelp av MPD utstyret og gassdeteksjon på boredekk. Gassdeteksjon initierte mønstring av beredskapsorganisasjonen på Gullfaks C plattform. Svekket retur under sirkulasjon gjennom borestrengen og forsøk på å dra ut borestrengen indikerte avpakning og fastsatt bunnhullssammensetning (BHA) og borestreng.

Den 20.05.10 ble det konstatert en økning i trykk i brønnen C-ringrom (mellom 20" og 13 3/8" foringsrør). Dette ble tolket som en indikasjon på at 13 3/8" foringsrør også kunne ha mistet sin barrierefunksjon. Det ble iverksatt kontrollert nedkjøring av all produksjon på plattformen. Personell uten sentrale oppgaver ble flyttet til Gullfaks A i påvente av videre beslutninger.

Tiltak for å re-etablere barrierer og normalisere situasjonen i brønn C-06 A ble iverksatt.

I overensstemmelse med APOS HMS 01.01.03.01no Uønsket HMS hendelse, er det nedsatt en granskningsgruppe. Granskingen skal gjennomføres på oppdragsnivå 1, i henhold til gjeldende krav og retningslinjer for ulykkesgransking.

Hovedformålet med denne granskingen i ettertid av hendelsen er å bidra til en konstruktiv læringseffekt som kan forebygge tilsvarende hendelser i fremtiden og forbedre HMS nivået.

På bakgrunn av dette skal granskningsgruppen ;

- Klarlegge hendelsesforløpet
- Vurdere hendelsens totale potensial og anbefale klassifisering
- Identifisere utløsende og bakenforliggende årsaker
- Identifisere eventuelle avvik fra styrende dokumentasjon
- Gjennomgang av kvaliteten på risikovurderingen før borestart og løpende risikovurdering underveis i prosessen
- Undersøke om tilsvarende hendelser har forekommet og eventuell erfaringsoverføring fra disse. Brønnsituasjonene/-hendelsene des. 2009 og april 2010 skal inngå i denne granskingen.
- Klarlegge gjennomført varsling og iverksatte beredskapsmessige tiltak på plattform og land.
- Klarlegge hvordan roller, ansvar og grensesnitt mellom de ansvarlige enheter er ivarettatt fra hendelsen inntraff til normalisering av situasjonen.
- Klarlegge gjennomført intern og ekstern kommunikasjon
- Gi anbefalinger og foreslå korrigerende og forebyggende tiltak på kort og lengre sikt for å hindre tilsvarende hendelser i fremtiden.

Granskningsgruppen har som referanse for sitt arbeid APOS INV 01.01no – Ulykkesgransking.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



Granskingsgruppen har følgende sammensetning :

- Ole Talberg, granskingsleder, COA INV
- Thomas Nilsen, sakkyndig brønnintegritet/sikkerhet, TNE PRT HSET (SST PODW fra 01.08.10)
- Elisabeth Birkeland Kvalheim, TNE SST WT WS
- Truls Carlsen, TNE SST DT RM
- Terje Herland, HVO

Oppdragsgiver for granskingen er Øystein Michelsen, Executive Vice President EPN. Oppdragsgivers representant er Geir Slora, Senior Vice President EPN D&W . Granskingsgruppens representant i gransket enhet er Jannicke Hilland, Manager EPN OWE GF OPS.

Tentativ tidsplan for granskingsarbeidet:

Granskingsgruppen etableres umiddelbart.

- | | |
|---|------------|
| • Status rapportering for oppdragsgiver innen | 23.08.2010 |
| • Rapportutkast for høring innen | 15.09.2010 |
| • Endelig rapport innen | 30.09.2010 |

28/6/10 / 
Dato / Øystein Michelsen
EVP Statoil EPN

3.3 Granskingsarbeidet

Varsel om granskingsoppdrag ble mottatt i Konserngransking (COA INV) den 17.06. Medlemmene i granskingsgruppen var identifisert den 23.06 og oppstartsmøte for granskingsgruppen ble avholdt dagen etter.

Det ble gitt føringer om at granskingsarbeidet ikke skulle forstyrre det pågående normaliseringsarbeidet i Gullfaks, noe som medførte at selve feltarbeidet først kom i gang i andre halvdel av juli. I denne perioden ble det også klart at Petoro skulle være representert med en observatør i granskingsgruppen.

Det ble avholdt oppstartsmøte med gransket enhet den 09.08. I perioden etter dette har arbeidet med datainnsamling fortsatt, i tillegg til at det ble gjennomført offshorebefaring, intervjuer og analysearbeid. Dette arbeidet ble avsluttet i begynnelsen av september og avløst av rapportskriving.

Endelig granskingsrapport ble oversendt oppdragsgiver den 30.09. Under gjennomgang av granskingen hos oppdragsgiver den 05.10 ble det blant annet antydnet at det forelå ny faktainformasjon, noe som gjorde at oppdragsgiver ønsket ytterligere kvalitetssikring av rapporten. Den påfølgende kvalitetssikringen viste at det ikke forelå ny faktainformasjon, men at deler av

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



rapporten kunne gjøres mer presis. Konklusjonene i rapporten har blitt stående uendret. Oppdatert rapport ble oversendt den 27.10.



4 Bakgrunnsinformasjon

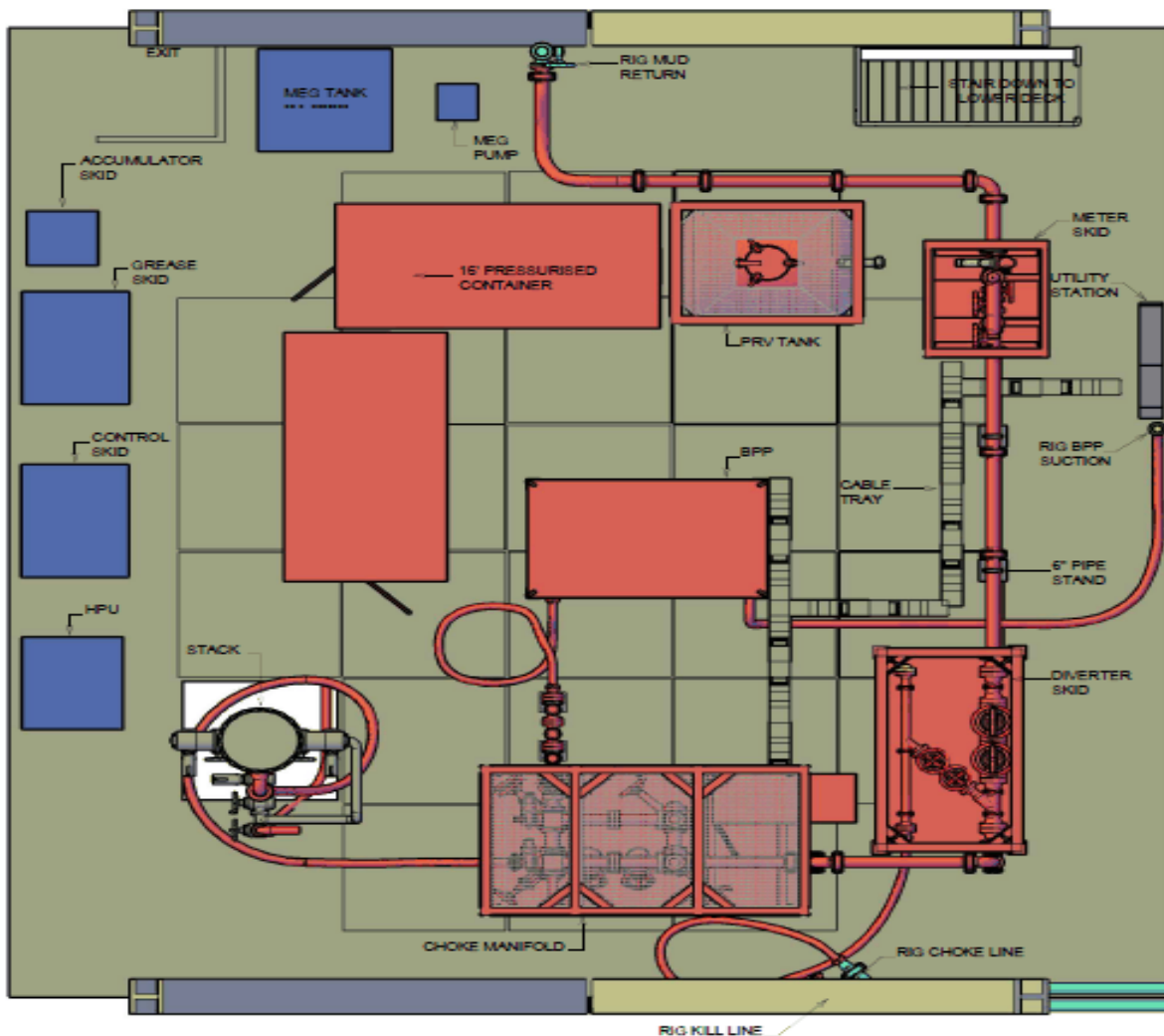
4.1 Trykbalansert boring (MPD)

Trykbalansert boring (MPD) er en boremetode som benyttes til å bore brønner det ikke er ønskelig å bore konvensjonelt, som for eksempel brønner i depleterte reservoar og oppsprukne bergarter. I trykbalansert boring styres bunnhullstrykket dynamisk ved hjelp av baktrykk. Vekten av boreslammet er som regel lavere enn poretrykket, men overbalanse mot reservoaret sikres til enhver tid ved å styre baktrykket i en lukket returlinje ved hjelp av en chokeventil. Dette betyr at kontinuerlig sirkulasjon over chokeventil er viktig for trykkontroll i MPD. Et lukket system og god volumkontroll gir raskere tilbakemeldinger fra brønnen, for eksempel med hensyn til tap eller influx. Teknologien gjør det mulig å bore seksjoner med små marginer og respondere raskt hvis pore- eller fraktureringstrykk avviker fra prognoser. Statoils styringssystem inneholder egne krav for MPD-operasjoner.

4.1.1 MPD-utstyret

Nødvendig tilleggsutstyr for å kunne gjennomføre MPD-operasjoner er:

- PCD (pressure control device)
Dette er et "BOP element" som monteres på toppen av bore-BOP for å isolere baktrykket. En modell fra SiemWis ble brukt på C-06 AT5.
- Baktrykkspumpe (BPP)
Denne føder ringrommet med nødvendig væske for å opprettholde forhåndsbestemt baktrykk.
- MPD-choke
På Gullfaks C brukes det nå en automatisk choke, som styrer ringromstrykket ved hjelp av en avansert hydraulisk modell, utviklet av Sintef. Trykket i brønnen endres fortløpende ved hjelp av MPD-choken, basert på data fra brønnen og overflateutstyret.
- Strømningsmåler
Denne måler strømming ut av brønnen samt rate fra riggpumper, muliggjør bedre volum kontroll samt tidlig indikasjon på innstrømming.



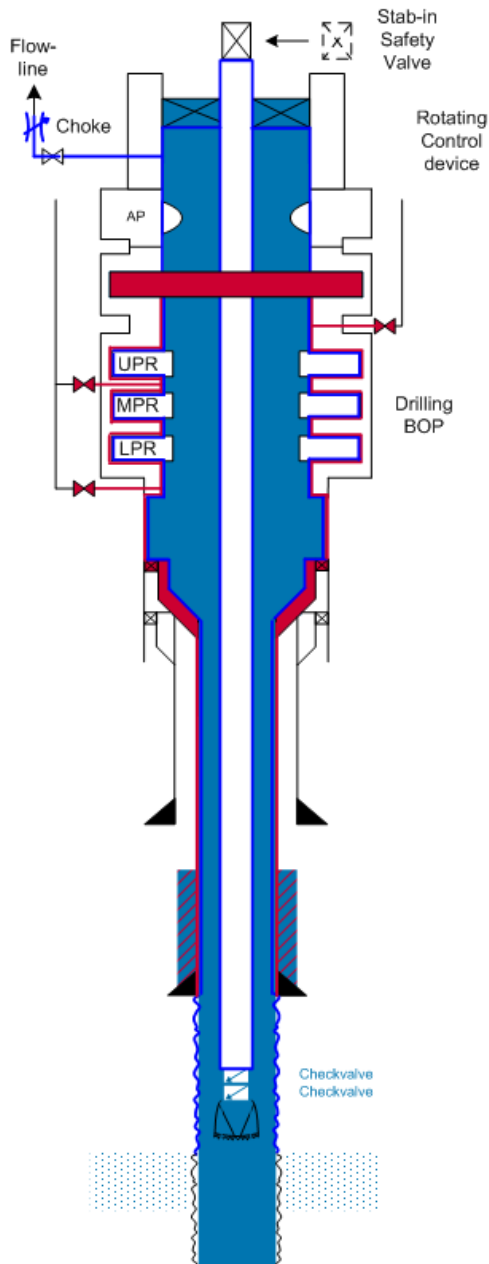
Figur 4.1 Opprigget ustyr på 34/10-C-06 A

4.1.2 Felles barriereelement

I MPD-operasjoner er flere barrierelementer felles for primær og sekundær brønnbarriere, se figuren nedenfor. Bruk av felles barriereelementer øker den operasjonelle risikoen, og det er derfor krav til blant annet å dokumentere / overvåke tilstanden til alle felles barriereelementer.

Klassifisering: Open
 Status: Endelig
 Dato: 04.11.2010

Gransking av:
 Brønnhendelse på Gullfaks C



Well data		
Installation:	XXXXX	
Well no:	XXXX-XX	
Well type:	Oil producer, water injector, gas lift, HPHT exploration etc.	
Revision no:	x	Date: XXXX.XXXX
Prepared:	XXXXX	
Verified:	XXXXX	
Well barrier elements	Ref. WBEAC tables	Verification of barrier elements
PRIMARY		
1. Fluid column	1	
2. Casing cement	22	Common WBE
3. Casing	2	Common WBE
4. Wellhead	5	Common WBE
5. High pressure riser	26	Common WBE
6. Drilling BOP	4	Common WBE
7. Rotating control device	48	
8. Drilling non-return valves	50	
9. Drill string or completion string	3	Above NRV.
	25	
10. UBO/MPO choke system	55	
SECONDARY		
1. Casing cement	22	
2. Casing	2	
3. Wellhead	5	
4. High pressure riser	26	
5. Drilling BOP	4	Shear seal ram.
Notes:		
<ol style="list-style-type: none"> The well control configuration described is for rig-up on installations with a surface drilling BOP. The work string refers to drill string (illustrated) or completion string. Stab-in safety valve is readily available on the drill floor at all time with relevant connections. For common WBEs, a risk analysis shall be performed and risk reducing/mitigation measures applied to reduce the risk as low as reasonable practicable. 		

Figur 4.2 Barrieretegning for UBO/MPO med oversikt over felles barriereelement

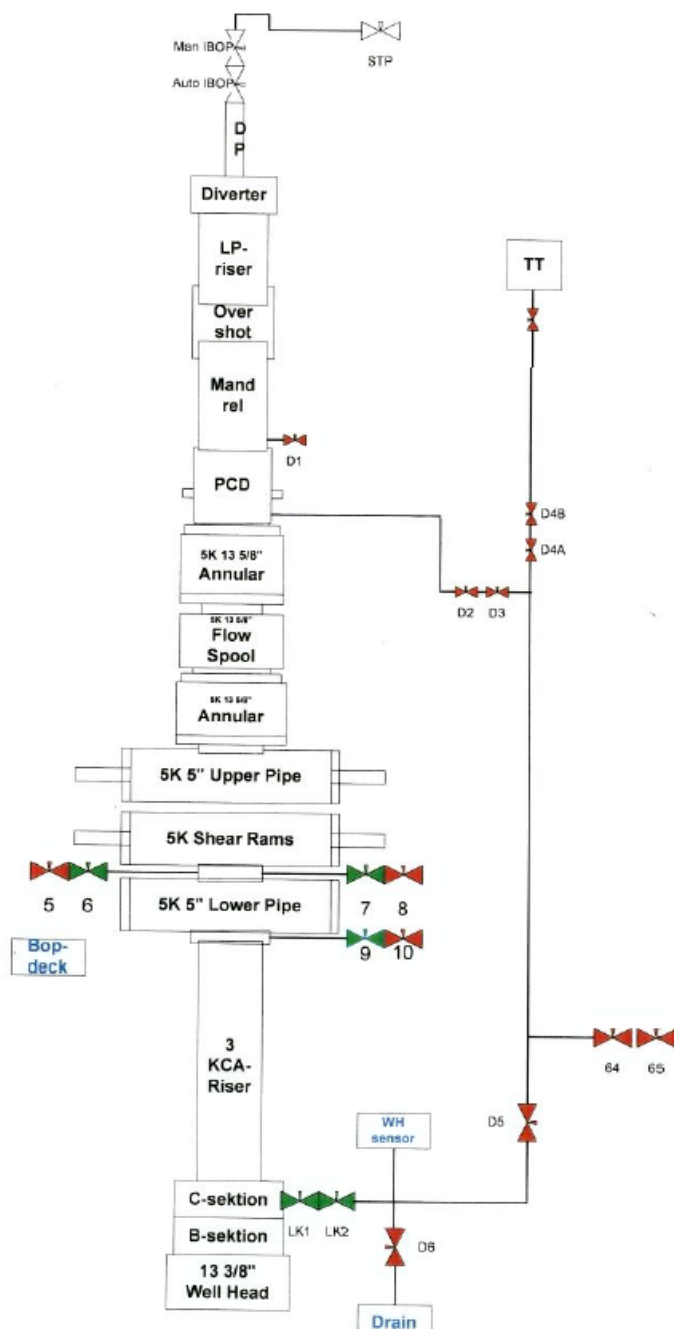
4.1.3 Brønnkontroll – MPD-operasjoner

MPD-systemet på Gullfaks C var ikke tiltenkt å håndtere brønnsпарк, dvs at ved bekreftet innstrømming over 1 m³ skulle brønnen stenges inn med rigg-BOP og standard brønnkontroll prosedyrer benyttes.

4.1.4 MPD-operasjonen på 34/10-C-06 A

MPD-operasjonen på brønn C-06 A ble besluttet gjennomført med en maks tillatt variasjon i brønntrykk på +/- 2,5 bar, ca 42 bar baktrykk og en slamvekt på 1,52 SG. Boreslammet av typen "WARP" ble valgt for å gi minst mulig ECD bidrag.

Operasjonene trekking av borestreng ut av hullet, kjøring av borestreng inn i hullet og kjøring av forlengelsesrør, var planlagt gjennomført i konvensjonell modus, med overbalansert slamvekt.

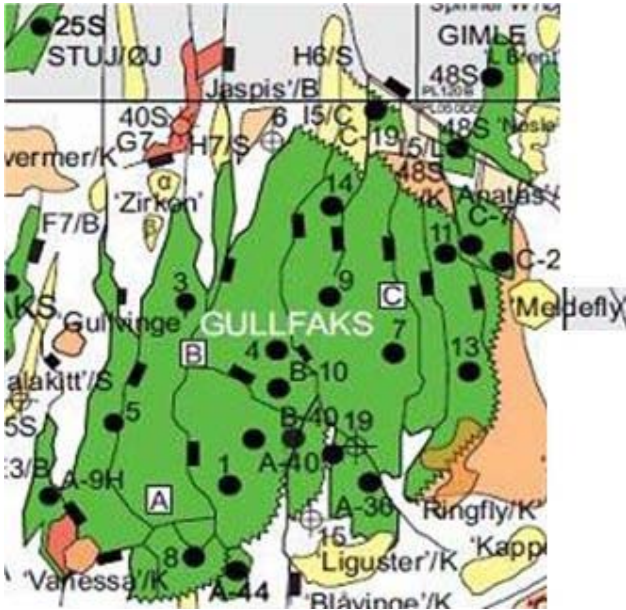


Figur 4.3 Rigg opp på brønn 34/10-C-06 A

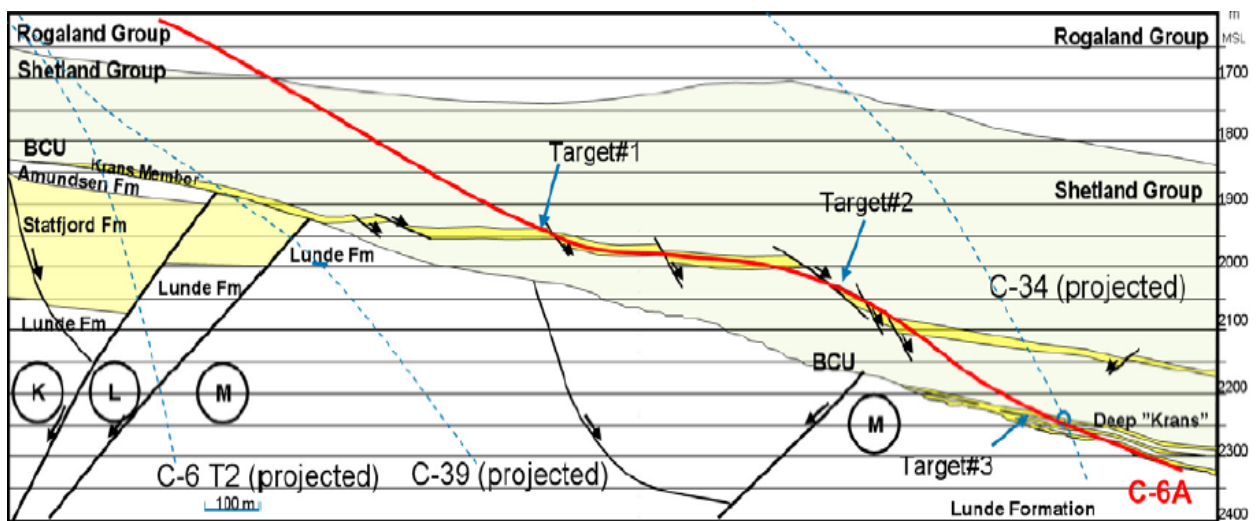
4.2 Geologi

4.2.1 Brønn 34/10-C-06 A

Brønn 34/10-C-06 A ligger på Nordøst flanken til Gullfaks hovedfelt. Hovedobjektivene til brønnen var å utforske Meldefly prospektet, samt produsere olje fra Krans funnet PCKM22, påvist i brønn 34/10-C-34. Sandstein i Lundeforrasjonen var tilbakefalls-lokasjon.



Figur 4.4 Plassering av Meldefly prospektet i forhold til Gullfaks hovedfelt



Figur 4.5 Geologisk prognose med brønnbanen til C-06 A i rødt

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



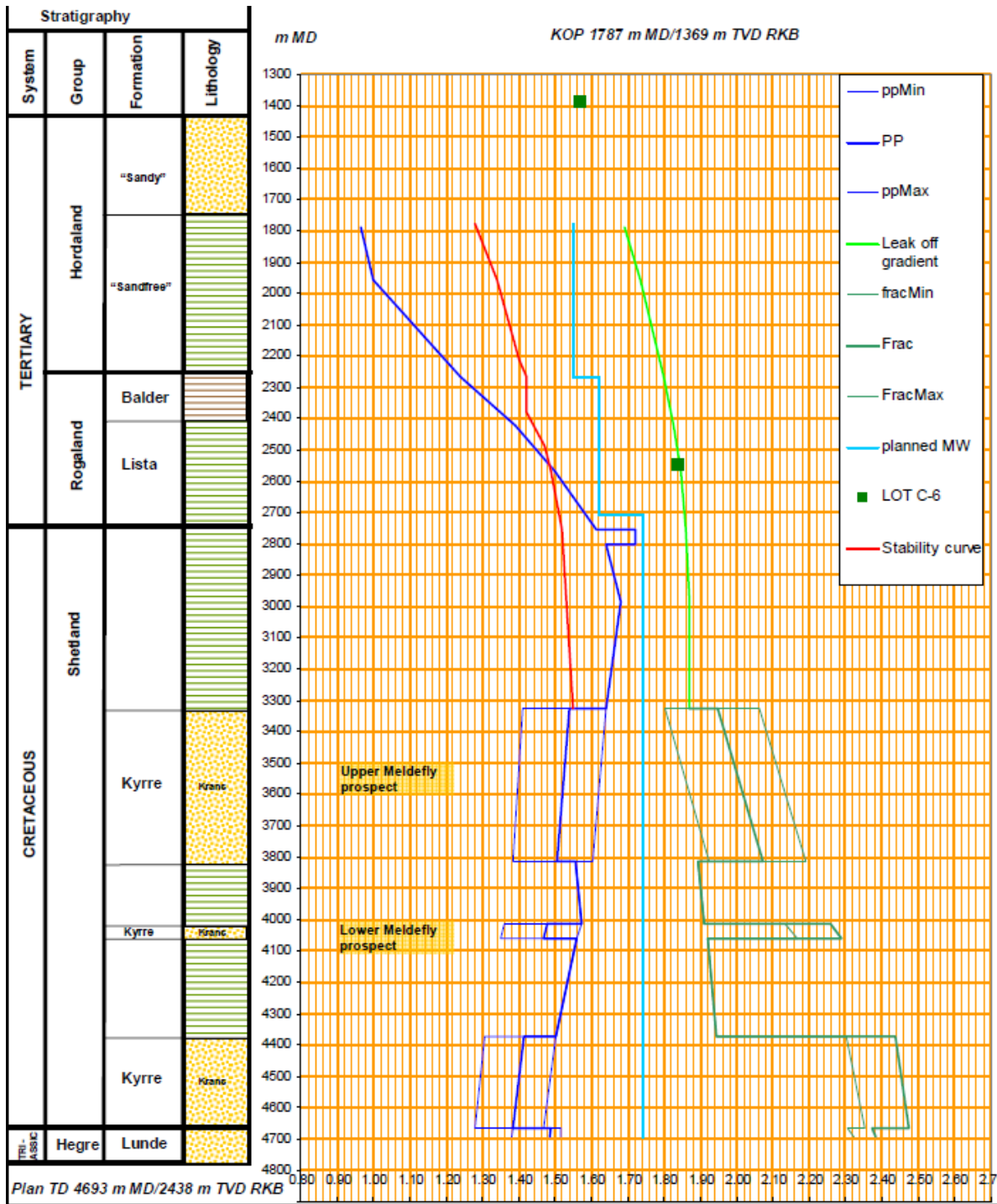
4.2.2 Trykkprognoser på Gullfaks

Gullfaks feltet har små marginer mellom poretrykk og fraktureringstrykk, noe som vanskeliggjør boring på feltet. Utsiktet injeksjon av vann i øvre Shetland kalk og lekkasje fra reservoaret via dårlig sementerte foringsrør og sprekkesystemer utenfor brønner har økt borekompleksiteten ytterligere.

Det er utført få målinger av minste horisontalspenning over reservoaret på Gullfaksfeltet noe som medfører usikkerhet relatert til å beregne sikker slamvekt og sikkert settedyp for foringsrør. I dag brukes LOT som anslag for høyeste tillatte ECD.

Klassifisering: Open
 Status: Endelig
 Dato: 04.11.2010

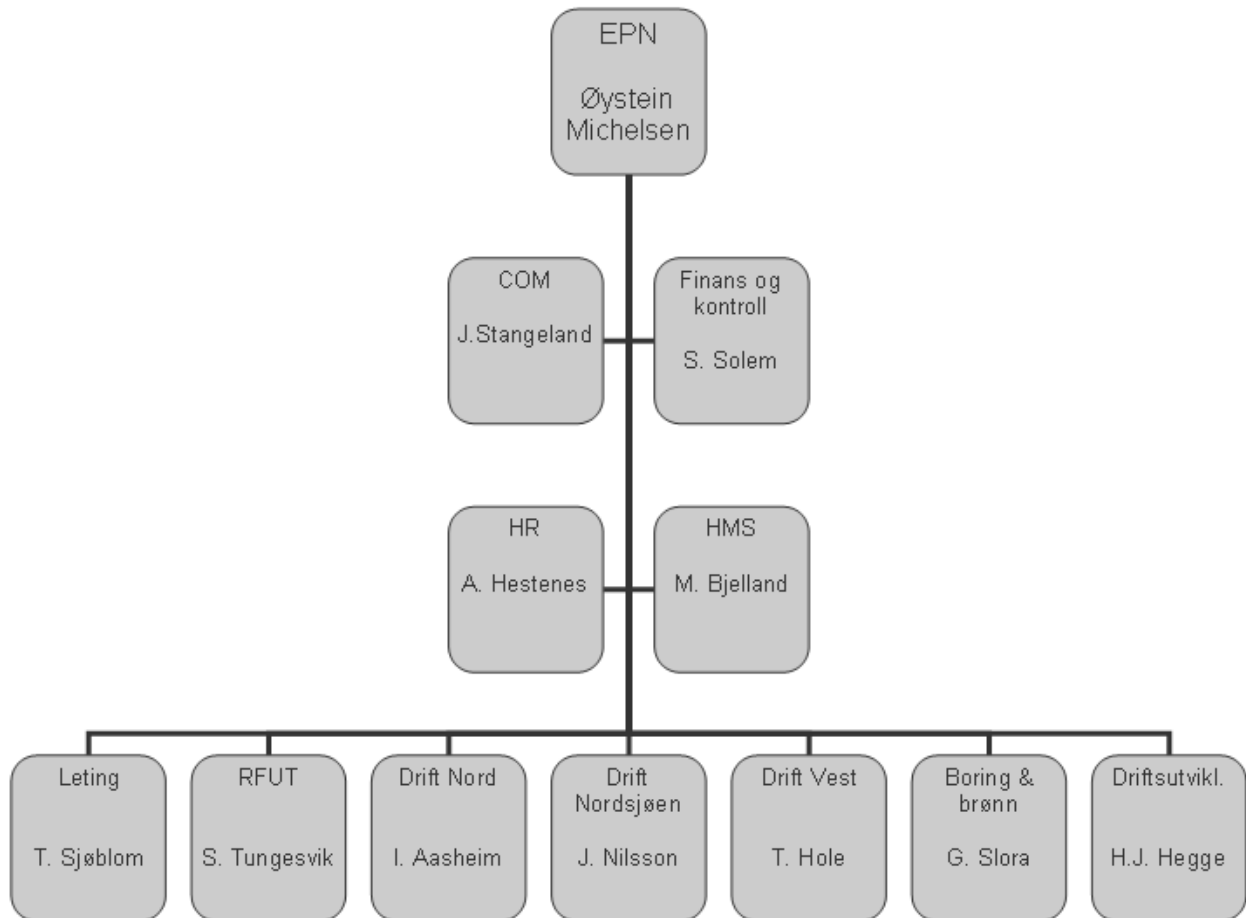
Gransking av:
 Brønnhendelse på Gullfaks C



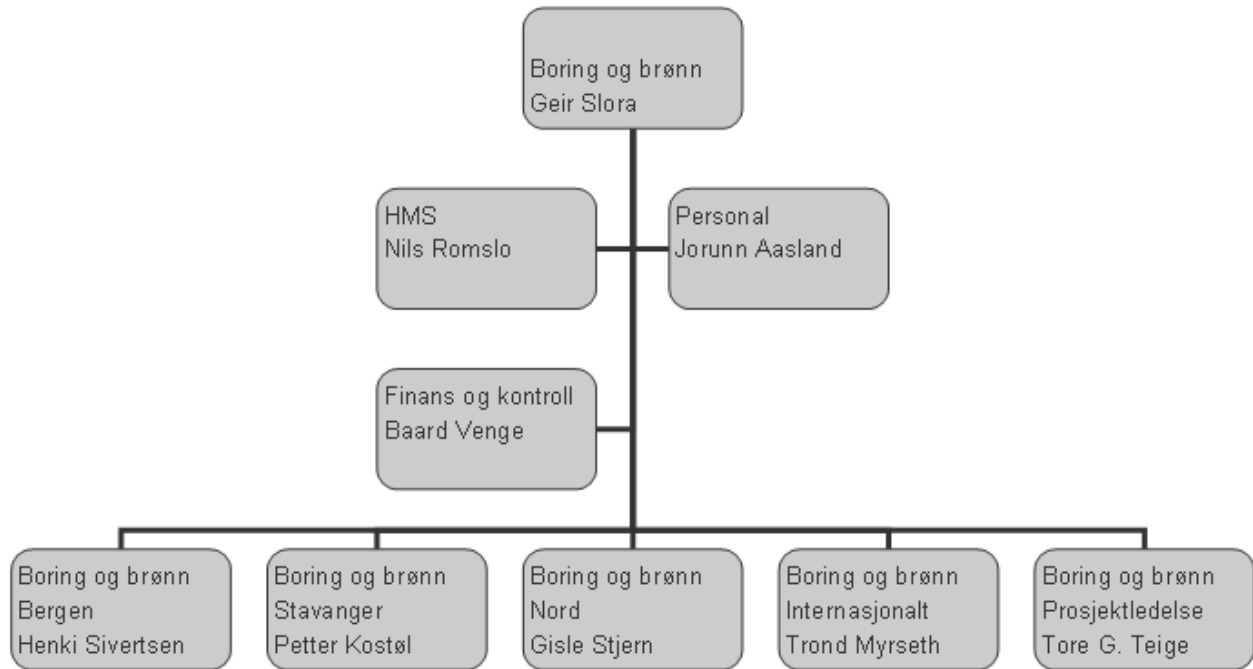
Figur 4.6 Trykkprognose for 34/10-C-06 A /2/

4.3 Organisering og ansvar

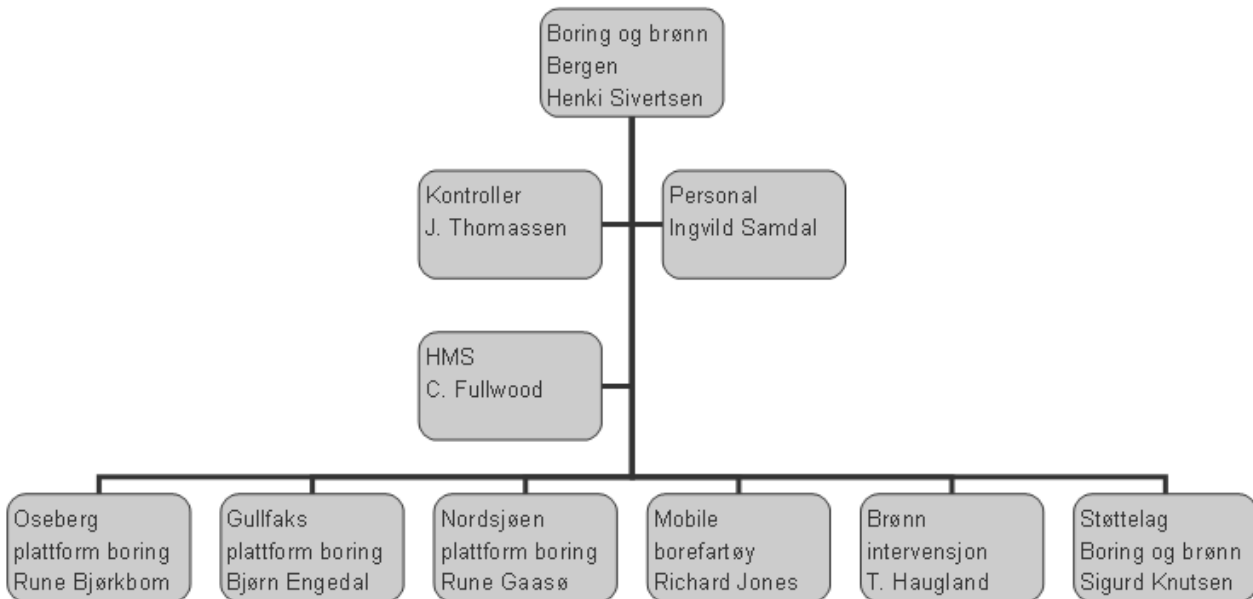
Organisering og ansvar for bore og brønn aktivitetene i Undersøkelse og produksjon Norge (EPN) er beskrevet i OMC01. Dokumentet er hjemlet i OMC01 for Undersøkelse og produksjon Norge (EPN) - Organisasjon, ledelse og styring /1/.



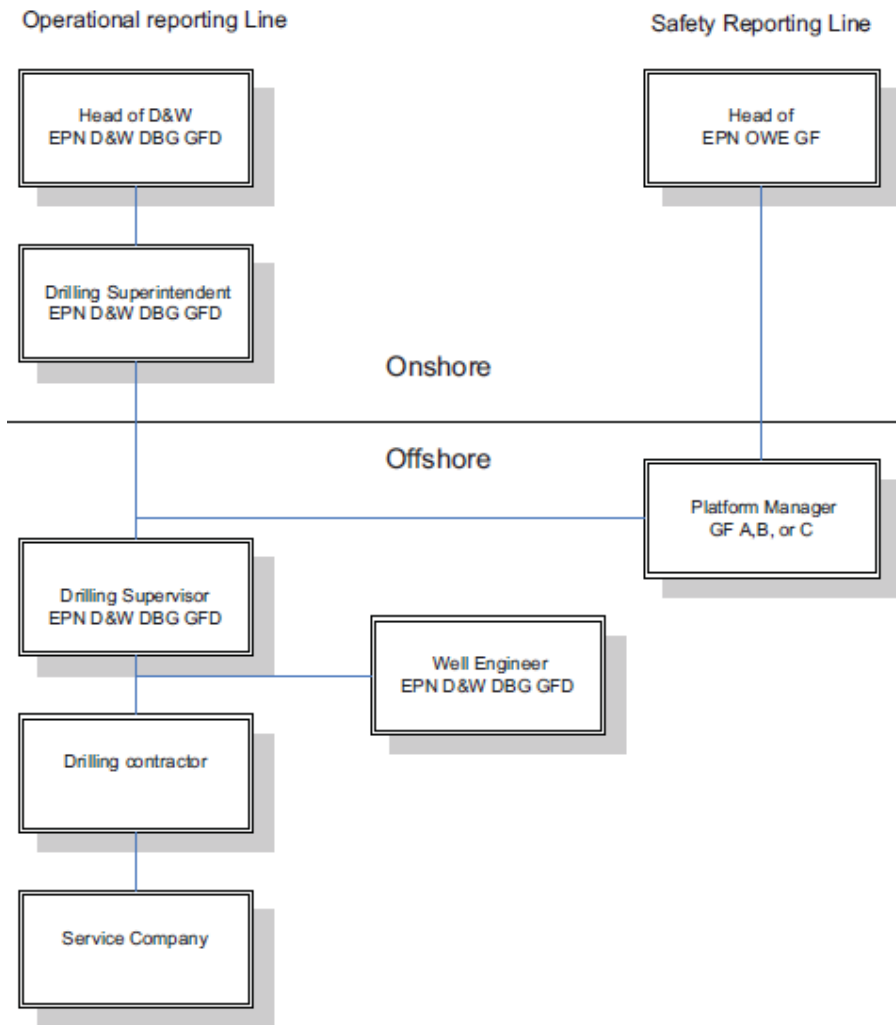
Figur 4.7 Organisasjonskart for EPN



Figur 4.8 Organisasjonskart for EPN, Boring og brønn



Figur 4.9 Organisasjonskart for EPN, Boring og brønn, Bergen



Figur 4.10 Organisasjonskart for EPN, Boring og brønn, Bergen, Gullfaks / 2 /

Borekontraktør (Drilling contractor) på Gullfaks C er Seawell. Halliburton er leverandørselskap (Service company) av MPD-tjenester. Halliburtons MPD-personell rapporterer direkte til Statoil boreleder (Drilling Supervisor) under MPD-operasjoner.

5 Hendelsen

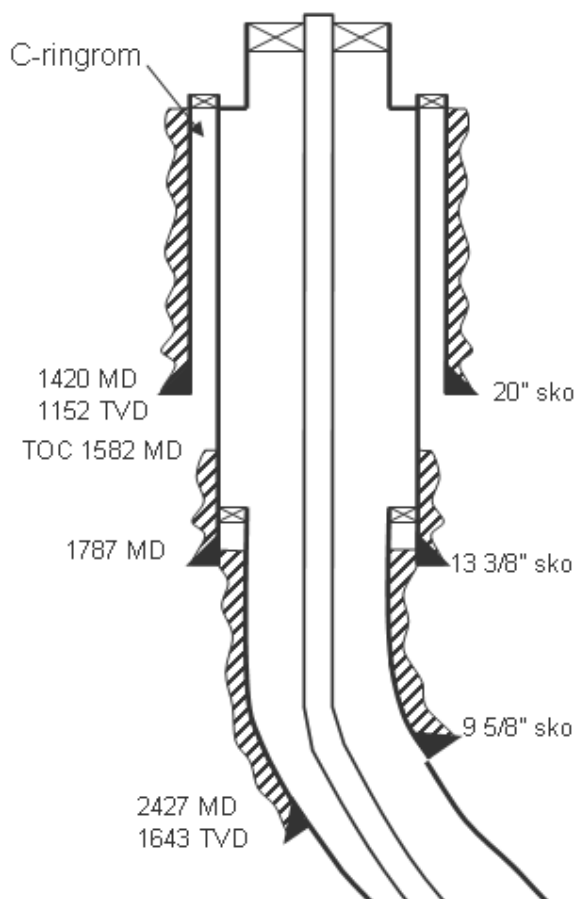
5.1 Hendelsesforløpet

Hendelsesforløpet som er beskrevet nedenfor, omfatter hendelseskjeden og de tilhørende faktaelementene, i MTO hendelsesforløpet. Se App A.

5.1.1 Konvensjonell boring

I 2008 planlegges boring av sidesteget C-06 A. Brønn C-06 ble boret første gang i 1991, før produksjonen ble stanset i 2008 og brønnen ble plugget tilbake i 2009.

C-06 er en brønn uten gassette gjenger i 13 3/8" foringsrør, som har dårlig sement mot 20" foringsrør. Granskingsgruppen har blitt gjort kjent med at det tidligere har vært påvist hydrokarboner i B-ringrom (145 bar) og C-ringrom.



Figur 5.1 Brønnskisse 34/10-C-06 A (tidligere 9 5/8" foringsrør er erstattet av 9 5/8" forlengelsesrør, dvs det er ikke B-ringrom i øvre del av brønnen)

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnehendelse på Gullfaks C



30.09.2009 er boreprogram for konvensjonell boring av C-06 A godkjent /2/. Identifiserte hovedrisiki i boreprogrammet er:

- Bore inn i høytrykksone
- Ikke få 9 5/8" x 10 3/4" forlengelsesrør til planlagt dyp
- Smalt vindu mellom pore- og fraktureringstrykk
- Uventede poretrykk, uborbar brønn og uplanlagt mobilisering av MPD
- Vanskelig å få til god sementjobb på 7" forlengelsesrør

21.11 er brønn C-06 plagget tilbake (P&A). Under P&A blir det målt poretrykk på 1,72 SG i toppen av Shetlandgruppen.

24.11 gjennomføres det USIT-logg av 13 3/8" foringsrør og sement, for å verifisere integritet. Testen gjennomføres bl.a. for å undersøke tidligere påviste obstruksjoner i foringsrøret mellom 1420 og 1430 m MD. Rapporten /3/ fra dette arbeidet viser 14% generell slitasje i hele foringsrøret, variabel sementkvalitet bak 13 3/8" foringsrør, dislokasjon av loggeverktøy mellom 1420 og 1430 m MD og mulig større slitasje i dette området.

15.12 begynner boring av 12 1/4" x 13 1/2" seksjon i brønn C-06 A. Det er planlagt å stanse boring og sette 9 5/8" foringsrør i god avstand fra påvist høytrykksone i Shetlandgruppen.

23.12 oppstår det hendelse med brønnsparke og slamtap til formasjon under boring av 12 1/4" seksjon i C-06 A. Brønnsparke kommer fra Listaformasjonen, som hadde poretrykk over 1,70 SG. Formasjonen ved 13 3/8" foringsrør lekker av ved 1,68 SG, mens det prognoserte fraktureringstrykket var på 1,85 SG. Et tiltak etter denne hendelsen er å gjennomføre XLOT for å finne minste horisontalspenning.

28.12 blir hendelsen klassifisert til alvorlighetsgrad Rød nivå 1 (Faktisk), men blir likevel ikke gransket iht gjeldende krav til gransking. Hendelsen klassifiseres som kvalitetsmessig rød og HMS-messig gul. Det gjennomføres dybdestudie av hendelsen /4/.

22.01.2010 sikres brønnen, ved å sette sement og mekanisk plugg inne i 9 5/8" forlengelsesrør. Som følge av hendelsen ble 10 3/4" x 9 5/8" forlengelsesrør satt på 2427 m MD, mens 2704 m MD var opprinnelig planlagt dyp. Planlegging av videre arbeid med brønnen påbegynnes.

01.03 starter konvensjonell boring av C-06 A opp igjen, men med smalere borevindu enn tidligere antatt. Etter hendelsen 23.12.2009 har maks poretrykk økt fra 1,72 SG i Shetlandgruppen til 1,73 SG i Listaformasjon. Estimert fraktureringstrykk er nå 1,83 SG ved 9 5/8" sko, som ble satt grunnere enn planlagt (pga hendelsen 23.12).

09.03 avsluttes boring av C-06 A, mens boring av C-06 AT2 påbegynnes.

12.03 blir C-06 AT2 plagget tilbake som følge av tap ved utboring av sko. Totalt tap er 85 m³ slam, med slamvekt 1,72 SG, ved 9 5/8" sko.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



13.03 utføres det XLOT som viser 1,79 SG i gjenåpningstrykk, noe som er lavere enn prognosert formasjonsstyrke (1,83 SG). XLOT utføres ved 2420 m MD RKB iht. til anbefalinger i dybdestudie fra hendelsen 23.12.2009 /4/.

13.03 starter boring av C-06 AT3, med 8 ½" x 9 ½" bunnhullsstreng.

19.03 avsluttes boring av C-06 AT3. Sprekker etter gjennomført XLOT sementeres igjen.

5.1.2 MPD-operasjonen

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

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

20.03 er det besluttet å bore en 2300 m lang reservoarseksjon med følgende utgangspunkt:

- MPD-operasjonen skal gjennomføres med 1,52 SG boreslam, ca 42 bar i baktrykk og maks tillatt variasjon i brønntrykk på +/- 2,5 bar.
- Konvensjonell del av operasjonen skal gjennomføres med 1,75 SG slam.

På dette tidspunkt er høyeste poretrykk i brønnen 1,73 SG (1740 m TVD) og målt fraktureringstrykk er 1,79 SG (1644 m TVD), noe som innebærer at:

- MPD-operasjonen har margin på +/- 0,85 bar mot tap og influx, i tillegg til det forutsatte operasjonsvinduet på +/- 2,5 bar.
- Krav til margin mot brønnsparke for konvensjonell del av MPD-operasjonen, som er på 4 m³ i 8 ½" hull, møtes ikke (ref krav K-11268).

I tillegg er statisk slamvekt på 1,52 SG lavere enn formasjonens prognoserte kollapstrykk (1,55 SG).

Statoil sluttrapport (Final Well Report) med erfaringer fra MPD-operasjonen på C-01 er på dette tidspunkt enda ikke utarbeidet.

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

24.03 gjennomføres det vellykket trykktest av 13 3/8" og 10 3/4" x 9 5/8" til 83 bar i 10 minutter.

24.03 blir det, iht til etablert praksis i Statoil, søkt om unntak fra krav om to uavhengige brønnbarrierer ifm overgang fra konvensjonell boring til MPD-operasjon. Det søkes om unntak, til tross for at det er aksept i APOS for å ha felles barriereelement under MPD.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

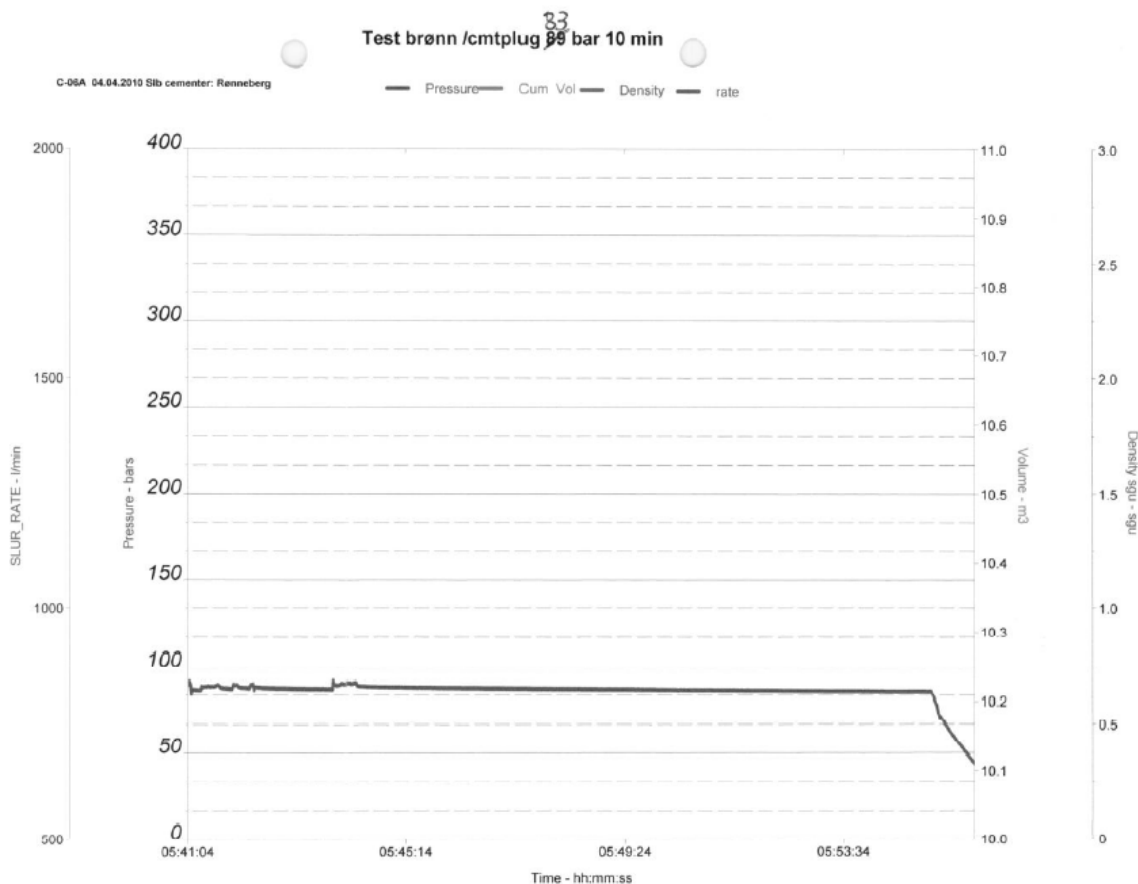
Gransking av:
Brønnehendelse på Gullfaks C



28.03 rigges MPD-utstyret opp av Halliburton.

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

05.04 gjennomføres det ny vellykket trykktest av 13 3/8" foringsrør og 9 5/8" x 10 3/4" forlengelsesrør til 83 bar i 10 minutter (se figuren nedenfor), samt vellykket innstrømningstest i MPD modus med 1,52 SG WARP slam.



Figur 5.2 Plott fra trykktest av 13 3/8" foringsrør og 9 5/8" x 10 3/4" forlengelsesrør

07.04 sirkuleres bunn-opp på 2360 m MD og får en tripp-gass på 7,3%.

08.04 blir det, sannsynligvis som følge av feiloperering, satt 119 bar brønnehodetrykk på brønnen (295 bar standpipe trykk).

13.04 er man ferdig med å bore ut av sement og klar til å sidestegsbore ut av T4. Det er nå tapt 82 m³ siden 11.04.

13.04 begynner å bore C-06 AT5 i MPD modus.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



19.04, kl 08:30 får inn så mye gass (TG=7,1%) at target ECD økes til 1,77 SG, noe som resulterer i enda mer gass (TG=9,5%), dvs. "ballooning". Target ECD tas deretter ned til 1,76 - 1,75 SG. Ballooning indikerer at brønnen ikke tåler target ECD på 1,77 SG.

19.04, kl 17:30 gjennomfører draw-down test i Listaformasjon ved 2664 m MD, som viser at poretrykk er ca 1,73 SG. Tidligere antatt poretrykk er også 1,73 SG.

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

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

Under skifte av PCD pakningselement den 24.04, øker volumet på trip-tank, stripper annular lekker og brønnhodetrykket faller fra 43,34 til 5,71 bar (underbalanse). Det sirkuleres ut gass fra brønnen.

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

30.04 - 01.05 er hullet fortrent til 1,75 SG før uttrekking. Det oppstår brønnsparke (350 liter), med påfølgende brønnkontrollsituasjon, når borestrengen trekkes ut av hullet. Hendelsen registreres i Synergi med alvorlighetsgrad Gul nivå 3 (Mulig). Operasjonen fortsetter uten at det innføres tilstrekkelige kompenserende tiltak.

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

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

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

5.1.3 Dagen hendelsen skjer

19.05, kl 11:39 mistes sugetrykk på baktrykks-pumpen og alle andre pumper.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



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

Kl 12:34 – 13:14 stenges brønnen inne med rig-annular, mens baktrykkspumpe repareres.

Kl 13:32 pumpes det med 800 l/min og det kommer 800 l/min i retur. Det pumpes nå med sementpumper.

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

Kl 13:46 mister 20" sko sin integritet og væske injiseres i formasjonen. 13 bar + 1,52 SG statisk sammenfaller med LOT på 20" sko.

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

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

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

5.1.4 Beredskap, varsling og normalisering

Fra kl 15:47 er det gassdeteksjon i slamprosesseringsområde, med påfølgende automatisk generell alarm og mønstring. POB er OK etter 23 min, noe som tilfredsstillt kravet på 25 min.

Kl 15:59 mottar Vaktentralen varsel fra Gullfaks C og varsler deretter videre til stabsleder 2. linje, iht instruks. I løpet av den påfølgende samtalen mellom beredskapsleder på Gullfaks C og stabsleder 2. linje oppfatter førstnevnte at 2. linje kommer til å mønstre, mens stabsleder 2. linje ikke oppfatter at det er behov for dette.

Fra kl 16:19 – 18:41 stenges nord- og sørskaftet på plattformen ned.

Fra kl 17:51 er det ny gassdeteksjon i slamprosesserings- og boreområde med automatisk initiering av generell alarm.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



Fra kl 19:15 – 19:27 blir sørskaftet kjørt opp igjen, uten at man er klar over trykkoppbygningen i C-ringrommet. Trykket i C-ringrommet har steget fra 20 til 38 bar fra 18.05 til 20.05. Den 19.05 er det ingen avlesning av trykket.

Ca kl 20:00 gjøres det forsøk på å trekke borestrengen. Det viser seg at borestrengen står fast med borekronen på 4573 m MD.

20.05 blir organisasjonen klar over at trykket i C-ringrommet har økt. Dette har blitt lest av kl 05:00 og er på 38 bar.

Fra kl 18:13 – 21:03 blir produksjonen stengt ned og personell uten beredskapsoppgaver blir demobilisert. B&B etablerer beredskapsorganisasjon på land.

31.05 blir sementplugg nr 1 satt for å isolere reservoaret fra Shetlandgruppen. Sementplugg nr. 1 er satt fra 3290 – 4573 m MD.

07.06 blir sementplugg nr. 2 satt for å stanse innstrømning fra Listaformasjon og Shetlandgruppen til brønnen. Sementplugg nr. 2 er satt i sko til 9 5/8" forlengelsesrør på 2427 m MD.

10.07 lokaliseres det hull i 13 3/8" foringsrør fra ca 1408 – 1420 m MD.

10.07 blir sementplugg nr. 3 satt på toppen av den mekaniske pluggen, som er satt på 2043 m MD. Sementplugg nr. 3 er satt fra 1848 – 2043 m MD.

14.07 blir det installert 10 3/4" "tie-back", som forsegler hull i 13 3/8" foringsrør mot brønnen. Barrierer i brønnen er re-etablert og normaliseringsfasen er avsluttet.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnehendelse på Gullfaks C



5.2 Tilsvarende hendelser

Nedenfor er det gitt en beskrivelse av tilsvarende hendelser, samt en vurdering av deres relevans i forhold til hendelsen som er beskrevet i denne rapporten og i hvilken grad det har blitt erfaringsoverført fra disse.

5.2.1 *Brønnsparke på Gullfaks B i brønn B-30 A, den 30.09.2007*

Den 03.09.2007 oppsto en brønnkontroll situasjon under boring av 8 ½" reservoar seksjonen i brønn B-30 A på Gullfaks B. Det ble tatt en influx på 0,3 – 0,5 m³, som medførte krysstrømming i brønnen og en krevende situasjon med å få re-etablert to barrierer. Hendelsen ble klassifisert med alvorlighetsgrad Rød nivå 1 (Faktisk). Hendelsen har RUH nr. 971774 og ble ikke gransket.

Granskingsgruppen har sett på tiltakene i RUH 971774 for å sjekke hvorvidt noen av disse kunne bidratt til å forhindre brønnkontrollsituasjonen i brønn C-06 AT5. Sett i forhold til at boreoperasjonen på C-06 AT5 ble utført med "Managed Pressure Drilling (MPD)" og B-30 A ble boret konvensjonelt, så er det vurdert at disse tiltakene ikke kunne forhindre at hendelsen i brønn C-06 AT5 oppsto.

5.2.2 *Hendelser med utvidet saksbehandling*

Det er utført fem MPD-operasjoner på Kvitebjørn og en MPD-operasjon på Gullfaks, med automatisk styring av chokeventil, før brønn C-06 AT5. Granskingsgruppen har vurdert RUH'er relatert til disse operasjonene og funnet en alvorlig hendelse med alvorlighetsgrad Rød nivå 2 (Potensielt) – Avslitt borestreng på Kvitebjørn 30.05.2007, med RUH 455956. Denne er ikke vurdert å være relevant for hendelsen på C-06 AT5.

5.2.3 *Tidligere utførte MPD-operasjoner*

Granskingsgruppens gjennomgang av RUH'er relatert til tidligere utførte MPD-operasjoner, samt andre brønnkontrollhendelser på Gullfaksfeltet har ikke avdekket tiltak og lærepunkter, som kunne bidratt til å forebygge at brønnkontrollsituasjonen på Gullfaks C-06 AT5 oppsto.

6 Konsekvenser

Med utgangspunkt i kategoriserings- og klassifiseringsmatrisen (ref L-10583 i APOS), er det vurdert faktiske og potensielle konsekvenser for relevante konsekvenskolonner gitt i denne figuren.

6.1 Faktiske konsekvenser

Hendelsen medførte ingen konsekvenser som er relevant for konsekvenskategoriene "Personskade", "Utslipp" eller "Brann/Eksplosjon".

6.1.1 *Olje/-gasslekkasje*

Med henvisning til vurderinger som er knyttet til gassutslippet /5/ er det estimert at gassen som ble detektert kl 17:51 hadde en lakkesjerate på ca 0,15 kg/s, noe som medfører alvorlighetsgrad **Gul nivå 3 (Faktisk)**.

6.1.2 *Svekking/bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer*

Med tap av felles barriereelement er dette, iht klassifiseringsmatrisen i "beste praksis" M-25194 i APOS, en hendelse med alvorlighetsgrad **Rød nivå 2 (Faktisk)**.

6.1.3 *Omdømme*

Hendelsen på Gullfaks C har blitt omtalt i både nasjonale og internasjonale medier, deriblant BBC. Med bakgrunn i dette har hendelsen alvorlighetsgrad **Rød nivå 2 (Faktisk)**.

6.1.4 *Produksjonstap*

Produksjonen på Gullfaks C var nedstengt fra 20. mai - 14. juli og medførte et samlet produksjonstap på 1084 MNOK. Et produksjonstap på mer enn 10 dager medfører alvorlighetsgrad **Rød nivå 1 (Faktisk)**.

6.1.5 *Materiell skade og andre økonomisk tap*

Foreløpig estimerte kostnader for boring av brønn C-06 A er 677 MNOK, noe som også omfatter ekstraordinære kostnader knyttet til brønnehendelsen. Med bakgrunn i dette har hendelsen alvorlighetsgrad **Rød nivå 1 (Faktisk)**.

6.2 Potensielle konsekvenser

Granskingsgruppen har vurdert denne hendelsens potensial, med utgangspunkt i hva som kunne ha skjedd under ubetydelig endrede omstendigheter. Med dette menes at det bare er tilfeldigheter som har gjort at de potensielle utfallene av hendelsen ikke inntraff.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



Nedenfor er det gitt en beskrivelse av andre mulige hendelsesforløp, samt hvilke konsekvenser disse kunne medført og hvorvidt disse hendelsesforløpene faller innunder begrepet "ubetydelig endrede omstendigheter", dvs. 50/50 scenario.

6.2.1 Antent gassutslipp

Gassutslippene som skjedde i løpet av hendelsen er vurdert nærmere og dokumentert i et eget dokument /5/. Her er det vurdert at gassen som ble detektert kl 15:49 indikerer at det ikke var gass i selve slamprosesseringsområdet. Når det gjelder gassen som ble detektert kl 17:51, er det imidlertid sannsynlig at gasskyen i slamprosesseringsområdet oppnådde brennbar konsentrasjon. Gassen som ble detektert på boredekk antas å ikke ha nådd brennbar konsentrasjon.

En mulig antennelse av gasskyen i slamprosesseringsområdet kunne gitt alvorlige konsekvenser for både personell og utstyr. Med en antatt sannsynlighet for antennelse på under 1% /5/, er imidlertid granskingsgruppen av den oppfatning at dette mulige utfallet faller utenfor begrepet "ubetydelig endrede omstendigheter".

6.2.2 Svikt i BOP

En midlertidig svikt i BOP, for eksempel på grunn av feiloperering kunne gitt et utslipp av boreslam, muligens blandet med hydrokarboner. En større svikt hvor BOP blir stående åpen ville innebære utblåsning til plattformen.

Når det står borestreng i hullet, kan BOP stenge og isolere brønnen hvis en av de tre stengemekanismene annular preventer, pipe-rammer eller shear-ram fungerer. Svikt i BOP forutsetter at alle disse svikter eller at det oppstår en lekkasje gjennom BOP-housing eller koblinger. BOP er et høypålitelig utstyr. Granskingsgruppen mener derfor svikt i denne faller utenfor definisjonen av "ubetydelig endrede omstendigheter".

6.2.3 Dersom ringrommet ikke hadde tettet seg

Granskingsgruppen anser det som tilfeldig at ringrommet rundt borestrengen tettet seg ved 9 5/8" sko. Dersom ringrommet ikke hadde tettet seg, kunne dette medført undergrunnsutblåsning.

Granskingsgruppen mener at dette mulige hendelsesforløpet faller innenfor definisjonen "ubetydelig endrede omstendigheter".

6.2.4 Manglende forsyning av slam fra båt

Dersom det under brønnkontrollsituasjonen hadde oppstått en situasjon med manglende tilgang på slam, måtte man tatt i bruk sjøvann som brønnvæske. Bruk av sjøvann ville medført betydelig dårligere forutsetninger for brønnkontroll.

For at en slik situasjon skal oppstå, måtte slamforsyning fra skip opphøre. Dette kunne skyldes dårlig vær eller svikt i slamforsyning på grunn av menneskelig feilhandling eller utstyrssvikt. Operasjonen foregår sommerstid noe som gjør en situasjon med for dårlig vær mindre sannsynlig. I tillegg har

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnehendelse på Gullfaks C



Gullfaks C redundante og fleksible systemer for lasting og lossing mot skip. Granskingsgruppen mener derfor at dette mulige hendelsesforløpet faller utenfor definisjonen "ubetydelig endrede omstendigheter".

6.2.5 *Kontaminering av slam*

Kontaminering av slam kan skje på grunn av reaksjon mellom slam i bruk og annet slam i slamanlegget, vannlekkasje eller reaksjon med væsker i brønnen. Kontaminering kan føre til at slammets egenskaper totalt skifter karakter, for eksempel at det klumper eller "geller" seg. Dette kan medføre problemer med sirkulasjon eller avbrutt sirkulasjon i flere timer, fordi hele eller at deler av sirkulasjonssystemet plugges seg. En alvorlig kontamineringshendelse inntraff under normaliseringsfasen og truet brønnkontrolloperasjonen. Med langvarig tap av sirkulasjonsmulighet vurderes potensialet for eskalering til undergrunnsutblåsning for å være tilstede.

Granskingsgruppen vurderer det som sannsynlig at kontaminering av slam kunne medført en undergrunnsutblåsning, men er usikker på om dette faller innenfor begrepet "ubetydelig endrede omstendigheter".

6.2.6 *Oppsummering av potensielle konsekvenser*

Som angitt ovenfor er det undergrunnsutblåsning som vurderes som en potensiell konsekvens som granskingsgruppen mener faller innenfor "ubetydelig endrede omstendigheter", dvs. 50/50 scenario.

Granskingsgruppen mener videre at en undergrunnsutblåsning, med påfølgende utslipp på havbunnen, vil falle utenfor denne definisjonen. Bakgrunnen for denne vurderingen er at et slikt utfall vil være avhengig av at to uavhengige tilfeldige utfall må inntreffe:

1. Den ene tilfeldigheten er at man først måtte fått en undergrunnsutblåsning.
2. Den andre tilfeldigheten er at en undergrunnsutblåsning ikke hadde blitt tatt opp av sander i Hordalandgruppen og/eller Utsiraformasjonen, men fulgt brønnbanen opp og sluppet ut på havbunnen.

En undergrunnsutblåsning vil i all hovedsak skille seg fra den faktiske hendelsen i den forstand at normaliseringsarbeidet ville blitt vesentlig mer omfattende og langvarig. I forhold til klassifiseringen, vil dette derfor påvirke konsekvenskategoriene "Omdømme", "Produksjonstap" og "Materiell skade og andre økonomiske tap".

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



6.3 Klassifisering av hendelsen

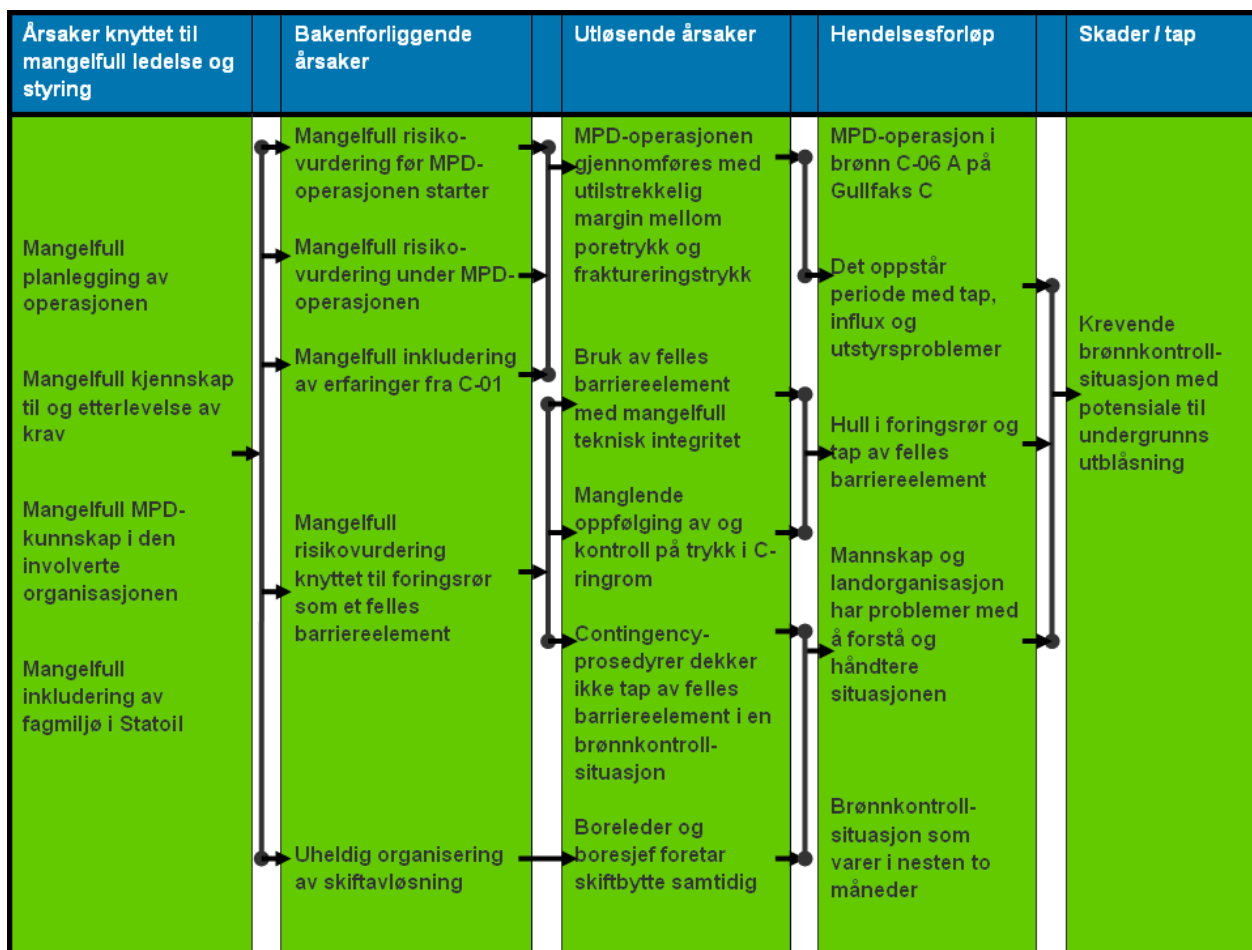
Basert på vurderingene ovenfor klassifiseres denne hendelsen totalt sett til alvorlighetsgrad **Rød nivå 1 (Faktisk)**.

Skadekategori	Faktisk alvorlighetsgrad	Mulig alvorlighetsgrad (50/50 scenario)
Personskade	Ingen	Lav
Oljeutslipp	Ingen	Lav
Kjemikalieutslipp – Hav	Ingen	Lav
Kjemikalieutslipp – Land	Ikke relevant	Ikke relevant
Olje- / gasslekkasje	Gul nivå 3	Gul nivå 3
Brann/ eksplosjon	Ingen	Lav
Svekking/ bortfall av sikkerhetsfunksjoner og barrierer	Rød nivå 2	Rød nivå 2
Omdømme	Rød nivå 2	Rød nivå 1
Produksjonstap	Rød nivå 1	Rød nivå 1
Materiell skade og andre økonomiske tap	Rød nivå 1	Rød nivå 1

Tabell 6.1 Klassifisering av hendelsen

7 Årsaker

Med utgangspunkt i Tapsårsaksmodellen er det i kapitlene nedenfor gitt en beskrivelse av årsaksforholdene knyttet til denne hendelsen.



Figur 7.1 Tapsårsaksmodellen

Som angitt i figuren over, er granskingsgruppen av den oppfatning at det er tre forhold fra hendelsesforløpet som bidrar til den krevende brønnkontroll-situasjonen den 19.05 (Skade/tap). Av disse tre er det to som er vurdert å ha størst betydning:

1. Hull i foringsrør og tap av felles barriereelement:
 Under MPD-operasjonen er foringsrøret felles barriereelement, noe som gjør at et hull i dette medfører tap av begge brønnbarrierer. Tap av brønnbarrierene gir i seg selv en krevende brønnkontroll-situasjon.
2. MPD-operasjon med utilstrekkelig margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk:
 Granskingsgruppen er av den oppfatning at denne MPD-operasjonen ble gjennomført med utilstrekkelig margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk. I en situasjon med tap av felles

barriereelement bidro dette til å gjøre brønnkontrollsituasjonen mer krevende. Begrunnelsen for dette er:

- Ved tap av baktrykk oppstår det umiddelbart underbalanse i brønnen. Underbalanse i brønnen medførte brønnspark.
- Tap av baktrykk under en operasjon der forskjell mellom statisk slamvekt (1,52 SG) og poretrykk (1,73 SG) er betydelig, medfører også at underbalansen i brønnen blir betydelig.
- Brønnkontrollsituasjonen skal håndteres i konvensjonell boremodus. Med et lavt fraktureringstrykk ved 9 5/8" sko (1,79 SG) er det svært vanskelig å sirkulere inn tyngre slam, uten å gå på tap til formasjonen.

I kapitlene nedenfor er det gitt en beskrivelse av de årsaksforhold som granskingsgruppen mener bidrar til at de to mest betydningsfulle forholdene i hendelsesforløpet inntreffer (pkt 1 og 2 ovenfor), samt årsaksforholdene som er knyttet opp mot det tredje forholdet i hendelsesforløpet.

7.1 Utløsende årsaker

En utløsende årsak er definert som en uheldig/farlig handling eller forhold som utløste en eller flere enkelthendelser. Se også Tapsårsaksmodellen i Figur 7.1.

7.1.1 *Bruk av foringsrør med mangelfull teknisk integritet*

En årsak til at det oppstår hull i 13 3/8" foringsrør, og at man mister dette felles barriereelementet, er at foringsrøret har mangelfull teknisk integritet. Foringsrøret som er fra 1991 har ikke-gasstette gjenger, dårlig sement mot 20" foringsrør, påviste hydrokarboner i B-ringrom (145 bar) og C-ringrom, generell slitasje på 14%, samt en mulig større slitasje mellom 1420 – 1430 m MD.

7.1.2 *Oppfølging av og kontroll på trykk i C-ringrom*

En annen årsak som bidrar til at det utvikler seg lekkasje og senere oppstår hull i 13 3/8" foringsrør, er at det er manglende oppfølging og kontroll på trykket i C-ringrommet. Under denne operasjonen registreres som regel dette trykket daglig av områdeoperatør, men det er ikke etablert rutiner som fanger opp og tar aksjon ved endringer i trykket.

7.1.3 *Margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk*

En årsak til at boreoperasjonen preges av flere episoder med influx til og tap fra brønnen, er at det er utilstrekkelig margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk. Med utilstrekkelig henvises det til nødvendig operasjonsvindu som de planlagte operasjonene kan gjennomføres innenfor. Nedenfor er det gitt en beskrivelse av hva granskingsgruppen mener med utilstrekkelig margin.

- Margin mot poretrykk:
I MPD modus er planlagt ekvivalent brønntrykk 1,75 SG. Når det trekkes fra 2,5 bar (ref operasjonsvindu), er restmargin mot poretrykk 0,005 SG ved 1740 m TVD. Dette er lavere enn kravet til sikkerhetsmargin mot poretrykk, som er på 0,02 SG (ref krav K-19637). Fall i baktrykket med bare 3 bar vil i dette tilfellet medføre underbalanse.

- Margin mot fraktureringstrykk:
I konvensjonell modus benyttes en slamvekt på 1,75 SG, noe som tilsvarer 282,1 bar ved 1643 m TVD. Fraktureringstrykket (XLOT) er 1,79 SG på dette dypet, noe som tilsvarer 288,5 bar. Dette innebærer at det er 6,4 bar margin mot fraktureringstrykket. Granskingsgruppen mener at det i dette tilfellet er svært vanskelig å sirkulere i reservoarseksjonen.
- Margin for å håndtere brønnspar (kickmargin):
Krav til kickmargin i konvensjonell modus for 8 ½" er 4 m³ (ref krav K-11268). Denne boreoperasjonen er gjennomført med en kickmargin på 2,4 m³, noe som bryter med kravet. Granskingsgruppen mener at dette gjør det vanskelig å sirkulere ut brønnspar.

7.1.4 *Contingency-prosedyrer dekker ikke tap av felles barriereelement i en brønnkontrollsituasjon*

En årsak til at mannskapet og landorganisasjonen har problemer med å forstå og håndtere den komplekse hendelsen den 19. mai, er at contingency-prosedyrer ikke dekker den situasjonen de befinner seg i, med tap av felles barriereelement i en brønnkontrollsituasjon.

7.1.5 *Boreleder og boresjef foretar skiftbytte samtidig*

En annen medvirkende årsak til at mannskapet har problemer med å forstå og håndtere den komplekse hendelsen den 19. mai, er at både boreleder og boresjef er i gang med å gjennomføre ordinært skiftbytte på samme tidspunkt som hendelsen oppstår. Til tross for at skiftbyttet gjennomføres i løpet av kort tid, innebærer dette likevel at mannskapet på boredekk har redusert støtte når hendelsen inntreffer.

7.2 *Bakenforliggende årsaker*

En bakenforliggende årsak er definert som et forhold som førte til at en eller flere utløsende årsaker oppsto. Se også Tapsårsaksmodellen i Figur 7.1.

7.2.1 *Risikovurdering knyttet til foringsrør som et felles barriereelement*

Granskingsgruppen mener at det har vært en mangelfull risikovurdering knyttet til bruk av foringsrøret som et felles barriereelement og at dette er årsaken til at:

- Det tas i bruk 13 3/8" foringsrør med mangelfull teknisk integritet.
- At det er manglende oppfølging og kontroll på trykket i C-ringrommet.
- At contingency-prosedyrer ikke dekker tap av felles barriereelement i en brønnkontrollsituasjon.

7.2.2 *Risikovurdering før MPD-operasjonen starter*

En årsak til at MPD-operasjonen gjennomføres med utilstrekkelig margin mot poretrykk og fraktureringstrykk, er at risikovurderingene som gjennomføres før det besluttes å gjennomføre MPD-operasjonen er mangelfulle.

I følge boreprogrammet /2/ ble brønnen vurdert som en brønn med høy risiko, bl.a med "Well Complexity Index" på rød 73 for MPD-operasjonen. Granskingsgruppen vil trekke frem følgende mangler ift kvalitet og systematikk i risikovurderingene som ble gjennomført før MPD-operasjonen startet:

- Vurdering av hvorvidt teknologien kan operere innenfor trykkmarginene.
- Vurdering av teknisk tilstand knyttet til felles barriereelementer.
- Vurdering av overganger mellom MPD og konvensjonelle operasjonsfaser, samt operasjonsbegrensningene i den konvensjonelle operasjonsfasen.
- Vurdering av ulike utstyrskomponenters kritikalitet for trykkkontroll.
- Planer for å bore avlastningsbrønn for denne brønnen
- Sammenstilling av risikobidragene til et samlet risikobilde som egner seg som beslutningsunderlag.

7.2.3 Risikovurdering under MPD-operasjonen

En annen årsak til at MPD-operasjonen gjennomføres med utilstrekkelig margin mot poretrykk og fraktureringstrykk, er at det er mangelfulle risikovurderinger under gjennomføringen av MPD-operasjonen. Mens operasjonen pågår er det flere episoder med tap til formasjonen og influx, noe som kunne medført en revurdering av hvorvidt det var forsvarlig å fortsette operasjonen.

7.2.4 Inkludering av erfaringer fra C-01

En tredje årsak til at MPD-operasjonen gjennomføres med utilstrekkelig margin mot poretrykk og fraktureringstrykk, er at det er mangelfull inkludering av erfaringer knyttet til trykkkontroll fra MPD-operasjonen som ble gjennomført i brønn C-01. Erfaringene fagmiljøet har oppsummert etter arbeidet med denne brønnen viste at man ikke greide å holde seg innenfor +/- 2,5 bar til enhver tid /7/.

7.2.5 Organisering av skiftavløsning

Uheldig organisering av skiftavløsning er årsaken til at både boreleder og boresjef foretar skiftbytte på samme tidspunkt.

7.3 Årsaker knyttet til mangelfull ledelse og styring

Årsaker knyttet til mangelfull ledelse og styring forklarer hvorfor de bakenforliggende årsakene oppsto. Se også Tapsårsaksmodellen i Figur 7.1.

7.3.1 Planlegging av operasjonen

På det tidspunkt (mars 2010) det ble besluttet å gå fra en konvensjonell boreoperasjon til en MPD-operasjon, var både antall endringer og omfanget av disse av en slik karakter at dette burde resultert i et signert tillegg til boreprogrammet, samt oppdatert og signert risikoregister.

Granskingsgruppen er av den oppfatning at en systematisk håndtering av endringene kunne forhindre alle de identifiserte bakenforliggende årsakene.

7.3.2 *Kjennskap til og etterlevelse av krav*

Det er identifisert flere brudd på krav fra Statoils styrende dokumentasjon (ref kapittel 7.4.3). Det forventes at etterlevelse av kravene kunne forhindret flere av de bakenforliggende årsakene:

- Mangelfull risikovurdering før MPD-operasjonen starter.
- Mangelfull risikovurdering under MPD-operasjonen.
- Mangelfull inkludering av erfaringer fra C-01.
- Mangelfull risikovurdering knyttet til foringsrør som et felles barriereelement.

7.3.3 *MPD-kunnskap i den involverte organisasjonen*

Gjennom det arbeidet som er utført i denne granskingen og de samtaler granskingsgruppen har hatt med involvert personell, sitter granskingsgruppen igjen med et inntrykk av at den involverte organisasjonen har mangelfull kunnskap knyttet til MPD. Enkelt personer kan mye om MPD, men en samlet vurdering av den involverte organisasjonen tilsier en mangelfull utnyttelse av kunnskapen.

Et tilfredsstillende kunnskapsnivå innen MPD kunne forhindret flere av de bakenforliggende årsakene:

- Mangelfull risikovurdering før MPD-operasjonen starter.
- Mangelfull risikovurdering under MPD-operasjonen.
- Mangelfull inkludering av erfaringer fra C-01.
- Mangelfull risikovurdering knyttet til foringsrør som et felles barriereelement.

7.3.4 *Involvering av fagmiljø i Statoil*

Til tross for at MPD teknologien er relativt ny i selskapet, har etablerte fagmiljø i Statoil i liten grad vært inkludert i planlegging og operasjonell oppfølging av MPD-operasjonen på Gullfaks C. Bl.a. ble det ikke gjennomført Peer review før MPD operasjonen startet, slik det er krav til (ref krav K-12168). Overfor granskingsgruppen har det blitt antydnet at samarbeidsklimaet mellom fagmiljøet i Statoil og B&B organisasjonen i Gullfaks ikke har vært bra.

Granskingsgruppen er av den oppfatning at en bedre og tettere involvering av fagmiljøet i Statoil ville vært helt naturlig i dette prosjektet og at dette i så måte kunne forhindret flere av de bakenforliggende årsakene:

- Mangelfull risikovurdering før MPD-operasjonen starter.
- Mangelfull risikovurdering under MPD-operasjonen.
- Mangelfull inkludering av erfaringer fra C-01.

7.4 Barrierer og avvik

En barriere er definert som en teknisk, administrativ eller organisatorisk foranstaltning som kunne ha stanset hendelsesforløpet. Se også MTO diagrammet, i App A.

7.4.1 *Brutte barrierer*

7.4.1.1 *Beslutning om å gå fra konvensjonell boring til MPD-operasjon*

Den 20. mars blir det besluttet å gå fra konvensjonell boring til MPD-operasjon, uten at endringer til boreprogram og risikoregister blir dokumentert og formelt godkjent.

En bedre risikovurdering av MPD-operasjonen og kvalitetssjekk av beslutningsunderlaget, kunne medført at de involverte hadde hatt en vesentlig bedre forståelse av utfordringene med MPD-operasjonen. I så måte kunne dette bidratt til at hendelsen den 19. mai ikke hadde inntruffet.

7.4.1.2 *MPD-operasjon med "krevende" utgangspunkt*

Utgangspunktet for den planlagte MPD-operasjonen har en rekke "krevende" elementer. Blant disse kan følgende nevnes:

- Reservoarleksjon på 2300 m.
- Utilstrekkelig margin mellom poretrykk og fraktureringstrykk.
- Brudd på krav til margin mot brønnsparke (kickmargin) i konvensjonell modus av MPD-operasjonen.

Dersom fagmiljøet i Statoil hadde blitt involvert på en bedre måte i planleggingen av operasjonen, kan det forventes at erfaringene fra MPD-operasjonen på brønn C-01 i større grad hadde blitt lagt til grunn. Under denne operasjonen greide man ikke å holde seg innenfor en trykkvariasjon på +/- 2,5 bar til enhver tid /7/, noe som var en forutsetning for operasjonen på C-06 A. I tillegg kunne slik involvering bidratt til at man på generell basis oppnådde en bedre planlegging av MPD-operasjonen på brønn C-06 A. Utover dette er granskingsgruppen også av den oppfatning at et høyere kunnskapsnivå innenfor MPD, i den involverte organisasjonen, kunne bidratt til bedre planlegging av MPD-operasjonen på brønn C-06 A. I så måte kunne dette bidratt til at hendelsen den 19. mai ikke hadde inntruffet.

7.4.1.3 *Risikovurderinger lagt til grunn for unntakssøknad*

I forbindelse med bruk av felles barriereelement under MPD-operasjonen, blir det søkt om unntak fra krav om to uavhengige brønnbarrierer. Unntakssøknaden og risikovurderingene som er lagt til grunn for denne godkjennes den 31. mars uten at 13 3/8" foringsrør og sement, som også er et felles barriereelement, er inkludert i denne.

Granskingsgruppen er av den oppfatning at en grundigere og brønnsesifikk risikoanalyse kunne forhindret at foringsrør og sement ble utelatt fra disse vurderingene. Hadde dette blitt inkludert kunne dette bidratt til å identifisere risikoreduserende tiltak som kunne forhindret at det senere oppsto hull i foringsrøret den 19. mai.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



7.4.1.4 Fortsatt operasjon til tross for utstyrsproblemer

I forbindelse med skifte av PCD pakningselement den 22. og 24. april oppstår det underbalanse i brønnen. Til tross for at det er krav om overbalanse i brønnen til enhver tid, fortsetter MPD-operasjonen uten at det innføres tilstrekkelige kompenserende tiltak.

Bedre planlegging, etterlevelse av krav og bedre risikoforståelse knyttet til underbalanse i brønnen, kunne medført at det enten ble innført tilstrekkelige kompenserende tiltak eller at operasjonen ble revurdert. Dette kunne av den grunn bidratt til at hendelsen den 19. mai ikke hadde inntruffet.

7.4.1.5 Fortsatt operasjon til tross for hendelse med brønnsparke

Den 30. april oppstår det brønnsparke når borestrengen trekkes ut av hullet. Brønnsparket etterfølges av en brønnskrollsituasjon som varer frem til neste dag. Boreoperasjonen fortsetter når brønnskrollsituasjonen er håndtert, men uten at det blir innført tilstrekkelige kompenserende tiltak.

Granskingsgruppen er av den oppfatning at denne hendelsen kunne medført at det enten ble innført tilstrekkelige kompenserende tiltak eller at operasjonen ble revurdert. Dette kunne i så fall bidratt til at hendelsen den 19. mai ikke hadde inntruffet.

7.4.2 Manglende barrierer

7.4.2.1 Oppfølging og kontroll på trykk i C-ringrom

I perioden 22. – 29. april og 10. – 18. mai oppstår det trykkøkning i C-ringrom. Trykket har før og mellom disse tidsperiodene ligget stabilt på ca 12 bar, men stiger i disse periodene opp til hhv 18 og 20 bar, uten at dette blir fanget opp av de involverte.

Dersom denne trykkøkningen hadde blitt fanget opp, kunne dette medført at man hadde fått klarhet i at det var en begynnende lekkasje i 13 3/8" foringsrør og at et felles barriereelement var i ferd med å bli svekket. Slik kunnskap kunne medført iverksettelse av tiltak som kunne forhindre hendelsen den 19. mai.

7.4.3 Avvik

Med utgangspunkt i de identifiserte barrierebruddene er det i dette kapittelet angitt hvilke av disse som er avvik fra Statoils styrende dokumenter.

Merk at brønnen opprinnelig ble planlagt med DocMap som styringssystem. Ved endring av planer i 2010 er det nye styringssystemet Brønntilvirkningsprosessen fullt implementert og er dermed gjeldende styringsunderlag. Avvikene nedenfor refererer til krav i Brønntilvirkningsprosessen.

7.4.3.1 K-10896 Risk approval

Remaining risk after mitigation shall be approved according to the following table:

(...)

Production/injection wells, DG03b:

- Yellow: Project manager and D&W manager*
- Red: Vice president D&W*

Granskingsgruppen er av den oppfatning at sentrale risikoanalyser av MPD-operasjonen, som danner grunnlag for beslutning om å gå i gang med operasjonen, ikke er formelt godkjent i henhold til kravet. Et eksempel er risikoanalysen av "Drilling of 8 ½" x 9 ½" section" /6/. I denne analysen er det flere gule og røde risikoelementer, som iht kravet ovenfor skulle vært formelt godkjent av leder B&B Bergen. Denne analysen har ikke blitt formelt godkjent på verken dette nivået eller lavere nivå.

7.4.3.2 Avvik fra krav K-11252 General well barrier requirements

(...)

The two defined barriers shall to the extent possible be independent of each other without common barrier elements.

If it not is possible or practical to avoid common barrier elements, a risk analysis shall be performed and risk reducing/mitigating measures applied to reduce the risk as low as reasonable practical.

(...)

Det er ikke gjort en brønnsesifikk risikoanalyse rettet mot felles barriereelementer for C-06 A. I unntaksbehandling blir det referert til risikoanalyser fra tidligere MPD- og UBO-operasjoner på Gullfaks C og Kvitebjørn. Disse omhandler kun felles barriereelement på selve plattformen og ikke foringsrør eller sement, som også er felles barriereelement.

7.4.3.3 Avvik fra krav K-12168 QC/Peer Review Process

For wells with WCI > 50, a Peer Review from Process Owner D&W is mandatory.

(...)

MPD-operasjonen hadde well complexity index (WCI) rød 73. Peer review ble ikke gjennomført.

7.4.3.4 Avvik fra krav til risikostyring i planlegging og gjennomføring

Gjeldende krav til hvordan risikoanalyser og risikostyring skal gjennomføres er gitt i blant annet WR2404 Risk management process, HSE01.02en – Perform HSE risk management og i Brønntilvirkningsprosessen. Disse dokumentene stiller en rekke krav til bl.a. kompetanse, organisering, metoder, dokumentasjon og bruk av risikoanalyser i beslutningsprosesser. I tillegg tydeliggjøres det også at risikostyringsprosessen er et linjeansvar. Granskingsgruppen vurderer det

slik at det er avvik fra prinsippene i disse dokumentene, samt flere av de angitte kravene. Eksempler på avvik er:

Fra K-10785, *The Project leader responsibilities*

The Project leader is responsible for establishing and implementing a risk management process. This implies that the Project leader shall:

- *have an overview of the total risk picture and critical risks for the project (...)*
- *ensure that sufficient and appropriate competence in risk management is made available to the project (...)*

Et dokument som gir oversikt over de viktigste risikoforholdene i operasjonen basert på ulike analyser og vurderinger er ikke gjort tilgjengelig for granskingsgruppen. Personell med opplæring og kompetanse i risikoanalyse er ikke tilstrekkelig involvert inn i risikostyringsarbeidet.

Fra K-21142, *The Risk management content:*

The risk management process shall as a minimum contain:

- *Identification, assessment and evaluation of identified risks according in line with recognised methodology*

(...)

Det er ikke benyttet sjekklister eller ledeord under gjennomføring av risikoanalyser. Årsak og konsekvens for identifiserte risiki er mangelfullt beskrevet. Viktige risiki knyttet til blant annet trykkontroll og til felles barriereelement er ikke tilstrekkelig adressert. Analyser er mangelfullt dokumentert når det gjelder dato for gjennomføring, deltakere, ansvarlige for og status på tiltak. Det vises blant annet til analysen dokumentert i /6/.

Fra K-11155, *Operational Risk Assessment*

The method of the assessment shall be chosen according to the object of analysis, necessary level of detail and available supporting material ("hard facts", expertise, operational experience and results from previously performed assessments).

(...)

Granskingsgruppen mener operasjonen både er kompleks og utfordrende. Kun enkleste form for risikoanalysemetode er tatt i bruk.

7.4.3.5 Avvik fra K-21339 *Contingency plans – blowout and relief well drilling*

A blowout contingency plan shall be in place for each field/installation. It must be verified that each well is covered by the blowout contingency plan and feasible to kill. Typical scenarios that require a review could be changes in:

- *Well design (well geometry, casing setting depth, well trajectory etc.)*
- *Reservoir conditions (reservoir pressure, permeability etc.)*

(...)

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



If in doubt, calculations of blowout rates shall be performed.

For wells not covered by any blowout contingency plan in Statoil, a well specific blowout contingency plan shall be in place. (...)

Med de rådene formasjonsforhold for den aktuelle brønnen er det grunn til å anta at den eksisterende planen for boring av avlastningsbrønn på Gullfaks C ikke kunne brukes. Det ble ikke verifisert at eksisterende plan for boring av avlastningsbrønn kunne benyttes.

7.4.3.6 Avvik fra K-11396 General well barrier acceptance criteria in UBO and MPO

All well barrier elements shall be rated to withstand the maximum anticipated differential pressure expected for planned operation mode (UBO or MPO). I.e. if the UBO/MPO equipment shall be used in well control situations, the equipment shall be rated to handle maximum expected pressure. To compensate for common barrier elements the following measures shall be implemented:

- 1. The outer/B annuli shall be monitored according to a minimum predefined frequency*
- 2. A complete list of possible leak paths shall be made*
- 3. Visual inspections shall be done based on a minimum predefined inspection frequency*
- 4. The cement behind the casing/liner set above the open hole, shall be verified by cement bond log.*
- 5. Evaluate and seek for solutions to enable improved verification and monitoring of the common well barrier elements. Examples can be installation of stress detection devices, performing load analysis, caliper logs, USIT/CBL logs etc.*

Til pkt. 1: Monitorering av ytre ringrom (C-ringrom) under MPD-operasjonen er ikke gjennomført. Tilnærmet daglige avlesninger av trykk er verken kommunisert videre til eller etterspurt av boring før etter hendelsen.

Til pkt. 2: En liste over mulige lekkasjeveier gjennom felles barriereelementer var ikke utarbeidet.

Til pkt. 4: Cement bond log ble ikke kjørt. USIT-log viste delvis dårlig sement. Senere logging av 9 5/8" forlengelsesrør viser dårlig sement.

Til pkt. 5: USIT-log før konvensjonell boring i 2009 ble bl.a. kjørt for å undersøke en påvist obstruksjon på ca 1430 m. Rapporten beskriver mulig lokal slitasje i intervallet 1420–1430 m. Det ble ikke kjørt ny logg etter konvensjonell boring og før MPD-operasjonen ble påbegynt.

7.4.3.7 Avvik fra K-11268 Kick margin/tolerance

The kick tolerance can be expressed as the maximum gas-volume which can be gained and safely circulated out of the well without breaking down the formation.

The total gained volume until the well is finally shut in shall be small enough to be circulated out safely.

The following minimum kick tolerance or max. gas volume which the well shall be planned for, depending of hole size to be drilled and if hydrocarbons (HC) are predicted/cannot be excluded, is:

(...)

HC predicted, 8 ½ and smaller: 4 m³

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



*HC predicted, $12 \frac{1}{4} > \text{hole size} > 8 \frac{1}{2}$: $V = (\text{hole size})^2 / 18$ (units: inch) [m³]
(...)*

Operasjonen består av ulike deloperasjoner henholdsvis MPD-modus og konvensjonell modus. Krav til kick-margin for MPD er 1 m³. For konvensjonell boring med 8 ½" borekrone og 9 ½" hullåpner blir kravet 5 m³. Beregnet kickmargin var 2,4 m³, noe som ikke tilfredsstiller kravet.

7.4.3.8 Avvik fra K-11398 Well barrier acceptance criteria in MPO

(...)

8) The BHP shall be kept above maximum pore/reservoir pressure, including safety margin to trap back pressure.

(...)

Med en rekke uplanlagte episoder med underbalanse under MPD-operasjonen, er det avvik fra dette kravet. Utover dette ble det også fremprovosert underbalanse under innstrømningstester. Poretrykk på 1,73 SG ble først etablert for Listaformasjonen ved hjelp av innstrømningstest, iht krav for dette. Under to senere innstrømningstester rettet mot dypere formasjonslag ble imidlertid trykket senket lavere enn 1,73 SG, noe som derfor ikke var nødvendig.

7.4.3.9 Avvik fra K-19925 C. Design. construction and selection - drilling BOP

(...)

It shall be documented that the shear/seal ram can shear the main string (drill pipe, tubing, wireline, CT or other specified tools) and seal the well bore thereafter. If this can not be documented by the manufacturer, a qualification test shall be performed and documented.

(...)

Shear ram var ikke sertifisert med hensyn til kutting av den aktuelle borestrengen.

8 Varsling, beredskap og normalisering

Varsling, beredskap og normalisering er til dels dekket tidligere i rapporten. I dette kapittelet er det fokusert på forhold som krever ytterligere omtale.

8.1 Manglende mønstring av 2. linje

Etter at det ble sendt varsel om hendelsen fra plattformen til Vaktentralen, ble det opprettet kontakt mellom beredskapsleder på Gullfaks C og vakthavende stabsleder 2. linje. I løpet av denne samtalen ble det gitt en kort status på situasjonen om bord på plattformen, som på dette tidspunkt var uoversiktlig. Når samtalen var avsluttet hadde de to ulik oppfatning av om 2. linje beredskapsorganisasjon skulle mønstre. Beredskapsleder Gullfaks C var av den oppfatning at 2. linje skulle mønstre, mens vakthavende stabsleder 2. linje oppfattet at det ikke var behov for dette.

Granskingsgruppen er av den oppfatning at det er to forhold som forklarer hvorfor 2. linje ikke mønstret:

- Til tross for en uoversiktlig situasjon om bord på plattformen, var likevel situasjonen slik at man hadde en brønnehendelse, gassutslipp i boreområdet, mønstring av plattformens beredskapsorganisasjon og øvrig personell i livbåter. Granskingsgruppen er av den oppfatning at alvorligheten i situasjonen ble undervurdert.
- Det er krav til at beredskapsleder på plattformen skal kontaktes av vakthavende stabsleder 2. linje etter det har skjedd en hendelse. Etter det granskingsgruppen kjenner til er det imidlertid ikke tildelt noen av disse to et ansvar om å få en entydig avklaring på om 2. linje skal mønstre. Utfallet av dette under denne hendelsen var at det ble opprettet kontakt mellom disse to, men uten at det ble entydig avklart hvorvidt 2. linje skulle mønstre.

8.2 Avlastningsbrønn

I de tilfeller det oppstår en brønnehendelse som resulterer i en ukontrollert utblåsning, vil det å bore en avlastningsbrønn være et konsekvensreducerende tiltak. Til tross for at det er etablerte krav i APOS (K-21339) til dette, ble det ikke utarbeidet beredskapsplaner for boring av en slik avlastningsbrønn for C-06 A. Dette er for øvrig omtalt tidligere i rapporten.

8.3 Normaliseringsfasen

Som beskrevet tidligere i denne rapporten pågikk normaliseringsarbeidet frem til 14.07, dvs. i underkant av to måneder. Gjennom granskingsarbeidet og de samtaler granskingsgruppen har hatt med involvert personell, er hovedinntrykket at dette ble gjennomført på en kontrollert og sikker måte, hvor planlegging, involvering av fagmiljø og gjennomføring av risikovurderinger ble utført iht. gjeldende krav. Granskingsgruppen vil trekke frem følgende forhold:

- Tett samarbeid mellom normaliseringsgruppen i Gullfaks, SSC (subsurface support centre), det operasjonelle "B&B-skyggelaget" på Forus Vest og øvrige fagressurser.
- Aktiv bruk av fagmiljøet og B&B-nettverket ifm kvalitetssikring av planlagte aktiviteter.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



- Planer risikovurderes og godkjennes før arbeid gjennomføres i brønnen.
- God kontinuitet og involvering på ledersiden bidro til å effektivisere beslutningsprosessene.

En utfordring knyttet til normaliseringsarbeidet er knyttet til landorganisasjonens evne til å håndtere langvarige situasjoner av den typen. Det å etablere, organisere og drive en organisasjon som skal håndtere en langvarig normaliseringsfase er krevende, bl.a. i forhold til nattarbeid og kontorfasiliteter. Granskingsgruppen har oppfattet det slik at landorganisasjonen har liten erfaring med dette og at dette av den grunn blir en unødvendig tilleggsbelastning.

9 Tiltak

Tiltakene som er beskrevet i dette kapittelet er anbefalt med den hensikt å forebygge mot at tilsvarende hendelser skjer i fremtiden, samt å bidra til en generell forbedring av HMS-nivået.

9.1 Tiltak på kort sikt

- 1. Utarbeide nye akseptkriterier for MPD-boring på Gullfaks**
MPD-operasjonen på brønn C-06 AT5 og erfaringene fra brønn C-01, viser at det ikke har vært mulig å operere innenfor en trykkvariasjon på +/- 2,5 bar. Det anbefales derfor at organisasjonen utarbeider nye akseptkriterier for tillatt trykkvariasjon.
- 2. Gjennomgang av forutsetninger ifm MPD-operasjoner på Gullfaks**
Hendelsen på brønn C-06 AT5 viser at MPD-operasjonen er mer kritisk enn en konvensjonell boreoperasjon fordi det opereres med felles barriereelement, hydrostatisk slamvekt under poretrykk og regulering av baktrykk ved hjelp av dataprogramvare. Gjennomførte risikogjennomganger er mangelfulle mht å ta høyde for den totale risikoen, samt å inkludere felles barriereelementer som står under BOP'en. Basert på dette anbefales det å utføre ny risikostudie for Gullfaks MPD-operasjoner, slik at det er mulig å vurdere bruksområdet for MPD på Gullfaks.
- 3. Samordne krav og beste praksis for MPD-operasjoner på Gullfaks**
Krav i APOS og beste praksis for Gullfaks sine MPD-operasjoner kan være vanskelig å finne frem i, bl.a. hva som er gjeldende for Gullfaks MPD og hva som er gyldig fra UBO prosjektet. Det anbefales derfor å ta en kvalitetsjekk på hva som er gjeldene krav og beste praksis og så samle disse dokumentene, gjerne i form av et temadokument.
- 4. Oppdatere trykkprognoser**
Det anbefales å utarbeide trykkprognoser for Gullfaks i henhold til krav i APOS, dvs. å oppgi dyp i m TVD RKB, samt beregne kollapsestrykk.
- 5. Dokumentere at BOP shear-ram kan kutte borestreng**
Under normaliseringsarbeidet ble det avdekket at det ikke var dokumentert at shear-ram kunne kutte borerøret. Det anbefales at dette dokumenteres, iht til gjeldende krav, for fremtidige boreoperasjoner på Gullfaks.
- 6. Endre skiftplan til boreleder og boresjef på Gullfaks C**
Samtidig som brønnkontroll hendelsen på C-06 AT5 oppsto, hadde både boreleder og boresjef skiftbytte. Dette er en uheldig praksis og det anbefales derfor å endre skiftplan for boreleder og boresjef slik at de ikke har skiftbytte på samme dag.
- 7. Gjennomgå prosedyre for kommunikasjon og mønstringsinstruks med 2. linje beredskap**
Under brønnkontroll hendelsen på brønn C-06 AT5 mønstret ikke 2. linje, selv om



beredskapsleder på Gullfaks C trodde de hadde mønstret. Det anbefales derfor at prosedyre for kommunikasjon og mønstringsinstruks mellom beredskapsleder og stabsleder 2. linje gjennomgås og at det vurderes endring av prosedyren.

9.2 Tiltak rettet mot styrende dokumentasjon

1. Utføre verifikasjon av APOS krav relatert til MPD-operasjoner og implementere nødvendige endringer

MPD er en relativt ny teknologi og boreoperasjonen på C-06 AT5 har avdekket svakheter i APOS relatert til denne typen boreoperasjon. Det er derfor behov for å ta en grundig gjennomgang av MPD-kravene i APOS og samle kravene, slik at det blir enklere for brukerne å finne frem. Følgende bør som et minimum gjennomgås:

- a. Klargjøre krav knyttet til felles barriereelementer under BOP ved MPD-operasjoner, etablere krav til gassette gjenger i foringsrør, samt utarbeide sjekklister for akseptkriterier relatert til felles barriereelementer.
- b. Etablere minimumskrav til hvilke contingency-prosedyrer som skal utarbeides før oppstart av MPD-operasjoner. I C-06 AT5 manglet bl.a. contingency-prosedyrer for tap av felles barriereelement.
- c. Tydeliggjøre at krav til 4 m³ kickmargin gjelder for de konvensjonelle deler av MPD-operasjonen.
- d. Klargjøre krav til CBL/USIT-logging av sement bak felles barriereelement og utarbeide akseptkriterier.
- e. Implementere krav til at trykkmarginer inklusiv gjeldende sikkerhetsmarginer skal være presentert og akseptert før oppstart av MPD-operasjoner.
- f. Etablere krav til at statistisk slamvekt under MPD-operasjoner skal ligge over beregnet kollapstrykk.
- g. Styrke krav til overvåking av ringrom ifm MPD-operasjoner.
- h. Oppdatere krav til opplæring relatert til MPD.
- i. Etablere spesifikke krav for avlastningsbrønn.
- j. Tydeliggjøre krav til bruk av draw-down tester, slik at dette ikke gjennomføres på trykk som er lavere enn det kjente poretrykket i brønnen.

2. Tydeliggjøring av krav til risikostyring i Brønntilvirkningsprosessen

Gjennom denne granskningen er det avdekket at flere krav knyttet til risikostyring ikke har blitt etterlevd. Granskingsgruppen er av den oppfatning at det til dels kan være utfordrende å finne frem til og forstå alle relevante krav. Det anbefales av den grunn å foreta en gjennomgang av disse kravene, slik at det legges bedre til rette for etterlevelse.

3. Tydeliggjøre krav til involvering av Statoils fagmiljø

I forbindelse med planlegging og gjennomføring av operasjonene på C-06 AT5 var det mangelfull involvering av fagmiljø i TNE inklusive SSC. Disse fagmiljøene ivaretar en viktig funksjon relatert til å ivareta QA/QC funksjonen i Statoil sine bore og brønn operasjoner, og det anbefales derfor å tydeliggjøre krav til involvering av disse miljøene.



9.3 Andre tiltak

- 1. Forbedre levetid på PCD pakningselement**
Skifte av PCD pakningselementet forårsaket gjentatte problemer i brønn C-06 AT5 og det anbefales derfor å sette i gang arbeid for å forbedre levetiden på pakningselementet.
- 2. Forbedre kjøreverktøy for PCD pakningselement**
Under skifte av PCD pakningselementet kom brønnen gjentatte ganger i underbalanse fordi det oppstod lekkasje gjennom stripper annular da koblingen på trekkeverktøyet ble dratt gjennom stripper annular. Lekkasjen skyldes uheldig "space out" på trekkeverktøyet og bør derfor utbedres.
- 3. Finne en teknisk løsning som ikke utsetter baktrykkspumpen for skadelige trykkslag**
Det ble observert til dels kraftige vibrasjoner på baktrykkspumpen under MPD-boringen på brønn C-06 AT5. Pumpen er kritisk for å kunne gjennomføre operasjonen innenfor gjeldene krav og det anbefales derfor å sette i gang tekniske tiltak for å unngå dette.
- 4. Oppgradere slambehandlingssystemet på Gullfaks C**
Under MPD-boringen og normaliseringsarbeidet på brønn C-06 AT5 ble det avdekket lekkasjer i slamsystemet, samt problemer med å skjære slam. Problemene med slambehandlingssystemet reduserer sikkerheten i boreoperasjonen og tilstanden på utstyret bør derfor utbedres.
- 5. Gjennomgå og oppdatere rutiner for etablering av døgnkontinuerlige vaktlag**
I forbindelse med oppstart av normaliseringsarbeidet var personellet i organisasjonen usikker på hvordan dette arbeidet skulle organiseres, og at det tok noe lang tid før arbeidet kom godt i gang. Granskingsgruppen anbefaler derfor at det utarbeides en beste praksis for hvordan døgnkontinuerlige vaktlag skal settes opp og organiseres.
- 6. Etablere kompensasjonsformat for døgnkontinuerlig vakt over lengre tid**
I forbindelse med brønnkontrollhendelsen på C-06 AT5 ble personell satt på døgnkontinuerlige vakter uten at kompensasjonsformatet var avklart. Granskingsgruppen anbefaler derfor at det utarbeides et kompensasjonsformat på selskapsnivå for denne type hendelser.
- 7. Oppdatere plan for avlastningsbrønner på Gullfaks**
Granskingen av MPD-operasjonen på brønn C-06 AT5 viser at det ikke var identifisert og vurdert hvordan en avlastningsbrønn skulle bores. Det anbefales derfor å utarbeide en teknisk løsning for avlastningsbrønn før det iverksettes nye boreoperasjoner som eksponerer Shetland og Lista.
- 8. Gjennomgå praksis for klassifisering av hendelser**
Med bakgrunn i klassifisering av alvorlighet og oppfølging av hendelsen på Gullfaks C den 23.12.2009 og hendelsen på Gullfaks B den 30.09.2007, er granskingsgruppen av den

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



oppfatning at disse hendelsene ikke ble klassifisert og fulgt opp riktig. Det anbefales derfor å gjennomgå rutiner og praksis for klassifisering av hendelser relatert til B&B virksomheten, slik at disse hendelsene får riktig fokus og oppfølging.

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnehendelse på Gullfaks C



10 Forkortelser og begreper

APOS: Arbeidsprosessorientert styring	MTO: Menneske, Teknikk, Organisasjon
B&B: Boring & Brønn	OMC: Organisation, Management and Control
BHA: Bunnhullssammensetning	OPS: Operasjoner
BHP: Bunnhullstrykk	OWE: Operations West
BOP: Blowout Preventer	PCD: Pressure Control Device
BPP: Baktrykkspumpe	PODW: Prosesseier Boring & Brønn
CBL: Cement Bond Log	POB: Personell om bord
COA: Corporate Audit / Konsernrevisjonen	QA: Quality Assurance / Kvalitetssikring
D&W: Drilling & Well	QC: Quality Control / Kvalitetskontroll
DG: Decision gate	RKB: Boredekk
ECD: Equivalent circulating density	RUH: Rapport Uønsket Hendelse
EPN: Exploration & Production Norway	SG: Specific gravity
EVP: Executive Vice President	SKR: Sentralt kontrollrom
FR: Function Requirement	SSC: Subsurface Support Centre
HMS: Helse, Miljø og Sikkerhet	SVP: Senior Vice President
HSE: Health, Safety and Environment	TD: Bunnen av brønnen
HVO: Hovedverneombud	TNE: Technology & New Energy
INV: Investigation / Gransking	TVD: True Vertical Depth
LOT: Leak-off test	UBO: Underbalansert operasjon
MD: Målt dyp	USIT: Hastighetslogg
MNOK: Millioner Norske Kroner	WR: Work Requirement
MPD: Trykbalansert boring	XLOT: Extended leak-off test
MPO: Trykbalansert operasjon	

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



11 Referanser

- /1/: OMC01. Undersøkelse og produksjon Norge (EPN) – Organisasjon, ledelse og styring
- /2/: Drilling Programme Well 34/10–C–06 A Gullfaks Field. 30.09.2009
- /3/: Gullfaks C–6 T2 Well Integrity Logging USIT. November 2009
- /4/: Dybdestudie Gullfaks brønn 34/10–C–6 A. RUH 1128117. 04.05.2009
- /5/: Notat – Vurdering av hendelsesforløp ved gassalarm på Gullfaks C 19.05.2010. Jan Roar Bakke, Per Erik Nilsen, Frode Brakstad. 02.09.2010
- /6/: Risk register C–6 AT5 MPD, Detailed planning, DG03b, GFC, Statoil.
- /7/: Analysis of down hole pressures, MPD operation on Gullfaks, 34/10–C–1A. 2009

Klassifisering: Open
Status: Endelig
Dato: 04.11.2010

Gransking av:
Brønnhendelse på Gullfaks C



App A MTO–diagram

Se den elektroniske versjonen av MTO diagrammet