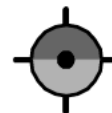


**Granskingsrapport etter
hendelse knyttet til brønn
2/4 C-16 på Ekofisk**



Rapport

RAPPORTTITTEL Granskingsrapport etter hendelse knyttet til brønn 2/4 C-16 på Ekofisk den 7. september 2005.		GRADERING Offentlig ☒ Unntatt off. ☐ Begrenset ☐ Fortrolig ☐ Strengt fortrolig ☐
		RAPPORTNUMMER
FORFATTER/SAKSBEHANDLER [REDACTED]		
ORGANISASJONSENHET T-3-O&R	GODKJENT AV/DATO	
SAMMENDRAG Henviser til sammendrag i kapittel 1.		
NORSKE EMNEORD		
PROSJEKTNUMMER 30N74	ANTALL SIDER	OPPLAG 1
PROSJEKTTITTEL Gransking av hendelse på Ekofisk, brønn 2/4 C-16		

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag.....	4
2	Granskingsgruppens sammensetning, fremgangsmåte, dokumentasjon og mandat .	4
2.1	Ptils oppfølging av hendelsen.....	4
2.2	Fremgangsmåte.....	5
2.3	Møter.....	6
2.4	Forkortelser	6
2.5	Mandat	7
3	Beskrivelse av systemet	7
3.1	Bakgrunn	7
3.2	Brønnhodet	9
3.3	Laster.....	10
3.4	Barrierer ved produksjon.....	12
3.5	Barriersituasjon etter hendelsen	13
4	Hendelse.....	16
5	Faktiske og potensielle konsekvenser	19
5.1	Faktiske konsekvenser	19
5.2	Potensielle konsekvenser.....	19
6	Direkte og Utløsende årsaker	19
6.1	Direkte årsak.....	19
6.2	Utløsende årsaker.....	20
7	Bakenforliggende årsaker.....	21
7.1	Bakenforliggende årsaker.....	21
8	Observasjoner	24
8.1	Avvik.....	24
8.1.1	Avvik – utstyr er ikke konstruert i henhold til anerkjent eller akseptert standard (mangelfull design av brønnhodet med hengere).....	24
8.1.2	Avvik – manglende teknisk dokumentasjon	24
8.1.3	Avvik – mangelfull rapportering.....	24
8.1.4	Avvik – krav til to brønnbarrierer	25
8.1.5	Avvik – mangelfull innsamling og bearbeiding av data	25
8.1.6	Avvik – manglende vedlikehold.....	25
8.1.7	Avvik – manglende styring av virksomheten.....	25
8.1.8	Avvik – manglende avviksbehandling.....	26
8.1.9	Avvik – manglende styring av vedlikehold	26
8.1.10	Avvik – manglende krav til barrierer og prosedyrer	26
8.2	Lukking av avvik og rapportering.....	26
9	Barrierer	27
9.1	Barrierer som har fungert	27
9.2	Sammendrag av barrierer som har sviktet	27
10	Vedlegg	27
11	Referanser	28

Figurliste

Figur 1:	Brønnkonstruksjon 2/4 C-16.....	8
Figur 2:	Skisse av brønnhode 2/4 C-16.....	11
Figur 3:	Foringsrørhenger fra lager (350 tonn).....	12
Figur 4:	Generell barrierskisse som levert av CoPSAS.....	13
Figur 5:	Skjematisk tegning av brønnsituasjonen etter hendelsen.....	15

1 SAMMENDRAG

Brønn Ekofisk 2/4 C-16 ble ferdigstilt for produksjon i 1990. I 1994 ble brønnen stimulert ved å pumpe væske inn i reservoaret under trykk. I forbindelse med denne stimuleringen falt sannsynligvis 9 5/8" foringsrørhengeren ned gjennom setet i brønnhodet. Vi legger denne antagelsen til grunn for vår konklusjon.

Hendelsen inntraff 11.9.1994, men ConocoPhillips (CoPSAS) identifiserte ikke situasjonen før medio 2005. At det tok 11 år å konstatere at foringsrørhengeren hadde falt ned, anser vi også som en hendelse. Rapporten omhandler begge forholdene.

Den direkte årsaken til at foringsrøret med hengeren falt ned var manglende kapasitet i forhold til påførte laster. De direkte årsakene til at det tok 11 år å konstatere at foringsrørhengeren hadde falt ned, var at svikten ikke ble identifisert og at nødvendige tiltak ikke ble satt i verk. Dette til tross for at det flere ganger ble konstatert full ringromskommunikasjon i brønnen i forbindelse med brønnaktiviteter.

De bakenforliggende årsakene til at foringsrørhengeren falt ned er vurdert. De alvorligste funn er:

- Utilstrekkelig kunnskap om laster på foringsrøret og hvordan foringsrørhengeren tar opp disse lastene.
- Utilstrekkelig kvalitetssikring og verifikasjon av design og fabrikasjon av brønnhodet med foringsrørhengere. Dette til tross at foringsrørhengeren var av ny design (1989) til bruk i offshore brønner.

De bakenforliggende årsakene til at det tok 11 år å konstatere at foringsrørhengeren hadde falt ned er vurdert. De alvorligste funn er:

- Uklar ansvarsfordeling og organisering
 - o Manglende myndighet hos personell med nødvendig kompetanse
 - o Utilstrekkelig kompetanse hos personell med nødvendig myndighet
- For mange arbeidsoppgaver på få sentrale personer
- Manglende prosedyrer og mangelfull bruk av prosedyrer
- Utilstrekkelig kompetanse om brønnbarrierer og ringromskommunikasjon
- Manglende kvalitetssikring
- Mangelfull erfaringsoverføring

2 GRANSKINGSGRUPPENS SAMMENSETNING, FREMGANGSMÅTE, DOKUMENTASJON OG MANDAT

2.1 Ptils oppfølging av hendelsen

Da denne hendelsen hadde klare likhetstrekk med hendelsen som inntraff 26.9.2003 i brønn 2/4 W-05 besluttet Petroleumstilsynet (Ptil) å granske hendelsen.

CoPSAS startet granskingen umiddelbart av selve hendelsen, slik at arbeidet med å finne fram alle historiske data ble overlatt CoPSAS.

Hendelsen var svært lik den hendelsen som inntraff i brønn 2/4 W-05, som ble gransket av CoPSAS. Ptils oppfatning den gangen var at granskingen som ble utført i forbindelse med 2/4 W-05 hendelsen var grundig nok. I forbindelse med granskingen 2/4 W-05 ble lastene som påvirker foringsrørhengeren og kapasitetene for alle 9 5/8" foringsrørhengere i brønner med ÖMV type brønnhode vurdert.

Lastbildet for 9 5/8" foringsrørhengeren i brønn 2/4 C-16 var blant de absolutt minst kritiske og vel innenfor grensen av kapasiteten til foringsrørhengeren.

Ptil ønsket derfor å starte med få verifisert alle data framkommet i granskingen fra hendelsen på 2/4 W-05, og også en tidligere hendelse i brønn 2/4 A-20. For å gjøre dette arbeidet ble SINTEF valgt som konsulent i forbindelse med Ptils gransking. Denne granskingsrapporten er derfor et samlet produkt hvor SINTEF har bidratt med last- og kapasitetsberegninger av ÖMV type 9 5/8" foringsrørhengere og samhørende seteprofil i brønnhodet. Ptil har foruten å være faglig tilrettelegger også gjennomgått dokumentasjon og gjennomført intervjuer for å få klarhet i hendelsesforløpet samt CoPSAS sin organisering av virksomheten. Ptil har brukt relevant granskingsmetodikk og juridisk ekspertise.

Granskingsgruppen som ble etablert omfatter følgende personer.



2.2 Fremgangsmåte

Granskingen ble gjennomført ved statusmøter med operatøren, gjennomgang av operatørens egen granskingsrapport, gjennomgang av dokumenter og intervjuer med relevant personell hos operatøren.

Dokumenter som er gjennomgått inneholder:

- Dokumenter i forbindelse med operatørens gransking
- Brønndata fra databaser hos CoPSAS, Oljedirektoratet og Ptil
- Dokumenter med informasjon fra hendelsene på 2/4 W-05 og 2/4 A-20
- Støttedokumentasjon i forbindelse med intervjuer

SINTEF har utført last- og kapasitetsberegninger:

- To brønnhoder fra CoPSAS lager ble scannet for å få detaljert geometri av brønnhodet
- Kapasitet av foringsrørhengeren ble beregnet ved hjelp av elementmetodeberegninger
- Laster for valgt brønnkonstruksjon ble beregnet basert på vekt, temperatur og trykk for relevante innfestningsscenarier

Kjernepersonell knyttet til brønnmiljøet i perioden 1999-2005 som ble intervjuet

<u>Dato</u>	<u>Funksjon</u>	<u>Funksjonsområde</u>
7.11.2005	Boreingeniør	Last- og kapasitetsberegninger brønnhoder
15.12.2005	WIN-ingeniører	Følge opp brønnintegritet
15.12.2005	Prosessoperatør Complex West	Følge opp prosessfunksjoner (brønnfunksjoner)
15.12.2005	Leder Complex West	Leder alle funksjoner
16.12.2005	Prosesstekniker automasjon	Sette i verk tiltak brønnfunksjoner (innleid)
16.12.2005	Leder boreoperasjoner	Støttefunksjon til boremiljøet
22.12.2005	Leder POWSS 2001-2002	Leder produksjonsoptimalisering og brønnservice
22.12.2005	Rådgiver 1999-2002	Rådgiver brønnservice
22.12.2005	Leder teknisk avdeling	Feltsjef Ekofisk 2003
22.12.2005	Leder brønnservice 2003-	Leder land for brønnservice

CoPSAS har fått mulighet til å ha observatør ved alle intervju.

2.3 Møter

16.9.2005	Informasjonsmøte CoPSAS-Ptil. Brønnen sikret, generelle problemstillinger knyttet til ÖMV-brønner drøftet.
30.9.2005	Oppstartsmøte CoPSAS/Ptil gransking. Premisser, arbeidsform m v gjennomgått. Operatøren informeres om valg av konsulent (SINTEF).
28.10.2005	Møte SINTEF/CoPSAS/Ptil. Presentasjoner av foreløpige resultater fra CoPSAS sin gransking, herunder anskaffelse, fabrikasjon, installering, bruk og kontroll samt reservoartekniske vurderinger. SINTEF gjennomgikk hendelse knyttet til 2/4 W-05.
29.11.2005	Møte SINTEF/CoPSAS/Ptil utveksling av info vedrørende lastmodell for Ekofisk brønner 2/4 W-05 og 2/4 A-20. 2/4 C-16 ferdigstilles. Informasjon oversendes CoPSAS til informasjon og eventuell tilbakemelding om andre verdier.
12.1.2006	Møte med CoPSAS, Altus (konsulent lastberegninger), Ptil og SINTEF vedrørende utveksling av relevant informasjon omkring lastmodeller for brønnene 2/4 C-16 og 2/4 W-05. SINTEF viser sin modell for tilleggslaster og Altus er enige om at tilleggslastene må tas med i beregningsprogrammet.
16.3.2006	Møte med CoPSAS, Ptil og SINTEF vedrørende utveksling av relevant informasjon omkring sekundærpakningen til 9 5/8" foringsrørhengeren.

2.4 Forkortelser

”	: Tommer (25,4 mm)
'	: Fot (0,3048 m)
BTM	: Bunn (Bottom)
Burst	: Sprenging (brukt om sprengingsstyrke av rør)
CONN	: Kopling (Connection, overskrift om type koplinger for rør)
DDRS	: Daily Drilling Report System (Ptil)
DHSV	: Nedihulls sikkerhetsventil (Down Hole Safety Valve)
DIMS	: Drilling Management Information System (CoPSAS)
FIT	: Test på integritet av formasjon (Formation Integrity Test)
GR	: Stålkvalitet (Grade)
in	: tommer (inch)
LOT	: Formasjonsoppsprekningstest (Leak-off test)
m	: meter
mm	: millimeter
MD	: Målt dybde (Measured depth)
MPa	: Megapascal
ppg	: pounds per gallon
ppf	: pound per foot
psi	: pound force per square inch
Sg	: Specific gravity (tetthet)
SW	: Sjøvann (Sea Water)
WIN	: Well Integrity Group (CoPSAS)
WT	: Vekt (weight)
X-mas tree	: Produksjonstre
CoPSAS	: ConocoPhillips Scandinavia AS

DNV : Det Norske Veritas
 HOSE : Hands on subsea engineering
 Ptil : Petroleumstilsynet (Petroleum Safety Authority Norway)

2.5 Mandat

Granskingens primære mål er å få klarlagt og dokumentert:

- det faktiske forløpet og konsekvenser,
- andre potensielle forløp og konsekvenser,
- hvilke avvik som foreligger fra krav og prosedyrer,
- menneskelige, tekniske og organisatoriske årsaker til fare- og ulykkessituasjonen, samt i hvilke prosesser og på hvilket nivå årsakene kan finnes,
- hvilke barrierer som har sviktet, årsakene til at barrierene sviktet,
- hvilke barrierer som har fungert, hvilke barrierer som har bidratt til å hindre en faresituasjon og hvilke barrierer som har redusert konsekvensene av en ulykke,
- hvilke tiltak som bør settes i verk for å hindre tilsvarende fare- og ulykkessituasjoner.

3 BESKRIVELSE AV SYSTEMET

3.1 Bakgrunn

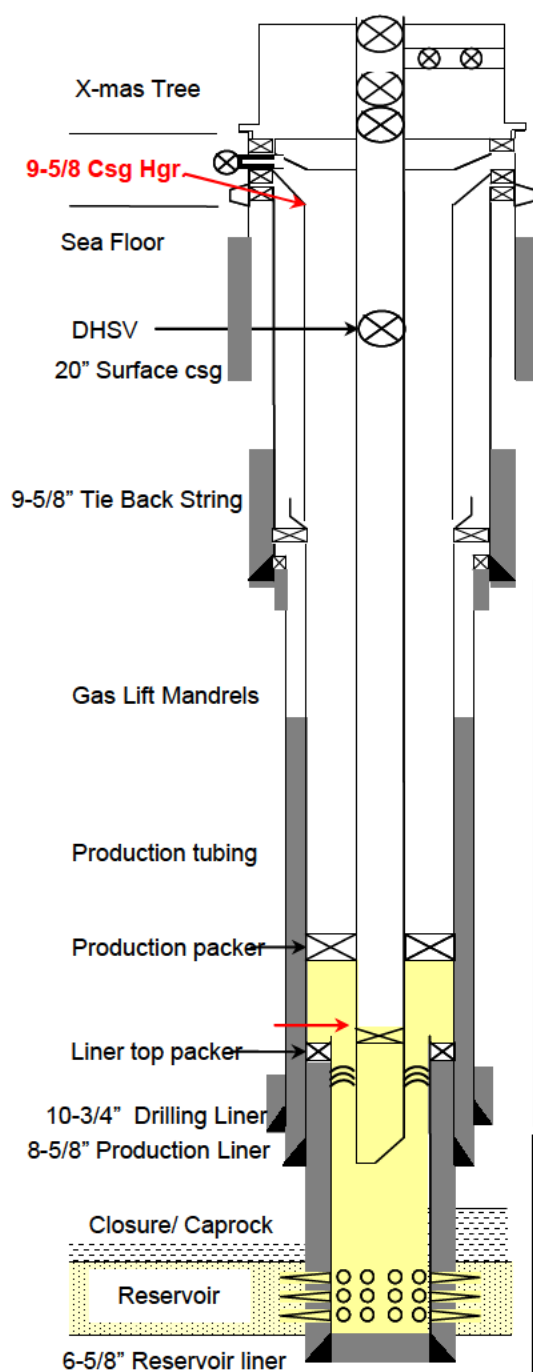
Brønn 2/4 C-16 ble boret som en del av CoPSAS sin (den gang Phillips Petroleum Company Norway) kampanje for å øke antall brønner på Ekofiskfeltet. Dette ble gjennomført før utbyggingen av Ekofisk II ble planlagt. Da antallet slisser på de opprinnelige bore- og produksjonsinnretningene var brukt, ble det vedtatt å bore nye brønner plassert mellom de eksisterende brønnene. Granskingen omfatter ikke en undersøkelse av kriterier og risiko for å bore disse tilleggsbrønnene.

For å få plass til de nye brønnhodene på innretningen, plassert mellom de eksisterende brønnene, måtte konstruksjonen av de nye brønnhodene være slanke. Brønnkonstruksjonen har derfor redusert diameter ved at lederøret (conductor) ikke ble installert. Den ytre diameteren på brønnene ble da redusert fra 30" (tommer) til 20".

Lederøret med veggtykkelse på ca. en tomme brukes i vanlig brønndesign til å beskytte brønnene mot ytre krefter. Lederøret pæles eller sementeres etter boring til en dybde ca. 60 til 100 meter under sjøbunnen. Videre har en standard stålkonstruksjon for en innretning (jacket) flere ringformede støtteanordninger (guides) montert i stålkonstruksjonen. Etter at lederøret er satt vil dette kiles fast slik at lederøret står støtt.

For 2/4 C-16 brønnen ble den øverste delen av 20" foringsrøret (surface casing), som er forankringsrøret til brønnen, forsterket for å kunne motstå ytre krefter. Forankringsrøret har en målt lengde lik 525 m (1724'). Denne forsterkede delen av røret er eksponert for sjø og luft. Tilsvarende løsning ble valgt for alle ÖMV type brønner.

Well is Shut In



Size in.	WT ppf	GR	CONN	TOP MD	BTM MD
20	203	X56	H-60	Surf	575
20	133	X56	E-60	575	1724
13-3/8	72	N80	N-VAM	Surf	4,765
10-3/4	55,5	N80	VAMFJL	4,670	8,923
10-3/4	65,7	Q125	V-SL	8,923	9,658
9-5/8	47	N80	N-VAM	Surf	4,526
8-5/8	44,0	C95	VAMFJL	4,526	6,505
8-5/8	44,0	Q125	V-FJL	6,505	9,859
6-5/8	32	C95	VAMFJL	9,257	9,541
6-5/8	43,7	C95	V-FJL	9,541	11,081

Tubing Detail	TOP MD	BTM MD
5-1/2" 17# Tubing	tbg hgr	546
4,56" DHSV Nipple	546	548
5-1/2" 17# Tubing	548	562
5" 15# tubing	562	7,001
4-1/2" Side Pocket w/pups	7,001	7,039
5" 15# tubing	7,039	9,109
4-1/2" Side Pocket w/pups	9,109	9,155
3,813" XN nipple	9,155	9,156
Travel jt w/pups	9,156	9,208
OTIS HB pkr	9,208	9,215
4-1/2" pup jts	9,215	9,262
RN nipple w/Inflatable plug	9,262	9,263
4-1/2" pup jts to EOT	9,263	9,278

	Observed Pressure, psi	Max Test Pressure, psi	Outer Csg Burst Rating at surf, psi
Tubing	105	5000 psi	7740
Tbg x 9-5/8"	125	4500 w/SW	6870
9-5/8" x 13-3/8"	125	13" csg: 2000 w/11,7ppg; 10-3/4 lap: 1000 w/15,7ppg; 9-5/8 tie back: 1000 w/15,9ppg	5380
13-3/8" x 20"	195	1000 w/SW	2400

Figur 1: Brønnkonstruksjon 2/4 C-16

Brønn 2/4 C-16 ble boret i 1990 og ferdigstilt for produksjon i oktober samme år. Konstruksjonen ble valgt for å overkomme de daværende boretekniske utfordringer som var på Ekofiskfeltet. Etter at 20" forankringsrør var blitt sementert mot hullveggen, ble et 17 1/2" diameter stort hull boret til et målt dyp lik 1457m (4779') hvorefter 13 3/8" foringsrør (intermediate casing) ble satt til 1452m (4765')

målt lengde. Brønnen ble boret dypere med en 12 1/4" diameter borekrone og underrømmet (under ream) til 15" diameter ned til 2944m (9658') for å installere et 10 3/4" boreforlengelsesrør (drilling liner). Dette ble gjort for å overkomme problemer med formasjonstyrke og for å unngå boreproblemer i neste boreseksjon under forlengelsesrøret. Det 10 3/4" diameter store røret ble knyttet tilbake til 13 3/8" foringsrøret. En pakning ble satt som tetning i ringrommet mellom 13 3/8" foringsrør og 10 3/4" boreforlengelsesrør. Pakningen holdt ikke tett slik at sement ble brukt som tetningsmiddel. Denne tetningen ble trykktestet til et trykk lik 6,9 MPa (1000 psi) ved bruk av en slamvæske med tetthet 1,83 Sg (15,3 ppg). Det 10 3/4" diameter store foringsrøret er ikke et rør som normalt vil finnes i en foringsrørdesign, men konstruksjonen av brønnen måtte tilpasses de rådende forhold. På Ekofiskfeltet har boring medført flere utfordringer med hensyn til hullstabilitet grunnet trykkavlastning ved produksjon.

Note: Alle trykkdata som oppgis i rapporten er manometertrykk på overflaten dersom ikke annet er spesifisert. Trykkene er målt på brønnhodet eller på boredekk.

Neste seksjon av brønnen ble boret til en dybde lik 3006m (9862') med diameter lik 9 1/2". Brønnens diameter ble underrømmet til 13 1/2". Et 8 5/8" forlengelsesrør (production liner) ble satt ned og sementert mot formasjonen samtidig som det ble knyttet tilbake innvendig i 13 3/8" foringsrøret. Dette røret er den nederste delen av produksjonsforingsrøret som skal huse produksjonspakningen (production packer) og produksjonsrøret (tubing). På toppen av 8 5/8" forlengelsesrøret ble det satt en pakning mot 13 3/8" foringsrøret. Denne pakningen ble testet til et trykk lik 6,9 MPa (1000 psi) ved bruk av en slamvæske med tetthet 1,68 Sg (14,0 ppg). Det 8 5/8" diameter store forlengelsesrøret ble skjøttet tilbake til overflaten med et 9 5/8" diameter stort foringsrør (tie back liner).

Siste seksjon av brønnen ble boret til en dybde lik 3379m (11085') med en diameter lik 7 3/8". Brønn diameteren ble underrømmet til 9". Et 6 5/8" forlengelsesrør (reservoar liner) ble satt ned og sementert mot formasjonen samtidig som det ble knyttet tilbake innvendig i det 8 5/8" diameter store forlengelsesrøret. Det ble satt en ringromspakning mellom 6 5/8" og 8 5/8" forlengelsesrør.

Det siste røret som ble installert i brønnen var produksjonsrøret. For å danne et instrømningskammer ved innløpet ble produksjonspakningen satt i ringrommet mellom 8 5/8" forlengelsesrør og produksjonsrøret.

3.2 Brønnhodet

Brønnhodets oppgave er å ta opp lastene fra foringsrørene, bære tilleggs laster som oppstår under boring og produksjon, motstå brannbelastning i tidsrom for evakuering og være konstruert på en slik måte at ringrommene holdes isolert fra hverandre uten mulighet til kommunikasjon av væske og gass utover de krav som stilles i nasjonale og internasjonale standarder. I tillegg skal brønnhodet være tilrettelagt for overvåkning og avlesing av trykk i ringrommene. I en produksjonsfase er dette viktig som en del av det normale overvåkingssystemet. Brønnbarrierene defineres som de fysiske barrierene som skal hindre en ukontrollert utblåsing. Barrierer er nødvendige for å innfri kravet om redusert risiko for å hindre en storulykke.

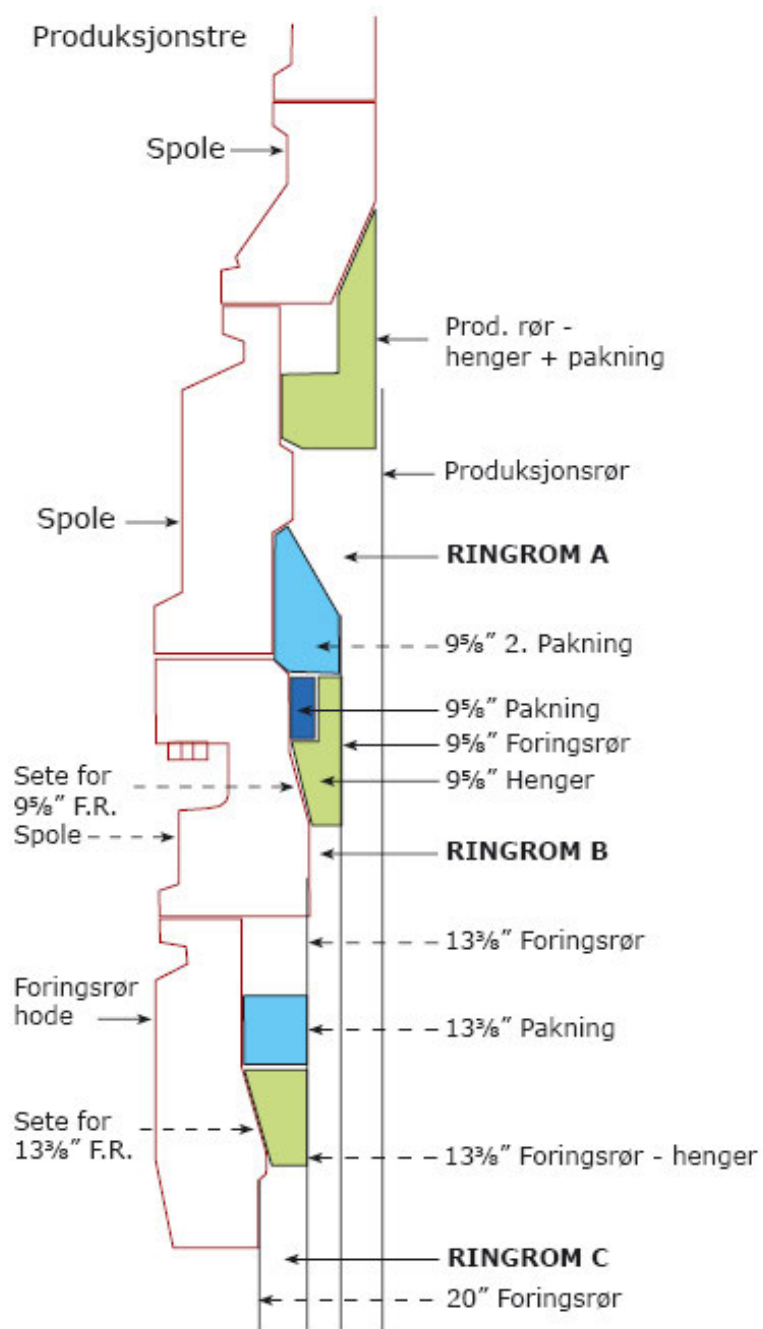
Brønnhodet på 2/4 C-16 skiller seg ut fra den standarden som tradisjonelt har vært brukt, se Figur 2. Setet for å henge opp foringsrørene har normalt en kon fra vertikalplanet på minst 45°. På den valgte design av brønnhodet er vinkelen i størrelsesorden 8°, noe som er svært lite. Det vil medføre at de vertikale kreftene hovedsakelig må tas opp ved friksjon mellom setet og hengeren. Denne friksjonen vil kunne variere avhengig av væskemediet som blir brukt i brønnen under installasjon. I tillegg er ikke ytre flate av den konen som utgjør hengeren hel. Det er frest ut vertikale spor for at boreslam skal kunne strømme på siden av hengeren. Det medfører redusert flate og minsker det totale friksjonsarealet. I mer vanlig brukte hengere er disse sirkulasjonskanalene laget som gjennomboringer i hengeren, noe som bevarer den ytre flaten mot setet som en hel flate.

3.3 Laster

De fysiske lastene på brønnhodet vil variere med blant annet brønnens dybde og konstruksjon, trykk og temperaturforhold i brønnen og pågående operasjon. Det er derfor en utfordring å finne de lastbidragene som gir kriterier for dimensjonering av brønnhodet med foringsrørhengere som en del av den totale konstruksjonen av brønnen. Forholdet omkring tilbakekoplingsrørets mulighet til å bevege seg fritt eller om det holdes fast i brønnen, vil være vesentlig for de lastene som påvirker brønnhodet.

Typiske vertikale laster er kreftene som tyngden av foringsrøret bidrar med, krefter forbundet med trykksetting av brønnen og krefter grunnet temperatursvingninger ved produksjon (varme) og injeksjon (kjøling). I tillegg vil bidragene variere over tid og kraften fra hvert bidrag vil være i forandring grunnet forandring av de fysiske forhold i brønnen. Et eksempel på det siste er at barytt som er vektmateriale i boreslam vil felle ut over tid. Denne utfellingen kan gjøre at barytten danner en plugg i ringrommet slik at tilbakekoplingsrøret eventuelt foringsrøret blir ”støpt” fast i brønnen der barytten legger seg. Ved slik fastholding av foringsrøret vil temperatursvingninger og endring i innvendig trykk i røret ha stor innvirkning på lasten, og må derfor tas inn i beregningene.

SKJEMATISK TEGNING AV BRØNNHODET



Figur 2: Skisse av brønnhode 2/4 C-16



Figur 3: Foringsrørhenger fra lager (350 tonn)

3.4 Barrierer ved produksjon

Som det framgår av tegningen til venstre i Figur 4 er brønnbarrierene for 2/4 C-16 definert med en primær og en sekundær barriere. Den primære brønnbarrieren består av:

- nedre del av produksjonsforingsrøret,
- produksjonspakningen,
- produksjonsrøret,
- nedihulls sikkerhetsventilen (DHSV),

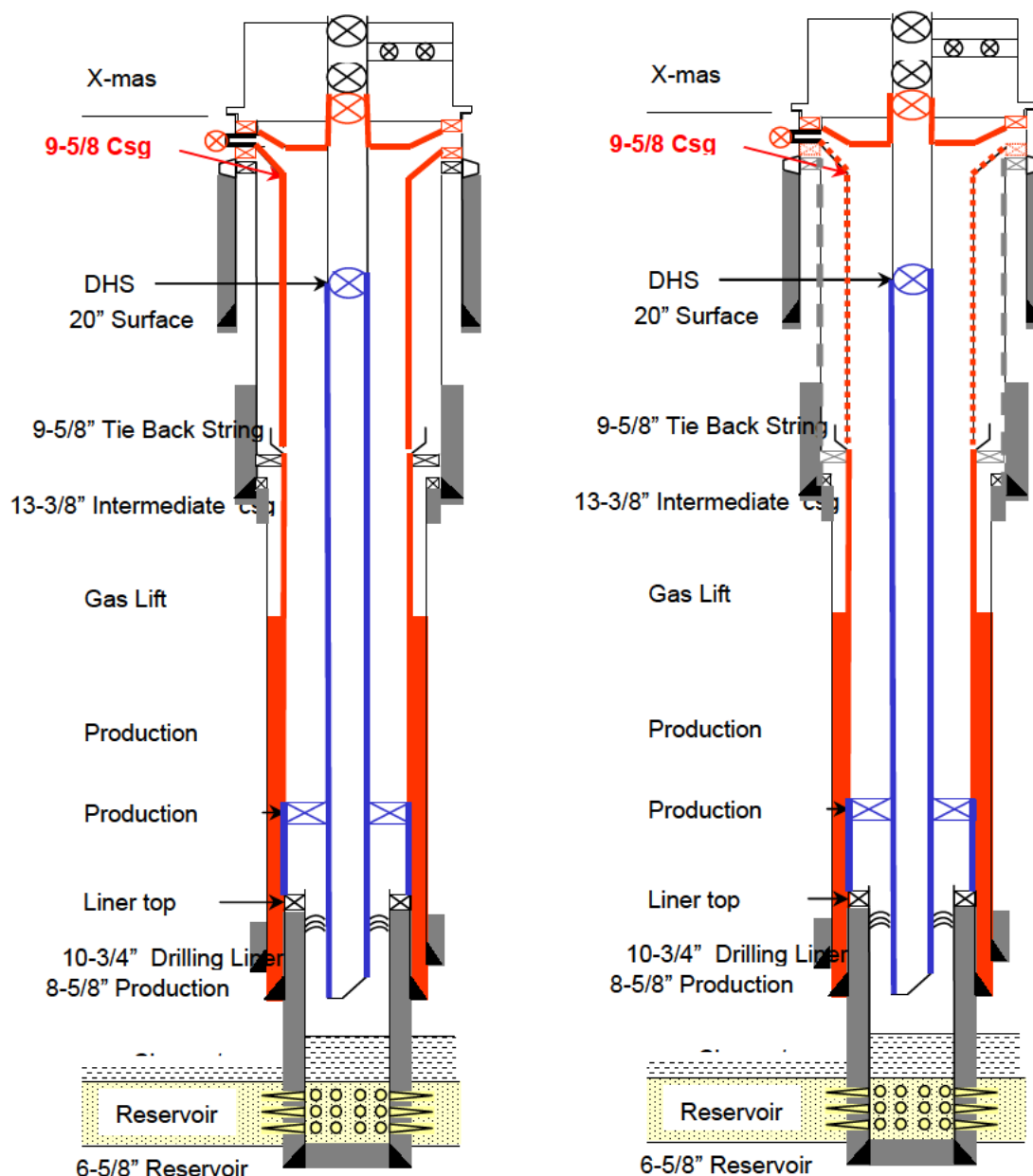
Den primære brønnbarrieren er ringet inn med i blå konvolutten.

Den sekundære brønnbarrieren er:

- produksjonsforingsrøret,
- brønnhodet,
- produksjonstreet,
- formasjon,
- sement.

Dette er ringet inn med den røde (heltrukne) konvolutten.

Den sekundære brønnbarrieren sviktet ved at det oppstod kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B som en konsekvens av hendelsen der 9 5/8" foringsrøret falt gjennom setet i brønnhodet. Barrieresituasjonen som da oppsto er illustrert i tegningen til høyre i Figur 4. Den stiplede røde linjen markerer barriereelementet som har sviktet.



Figur 4: Generell barriereskisse for 2/4 C-16 – situasjon før (venstre) og etter hendelsen (høyre).

3.5 Barrieresituasjon etter hendelsen

Følgende elementer i brønnkonstruksjonen må kompensere for bortfallet av den sekundære brønnbarrieren. Beskrivelsen under forutsetter at brønnen ikke er klargjort for gassløft::

- brønnhodet,
- 13 3/8" foringsrøret,
- 13 3/8" x 8 5/8" ringromspakningen satt 23.9.1990,
- sement,

Skjematisk tegning av brønnhodet etter hendelsen er vist i Figur 5.

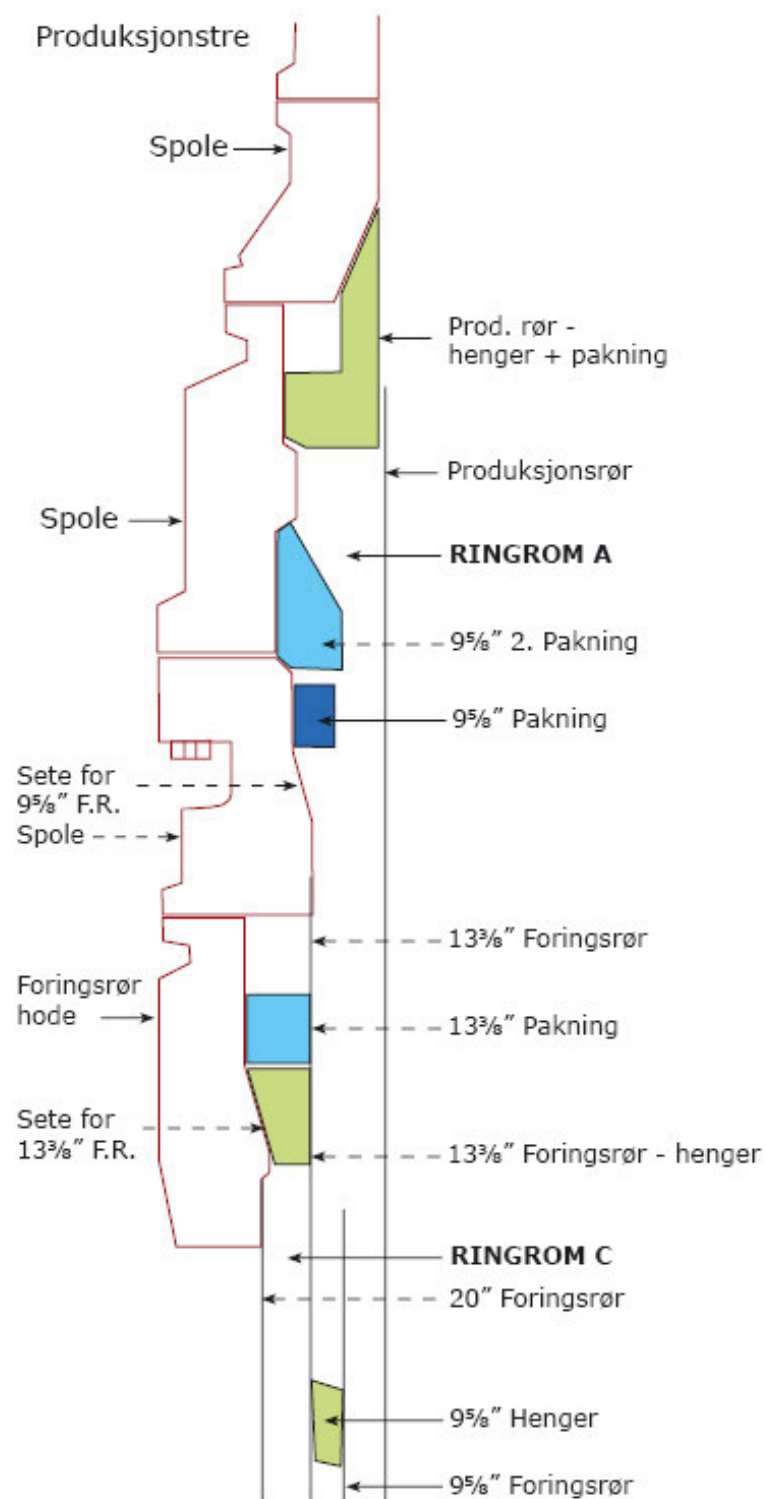
Den valgte foringsrørkonstruksjonen kan ha bidratt til å styrke brønnintegriteten, men elementene slik de er beskrevet, er ikke samlet sett å anse som en kvalifisert brønnbarriere. Sikkerhetsregelverket er klart på dette punkt slik at brønn 2/4 C-16 har vært i produksjon over lengre tid med kun én brønnbarriere inntakt.

Videre kan fallet av 9 5/8" foringrørhengeren ha skadet 13 3/8" foringsrøret, og tilstanden til 13 3/8" foringsrøret er fortsatt ikke kjent. Dette vil ytterligere gi usikkerhet om brønnens integritet.

Mangelen på 30" lederør gjør at brønnen mangler den redundans som vanligvis finnes i brønner på den norske kontinentalsokkelen, uten at det trenger å svekke brønnen. Ptil¹ anser mangelen på redundans som et moment når alvorligheten skal vurderes av svikt i den sekundære brønnbarrieren, slik som det gjorde i brønn 2/4 C-16.

¹ Det pågår et arbeid for å kvalifisere en slankere design av brønner for bruk på norsk sokkel, men dette kan ikke forkuttes til å bli anvendt på denne brønnen.

SKJEMATISK TEGNING AV BRØNNHODET ETTER HENDELSEN



Figur 5: Skjematisk tegning av brønnsituasjonen etter hendelsen

4 HENDELSE

Produksjonen ble stoppet 27.8.2005 i forbindelse med en vedlikeholdsaktivitet. Etter trykktesting med negativt resultat, der kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B ble bekreftet, ble brønnen den 3.9.2005 fylt med væske for å sikre at to brønnbarrierer var inntakt. Videre undersøkelser 7.9.2005 konkluderte med at 9 5/8" foringsrørhengeren hadde falt ned i brønnen. Brønnen ble sikret med dyp plugg og fylt med saltlake 16.9.2005.

Den 9.9.2005 ble Ptil orientert av CoPSAS om en barrieresvikt i brønn 2/4 C-16. Hendelsen ble meldt til Ptil 13.9.2005.

Brønnhistorikk

Som relevant historikk har Ptil valgt å bruke både egne data og informasjon fra gransking utført av CoPSAS. Data fra CoPSAS egen DIMS base og Ptils DDRS base kan variere. Ptil har valgt å bruke DDRS verdier fordi inngangsdata til denne basen blir lagt inn av CoPSAS kontinuerlig ved bore- og brønnoperasjoner.

1989

ÖMV ble prekvalifisert og valgt til å levere brønnhoder til brønner på Ekofisk 2/4. Kapasiteten av foringsrørhengerene ble beregnet, men basert på tilgjengelig informasjon er det noe usikkert om dette ble utført med bruk av sikkerhetsfaktorer i henhold til API 6A-PSL3. Kapasiteten av foringsrørhengerene ble videre vurdert og testet kun i tørre omgivelser, som ikke er representativt for de faktiske omgivelser i en brønn.

24-25.9.1990

9 5/8" Foringrøret med henger ble installert. Primærpakningen og sekundærpakningen ble montert i brønnhodet. Den sekundære pakningen ble satt uten nødvendige prosedyrer. O-ringer i sekundær pakningen kan derfor være satt feil.

15-16.10.1990

Brønnen ble stimulert med maksimalt trykk lik 43,1 MPa (6250psi). Trykket i ringrom A var lik 21,9 MPa (3172psi) ref. CoPSAS granskingsrapport.

19.10.1990

Brønnen ble ferdigstilt for produksjon med to intakte brønnbarrierer.

10-11.9.1994

Brønnen ble reperforert og stimulert inklusive fjerning av mineralavsetninger i brønnen ("scale"). Stimuleringstrykket var 32,8 MPa (4750 psi) i produksjonsrøret og mottrykket i ringrom A var 19,3 MPa (2800psi) i henhold til DIMS. Trykket i ringrommet falt spontant til 5,5 MPa (800 psi) i henhold til DIMS rapport. Det oppstår et trykk lik 12,4 MPa (1800 psi) i ringrom B. Da trykket i ringrom A ble blødd av falt også trykket i ringrom B i henhold til DIMS.

Note: Som det framkommer av hendelsesanalysen i rapporten og i vedlegget fra SINTEF er konklusjonen fra granskningen at hendelsen inntraff 11.10.1994. Ptil forholder seg til CoPSAS antagelse om at trykket i ringrom B var 5,5 MPa (800 psi) og ikke 12,4 MPa (1800 psi) som rapportert i DIMS.

18.3.1997

Det ble foretatt en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Data fra denne operasjonen mangler i DDRS.

6.4.1997

Under overhaling ble det funnet at nedihullssikkerhetsventilen (DHSV) ikke satt fast i den profilen som skal låse ventilen på plass. Sikkerhetsventilen inngår som element i primærbarrieren.

Ptils kommentar: I tidsrommet mellom 18.3.1997 og 6.4.1997 var gjeldende brønnbarriere i brønn 2/4 C-16 en kombinasjon mellom elementer i primærbarrieren og sekundærbarrieren fordi produksjonstreet måtte ta over funksjonen til sikkerhetsventilen (DHSV). Denne kombinasjonen av barriereelementer krever et uskadd produksjonsrør. CoPSAS har i sin styrende dokumentasjon akseptert at det kan produseres med hull i produksjonsrøret over sikkerhetsventilen (DHSV). Hvis dette hadde vært tilfelle, kunne denne brønnen ha produsert olje og gass uten en eneste kvalifisert brønnbarriere i denne perioden. Hvis sikkerhetsventilen ikke er låst, kan den følge brønnstrømmen slik at den setter seg fast i produksjonstreet. Hovedventilene i produksjonstreet kan da ikke stenges.

19.8.1997

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske blir pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 17,24 MPa (2500 psi)

11.12.1997

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske blir pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 15,27 MPa (2214 psi)

25.12.1997-8.1.1998

Brønnen ble reperforert og stimulert. Denne gangen ble det også utført en rensejobb ved en kveilerørsintervensjon. Injeksjonstrykket var 45,36MPa (6577 psi) og ringromstrykket var 24,13 MPa (3500 psi).

20-25.3.1998

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Data fra denne operasjonen mangler i DDRS.

5.7.1998

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 15,44 MPa (2239 psi).

5.9.1998

Systematisk avlesing av trykkene i ringrom A og ringrom B har blitt loggført fra denne dato. Trykkene har fulgt hverandre, men disse registreringsdata har ikke blitt behandlet [CoPSAS granskingsrapport].

15.11.1998

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 15,82 MPa (2294 psi).

20.5.1999

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 14,8,MPa (2150 psi) med væske og 17,4 MPa (2520 psi) med nitrogen. Ringromstrykket ble rapportert til 2,2 MPa (320psi).

16.6.1999

Det ble fastslått kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B. Dette kom fram i rapport etter tilstandsundersøkelse [CoPSAS granskingsrapport].

18.7.1999

Pakning til 9 5/8" foringsrørhenger som isolerer ringrom A fra ringrom B ble forsøkt reparert. Rapporten fastslår at reparasjonen var mislykket [CoPSAS granskingsrapport]. Rapport om resultatet av test og reparasjon ble sendt til teamleder barrierer.

Ptil kommentar: Årsaken til kommunikasjonen mellom ringrom A og ringrom B var ikke fastslått da man forsøkte å reparere pakningen.

Selv om det ble fastslått kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B og at reparasjonen av pakning til 9 5/8" foringsrørhenger var mislykket, har Ptil ikke funnet at det ble iverksatt videre tiltak.

22.11.1999

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 18,3 MPa (2659 psi) og ringromstrykket ble rapportert til 3,7 MPa (535psi).

18.11.2002

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 9,7 MPa (1400 psi) og ringromstrykket ble rapportert til 3,4 MPa (500psi).

28.7.2003

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 15,2 MPa (2200psi) med væske og 23,4 MPa (3400psi) med nitrogen. Ringromstrykket ble ikke rapportert inn til DDRS.

26.9.2003

9 5/8" foringsrørhengeren i brønn 2/4 W-05 sviktet under boring.

Ptil kommentar: CoPSAS sammen med DNV og HOSE sin gransking konkluderte med at foringsrørhengeren var svakere enn de oppgitt kapasitet, og at konstruksjonen ikke var hensiktsmessig. Lastkapasitet på foringsrørhengerene ble nedgradert. CoPSAS måtte beregne laster i alle brønnene som hadde ÖMV brønnhoder og oversendte beregningene til Ptil.

Ptil påpekte at CoPSAS sin styrende dokumentasjon for konstruksjon av brønner ikke har vært i tråd med regelverket. CoPSAS ble innvilget unntak ut 2005 etter at plan for iverksetting av tiltak var lagt fram for Ptil.

21.11.2003

Det ble utført en ny "scale" rensing der væske ble pumpet inn i brønnen under trykk. Injeksjonstrykket var 8,5 MPa (1240psi) med væske. Ringromstrykket og trykk ved pumping av nitrogen ble ikke rapportert inn til DDRS.

25.11.2003

Ledende personell mottok informasjon om at det var kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B.

15.2.2004

Reservoaravdelingen sendte inn søknad om å starte gassløft i brønn 2/4 C-16. Dette ble avslått av WIN grunnet kjennskap til at det var ringromskommunikasjon.

26.2.2004

Det ble reist en anmodning om at en M1 notifikasjon skulle bli opprettet for test og reparasjon av 9 5/8" pakning som isolerer ringrom A fra ringrom B. Dette ble ikke utført.

19.3.2004

9 5/8" pakningene som isolerer ringrom A fra ringrom B ble forsøkt reparert. Rapporten fastslo at reparasjonen var mislykket. Testen og reparasjonen ble utført uten prosedyre og retningslinjer for test.

Ptil kommentar: Selv om det igjen ble fastslått kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B og at reparasjonen av pakningene til 9 5/8" foringsrørhenger var mislykket, har Ptil ikke funnet at det ble iverksatt videre tiltak eller at en M1 notifikasjon ble utarbeidet..

20.9.2004

Brønnintervensjon med kabel ble utført. Innstengingstrykket ble rapportert til 12,4 MPa (1800psi). Både ringromstrykk A og ringromstrykk B ble rapportert til 4,2 MPa (610psi).

30.5.2005

Reservoaravdelingen sendte søknad om å få stimulere brønnen.

3.6.2005

M1 notifikasjon ble utstedt for å undersøke pakningene mellom ringrom A og ringrom B. Dette ble ikke gjennomført da prosedyre manglet.

6.6.2005

Test av pakning ble utført med negativt resultat. Testmekanikeren hadde mistanke om at foringsrøret satt for lavt.

23.8.2005

Brønnen ble stengt inn.

27.8.-19.9.2005

CoPSAS sikrer brønnen i henhold til regelverket. Brønnen ble da midlertidig forlatt. Ptil ble orientert.

5 FAKTISKE OG POTENSIELLE KONSEKVENSER

5.1 Faktiske konsekvenser

Ekofisk 2/4 C-16 har produsert siden 1994 med kun én kvalifisert brønnbarriere. Brønnen har per i dag ikke en dokumentert sekundær brønnbarriere ved produksjon hvor alle barriereelementene i konvolutten er intakte. Inntil sekundærbarrieren er gjenopprettet forblir brønnen i følge CoPSAS stengt for videre produksjon.

5.2 Potensielle konsekvenser

Primærbarrieren bestående av produksjonsrør (tubing), produksjonspakninger og nedihullsventil (DHSV) er intakt. Svikt i ett av disse barriereelementene ville ha medført brønntrykk mot en ikke-kvalifisert barriere i ringrom B. Stenging av produksjonstreet ville ha hindret strømming til innretning. Det er brønnens integritet som ikke er opprettholdt. Verste konsekvens av svikt i den er undergrunnsutblåsing.

Innretningen Ekofisk 2/4-C har ikke boretårn eller annet tungt utstyr om bord som kan mobiliseres på kort varsel for å hindre eskalering av en faresituasjon.

6 DIREKTE OG UTLØSENDE ÅRSAKER

6.1 Direkte årsak

Hendelsen inntraff 11.9.1994 da 9 5/8" foringsrøret med hengeren falt ned. At det tok 11 år å konstatere at dette hadde skjedd, anser Ptil også som en hendelse. I rapporten behandler vi dette som to hendelser.

Den direkte årsaken til at foringsrøret med hengeren falt ned var manglende kapasitet i forhold til påførte laster.

De direkte årsakene til at det tok 11 år å konstatere at foringsrøret med hengeren hadde falt ned, var at svikten ikke ble identifisert eller at nødvendige tiltak ikke ble satt i verk. Dette til tross for at det flere ganger ble konstatert full ringromskommunikasjon i brønnen i forbindelse med brønnaktiviteter.

6.2 Utløsende årsaker

Hendelsen inntraff 11.9.1994 da brønnen ble reperforert og stimulert med et trykk lik 32,8 MPa (4750psi) i produksjonsrøret og med påsatt mottrykk lik 19,3 MPa (2800psi) i ringrom A. Trykket i ringrom A falt spontant til 5,5 MPa (800 psi) i henhold til DIMS rapport. Avlest trykkfall ble rapportert i DIMS, men resulterte ikke i nødvendige aksjoner. Ptil kan heller ikke se at påkrevd kvalitetssikring av operasjonsdata fanget dette opp.

Den utløsende årsak antas å ha vært stimuleringsoperasjonen som ble utført 11.9.1994. Kombinasjonen av påførte laster og utilstrekkelig konstruksjon av foringsrørhengeren forårsaket kollapsen og fallet av foringsrørhengeren.

Granskingen som ble gjort av CoPSAS etter hendelsen den 26.9.2003, etter at foringsrørhengeren på brønn 2/4 W-05 falt ned, viste at det var klare svakheter i konstruksjon av brønnhodet med hengere. Disse svakhetene er beskrevet i rapport STF50 F05240 fra SINTEF *"Investigation of 9 5/8" casing hanger failure"* og av CoPSAS granskingsrapport fra hendelsen med brønn 2/4 W-05 den 26.9.2003.

Konklusjonen i CoPSAS sin gransking etter hendelsen med brønn 2/4 W-05 viste at det var flere svakheter ved innkjøpsrutiner, designverifikasjon og kvalitetssikring generelt da ÖMV brønnhodet ble valgt i 1989-1990 til bruk på Ekofisk. CoPSAS sine funn av svakheter i egen styrende dokumentasjon, og manglende etterlevelse av disse, tilsier at det den gang var flere brudd på det gjeldende HMS-regelverket. Ptil vil ikke utdype disse brudd ytterligere da CoPSAS styringssystem har gjennomgått vitale endringer i ettertid. Læringsverdien av feil gjort i 1990 anses også å være minimale på grunn av endringer som følger av handlingsplanen som ble vedtatt i 2003-2004 som et resultat av granskingen av hendelsen i brønn 2/4 W-05.

Lastene som påvirket foringsrørhengeren var ikke klart forstått da beregningene ble utført etter hendelsen med brønn 2/4 W-05. I brønner der foringsrør er knyttet tilbake (tie back liner) med skjøt til et forlengelsesrør, feller barytten ut høyt oppe i brønnen rundt koplingsområdet. Utfelt barytt kan da medføre fastlåsing av foringsrøret over koplingspunktet. Nyere beregninger viser et stort lastbidrag fra trykk og termisk ekspansjon på grunn av denne fastlåsing. Ptils erfaring tilsier at dette ikke har vært en kjent problemstilling tidligere, men må nå tas hensyn til ved blant annet stimuleringsaktiviteter for nye og eksisterende brønner på norsk sokkel.

Se for øvrig rapport STF50 F05240 fra SINTEF *"Investigation of 9 5/8" casing hanger failure"*.

Ptil mener at valg av brønnhode, manglende kunnskap om styrke- og last beregninger, manglende kjennskap til virkningen av utfelt barytt og trykksetting av ringrom A, medførte at hendelsen vanskelig kunne ha vært unngått.

7 BAKENFORLIGGENDE ÅRSAKER

7.1 Bakenforliggende årsaker

Direkte årsaker til at det tok 11 år å konstatere at foringsrørhengeren hadde falt ned har vært at CoPSAS ikke evnet å gjennomføre kompenserende tiltak til tross for at det gjentatte ganger ble konstatert full ringromskommunikasjon i brønnen. Bakenforliggende årsaker er analysert for hver gang det burde / kunne blitt avdekket at der var ringromskommunikasjon og at det kunne blitt klart at foringsrørhengeren hadde falt ned. Disse er vist henholdsvis i Tabell 1 til Tabell 5.

Tabell 1: Manglende aksjon på bakgrunn av ringromskommunikasjon etter utført stimuleringsjobb i 1994, hvor hengeren datt ned.

Bakenforliggende årsak	Kategorisering
Mangelfull kunnskap om hva trykkfallet i ringrommet og etterfølgende indikasjon på ringromskommunikasjon kunne bety.	Kompetanse: - KA Mangelfull kompetanse
Til tross for at det blir registrert trykkfall og indikasjoner på ringromskommunikasjon, var det ingen systematisk oppfølging av disse registreringene.	D Bedriftsledelse: - DA Styringssystem, - DE mangelfull ansvarsdeling, - DF tiltak ikke gjennomført i tide/gjentakelse, - IB Manglende oppfølging av arbeidsoppgaven - KA Mangelfull kompetanse
Manglende evne til å ta ansvar – verken brønningeniører eller ledelse følger dette opp.	D Bedriftsledelse: - DE mangelfull ansvarsdeling, - DF tiltak ikke gjennomført i tide/gjentakelse
Mangelfull kvalitetssikring – ingen, inkludert landorganisasjonen, sjekker "daily drilling report" og forstår indikasjonene på ringromskommunikasjonen.	D Bedriftsledelse: - DC mangelfullt QA program, - DE mangelfull ansvarsdeling,
Utilstrekkelig tid til faglig vurdering av data og potensielle årsaker hos personer som kunne ha identifisert hva som hadde skjedd.	D Bedriftsledelse: - DM mangelfullt beslutningsgrunnlag
Mangelfull regelverksforståelse – forstår ikke at dette medfører kun en kvalifisert brønnbarriere og henholdsvis at dette er i konflikt med regelverk.	D Bedriftsledelse: - DG utilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - DI Mangelfullt opplæringsprogram - KA Mangelfull kompetanse

Tabell 2: Manglende aksjoner på bakgrunn av ringromskommunikasjon etter "scale" rensinger / stimuleringer i perioden 1997 til 2003 og logging av ringromstrykk fra 5.9.1998.

Bakenforliggende årsak	Kategorisering
Utilstrekkelig tid til faglig vurdering av data og potensielle årsaker hos personer som kunne ha identifisert hva som hadde skjedd.	D Bedriftsledelse: - DG utilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - DM mangelfullt beslutningsgrunnlag
Utilstrekkelig kunnskap og erfaringsoverføring fra hendelsen på brønn 2/4 A-20, hvor foringsrørhengeren falt ned, kan være en av årsakene (Det er antakeligvis utenkelig at foringsrørhengeren kunne falle ned).	D Bedriftsledelse: - DD manglende erfaringsoverføring - DF tiltak ikke gjennomført i tide/gjentakelse - DM mangelfullt beslutningsgrunnlag - KA Mangelfull kompetanse
Vegring mot å ta beslutning	D Bedriftsledelse: - DE mangelfull ansvarsdeling,

Tabell 3: Manglende aksjon på bekreftet ringromskommunikasjon i 1999.

Bakenforliggende årsak	Kategorisering
Basert på intervjuer går det frem at for mange arbeidsoppgaver er lagt på sentrale personer. Dette medfører at det er utilstrekkelig tid til faglig vurdering av data og potensielle årsaker hos personer som kunne ha identifisert hva som hadde skjedd. Se også CoPSAS granskingsrapport kapittel 4.1.	D Bedriftsledelse: - DG utilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - ID for mange oppgaver til én person
CoPSAS organisasjon bærer på dette tidspunktet preg av å være en organisasjon som stoler på at enkeltpersoner løser problemene.	D Bedriftsledelse: - DE mangelfull ansvarsdeling, - DM mangelfullt beslutningsgrunnlag,
Mangelfull regelverksforståelse – forstår ikke at dette medfører kun en kvalifisert brønnbarriere og henholdsvis at dette er i konflikt med regelverk.	D Bedriftsledelse: - DG utilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - DI Mangelfullt opplæringsprogram - KA Mangelfull kompetanse

Tabell 4: Manglende aksjon på nok en bekreftelse av ringromskommunikasjon 25.11.2003.

Bakenforliggende årsak	Kategorisering
Det kan se ut som om situasjonen ikke er forstått. Dette kan skyldes mangelfull kompetanse og at det er nærmest utenkelig at foringsrørhengeren har falt ned. Utilstrekkelig tid til faglig vurdering av data og potensielle årsaker hos personer som kunne ha identifisert hva som hadde skjedd kan også være en faktor. Dette vil bli påvirket av at der er mange arbeidsoppgaver på få personer.	D Bedriftsledelse: - DG utilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - mangelfull erfaringsoverføring - ID for mange oppgaver til én person Kompetanse: - KA Mangelfull kompetanse - FC Stress
Ledende personell som har myndighet mangler kunnskap og personell med kunnskap mangler myndighet.	D Bedriftsledelse: - DE mangelfull ansvarsdeling, - DC mangelfullt kvalitetssikringsprogram
Mangelfull regelverksforståelse – forstår ikke at dette medfører kun en kvalifisert brønnbarriere, og at dette er i konflikt med regelverk.	D Bedriftsledelse: - DG utilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - DI Mangelfullt opplæringsprogram - KA Mangelfull kompetanse
Dårlige lekkasjetester og prosedyrer for lekkasjetester - klarer ikke å avdekke at der er full kommunikasjon	D Bedriftsledelse: - Mangelfullt testprogram

Tabell 5: Ingen aksjon på negativ pakningstest i 2004

Bakenforliggende årsak	Kategorisering
Mangelfull regelverksforståelse – forstår ikke at dette medfører kun en kvalifisert brønnbarriere og at dette er i konflikt med regelverk.	D Bedriftsledelse: - DG tilstrekkelig personellstyrke mhp oppgaven - DI Mangelfullt opplæringsprogram - KA Mangelfull kompetanse
Dårlige lekkasjetester og prosedyrer for lekkasjetester - klarer ikke å avdekke at der er full kommunikasjon.	D Bedriftsledelse: - Mangelfullt testprogram
Ingen testprosedyre for pakninger var etablert etter forespørsel fra WIN i juni 2005	D Bedriftsledelse: - HA Mangelfullt / feil innhold - HE Instruksjons dokumenter mangler
Hendelsen ble ikke rapportert i Impact innen 24 timer etter at den var kjent slik CoPNo prosedyre NSBU-HSEQ-007 kap 2.1 krever det.	J Arbeidspraksis: - JA Instruksjon ikke brukt

Direkte årsaker til at 9 5/8" foringsrøret med henger falt ned var at kapasiteten av foringsrørhengeren var for lav i forhold til de kreftene den ble påvirket av. Se for øvrig rapport STF50 F05240 fra SINTEF "Investigation of 9 5/8" casing hanger failure". Bakenforliggende årsaker er analysert og vist i Tabell 6.

Tabell 6: Bakenforliggende årsaker til at kapasiteten til foringsrørhengeren var for svak i forhold til de kreftene den ble påvirket av.

Bakenforliggende årsak	Kategorisering
Last og kapasitetsvurderinger i forkant av installering og bruk var mangelfull. - Det er en utfordring å forutse graden av fastholding av forlengelsesrøret og virkningen av dette. Dette kan delvis være forårsaket av at programvaren for beregning av laster ikke var tilstrekkelig utviklet til å dekke denne oppgaven. - Det er vanskelig å fastsette riktig friksjonskoeffisienter i det miljøet som finnes inne i brønnen.	K Kompetanse: - KA Mangelfull kompetanse
Mangelfull spesifikasjon for innkjøp av denne typen brønnhode.	D Bedriftsledelse: - DA Policy ikke veldefinert / forstått
Det er usikkert om sikkerhetsfaktorer ² i henhold til gjeldende standarder ble brukt ved kapasitetsberegninger av foringsrørhengeren.	D Bedriftsledelse: - DA Policy ikke veldefinert / forstått - JA Instruksjon (standard) ikke brukt.
Manglende prosedyre for installering av metall O-ringer for ÖMV brønnhode kan ha bidratt til økt belastning på foringsrørhengeren.	D Bedriftsledelse: - DN Mangelfull utarbeiding av prosedyrer - HA Mangelfull instruksjon

² Sikkerhetsfaktorer vil normalt ikke være tilstrekkelige til å sikre mot grove feilberegninger slik det kan se ut til å være tilfelle i denne hendelsen.

8 OBSERVASJONER

8.1 Avvik

Tilstanden i brønn 2/4 C-16 har representert et avvik fra innretningsforskriften § 47 om brønnbarrierer. Denne paragrafen har med små endringer blitt videreført fra tidligere regelverk slik at tilstanden til brønnens har representert et avvik fra 11.9.1994 og fram til august 2005. Ptil har i sin gransking valgt å vektlegge at CoPSAS organisasjon ikke har oppdaget avviket, behandlet det og iverksatt nødvendige tiltak. I oppsummeringen refereres til dagens regelverk (2002). For eldre avvik fra regelverket vises det til gjeldende regelverk da avviket oppstod.

8.1.1 Avvik – utstyr er ikke konstruert i henhold til anerkjent eller akseptert standard (mangelfull design av brønnhodet med hengere)

Begrunnelse

Kapasiteten av foringsrørhengerene ble beregnet, men basert på tilgjengelig informasjon er det noe usikkert om dette ble utført med bruk av sikkerhetsfaktorer i henhold til API 6A-PSL3. Den direkte årsaken til at foringsrøret med hengeren falt ned var manglende kapasitet i forhold til påførte laster.

Uttesting av brønnhodet ble kun gjort ved tørre forhold i laboratorium som ikke gjenspeiler den faktiske bruken.

Krav

- *Forskrift for boring mv. etter petroleumforekomster fastsatt av Oljedirektoratet 23.9.1981, punkt 2.10.1 om krav til bruk av standarder og retningslinjer som krever at utstyr skal konstrueres, fabrikeres, installeres og prøves i henhold til anerkjente eller aksepterte standarder.*

8.1.2 Avvik – manglende teknisk dokumentasjon

Begrunnelse

Den 24-25.9.1990 ble pakningene til 9 5/8 " hengeren satt uten at det var kjennskap til prosedyren.

Krav

- *Forskrift om bore- og brønnaktiviteter og om geologisk datainnsamling i petroleumsvirksomheten, fastsatt av Oljedirektoratet 7.2.1992, § 15 krav til teknisk dokumentasjon som krever at detaljert installasjon- og prøve dokumentasjon skal forefinnes.*

8.1.3 Avvik – mangelfull rapportering

Begrunnelse

Den 11.9.1994 ble brønnen stimulert. Unormale trykkforhold ble ikke rapportert verken i henhold til CoPSAS interne krav eller i henhold til regelverkskrav.

Krav

- *Forskrift om bore- og brønnaktiviteter og om geologisk datainnsamling i petroleumsvirksomheten, fastsatt av Oljedirektoratet 7.2.1992, § 12 om rapportering som krever at driftsforstyrrelser skal rapporteres.*

8.1.4 Avvik – krav til to brønnbarrierer

Begrunnelse

Den 11.9.1994 svikter den sekundære barrieren.

Krav

- *Forskrift om bore- og brønnaktiviteter og om geologisk datainnsamling i petroleumsvirksomheten, fastsatt av Oljedirektoratet 7.2.1992, § 23 om barrierer som krever to testede og uavhengige brønnbarrierer*

8.1.5 Avvik – mangelfull innsamling og bearbeiding av data

Begrunnelse

Fra den 5.9.1998 ble systematisk loggføring av ringromstrykkene startet. Ingen reagerte på at trykkene hadde samme verdi i ringrom A og ringrom B (avviket vedvarte fram til 2002 da det nye regelverket trådte i kraft. Derfor henvises det til dagens regelverk)

Krav

- *Aktivitetsforskriftens § 44 om vedlikeholdsprogram krever at overvåking av ytelse og teknisk tilstand skal identifisere feil som skal korrigeres*
- *Aktivitetsforskriftens § 19 om kompetanse som krever at personellet (herunder drift) skal kunne utføre driftsoppgaver som pålagt*
- *Styringsforskriftens § 18 om innsamling, bearbeiding og bruk av data som krever overvåkning og kontroll av tekniske forhold*

8.1.6 Avvik – manglende vedlikehold

Begrunnelse

Den 18.7.1999 ble 9 5/8" pakningene som isolerer ringrom A fra ringrom B forsøkt reparert. Rapporten (daily report Ekofisk 2/4 C-16) fastslo at reparasjonen var mislykket.

- *Forskrift om bore- og brønnaktiviteter og om geologisk datainnsamling i petroleumsvirksomheten, fastsatt av Oljedirektoratet 7.2.1992, § 17 om krav til vedlikehold som krever at vedlikeholdsrutiner skal etableres og at ansvaret er klart definert også med hensyn til tidsfrist for utbedring*

8.1.7 Avvik – manglende styring av virksomheten

Begrunnelse

Den 25.11.2003 mottok ledende personell i landorganisasjonen informasjon om at det var kommunikasjon mellom ringrom A og ringrom B i brønn 2/4 C-16.

- *Innretningsforskriftens § 52 om foringsrør og forankring av brønner som setter krav til ytelse av barrierene i hele brønnens levetid*
- *Styringsforskriftens § 2 om barrierer som krever at barrierene skal være kjent inkludert de som er ute av funksjon slik at tiltak kan settes i verk*
- *Styringsforskriftens § 3 om styring av helse, miljø og sikkerhet som regulerer forsvarlig styring av virksomheten*

8.1.8 Avvik – manglende avviksbehandling

Begrunnelse

Den 15.2.2004 sendte reservoaravdelingen inn søknad om å starte gassløft i brønn 2/4 C-16. Dette ble avslått grunnet kjennskap til ringromskommunikasjonen.

- *Styringsforskriftens § 20 om avviksbehandling som setter krav til at avvik skal korrigeres*

8.1.9 Avvik – manglende styring av vedlikehold

Begrunnelse

Den 26.2.2004 ble det reist en anmodning om at en M1 notifikasjon ble opprettet for test og reparasjon av pakningen til 9 5/8" foringsrørhengeren som isolerer ringrom A fra ringrom B. Dette ble ikke gjort.

- *Aktivitetsforskriften § 42 om vedlikehold som setter krav til at innretninger eller deler av disse holdes ved like, slik at de er i stand til å utføre sine tiltenkte funksjoner i alle faser av levetiden*

8.1.10 Avvik – manglende krav til barrierer og prosedyrer

Begrunnelse

Den 19.3.2004 ble pakningene til 9 5/8" foringsrørhengeren som isolerer ringrom A fra ringrom B forsøkt reparert. Rapporten fastslår at reparasjonen var mislykket. Testen og reparasjonen ble utført uten prosedyre og retningslinjer for denne testaktiviteten.

- *Styringsforskriftens § 2 om barrierer som krever at barrierene skal være kjent inkludert de som er ute av funksjon slik at tiltak kan settes i verk*
- *Aktivitetsforskriften § 22 om prosedyrer som setter krav til kriterier for når prosedyrer skal nyttes som virkemiddel for å forebygge feil og fare- og ulykkessituasjoner. Det skal sikres at prosedyrer utformes og brukes slik at de oppfyller sine tiltenkte funksjoner*

8.2 Lukking av avvik og rapportering

Den 13.9.2005 ble avviket vedrørende drift av brønn 2/4 C-16 meldt til Ptil og brønnen ble stengt inn. Dette skjedde på initiativ av CoPSAS som resultat av at avviket var registrert og behandlet i henhold til CoPSAS reviderte rutiner. Avviket ble identifisert av WIN.

Ptil mener at ansvaret for oppfølging, meldeplikt og iverksetting av tiltak for lukking av avvik ikke har fungert i henhold til krav i gjeldende HMS-regelverk i perioden 1989-2005. Ptil viser her til at informasjon om avviket har blitt formidlet til WIN gruppen som har videreformidlet denne til relevant ledelse, uten at dette førte til de nødvendige aksjoner før medio 2005.

9 BARRIERER

9.1 Barrierer som har fungert

Den primære brønnbarrieren har fungert.

I en periode var DHSV løsnet fra sin profil i produksjonsrøret. DHSV er et element i den primære barrierekonvolutt, se kommentar til hendelsesforløp for dato 6.4.1997.

9.2 Sammendrag av barrierer som har sviktet

Barrierer som har sviktet er påpekt i kapittel 8.1 om avvik og generelt beskrevet i hendelsesforløp, årsaksanalyse, og MTO diagram.

Tekniske barrierer

- Manglende kapasitet foringsrørhenger i forhold til påførte laster.
- Sekundærpakning.
- Sekundær brønnbarriere.

Mangler i styrende dokumentasjon

- Rutiner for erfaringsoverføring manglet slik at personellet ikke fikk informasjon om svakheter ved ÖMV brønnhoder i 1994.
- Tegninger og annen dokumentasjon på ÖMV brønnhoder var ikke tilgjengelige i SAP via MaxWell (bore- og brønndatasystem).
- Prosedyrer manglet for setting av sekundærpakninger til foringsrørhengeren.
- Prosedyrer manglet for test av pakningene til foringsrørhengeren ("pack-off test").
- Krav til opplæring av brønnmekanikere og brønnhodeoperatører var ikke fastsatt.

Manglende aksjoner

- Ingen aksjoner ble iverksatt etter det plutselig trykkfallet ved den utførte stimuleringsjobben i 1994
- Ingen gjennomgang ble foretatt av data som ble registrert etter innføring av NPAS-systemet i 1998
- Ingen aksjon ble iverksatt etter avviket som ble registrert etter negativ test av pakningene til foringsrørhengeren og at forsøk på reparasjon i 1999 mislyktes.
- Ingen aksjon ble iverksatt etter negativ test av pakningene til foringsrørhengeren i 2004 (M1-notifikasjon + PM02 slik den styrende dokumentasjonen krevde)
- Ingen prosedyre for test av pakningene til foringsrørhengeren ble utarbeidet etter forespørsel fra WIN i juni 2005.
- Hendelsen ble ikke rapportert i Impact i henhold til CoPSAS prosedyre NSBU-HSEQ-007 kap 2.1

10 VEDLEGG

MTO diagram

SINTEF rapport STF50 F05240 datert 22.2.2006 "Investigation of 9 5/8" Casing Hanger failure"

11 REFERANSER

Hentet fra Ptils elektroniske arkiv (Ephorte)

- Presentasjon fra møte 16092005 2/4-C-16 casing hanger failure
- Referat fra møte 30092005 ifm oppstart av Ptil egen gransking av hendelse
- Rapport for 9 5/8" ÖMV casing hanger som feilet i brønn2/4-C-16
- Project approval documentation 2/4-B-11
- Report on investigation into the ÖMV wellhead 9-5/8" casing hanger failure Ekofisk field complex -
- Norway well 2/4-W-05 Dated 12 February 2004
- DNV report casing hanger 2003-3426
- DNV tubing hanger lock down bolts & running tool 2003-3497
- Running tool report final 311203
- Tubing hanger report final 311203
- Avvikshåndtering etter hendelse med brønn 2/4 W 05

Fra Ptils databaser og arkiv

- DDRS, Bore- og brønnaktiviteter utført i brønn 2/4 C-16
- PPCoN Standard Workover Manual (SWOP) rev. 0, 1.7.1997 doknr. 3716
- PPCoN Simultaneous Activities Manual (SAM) rev.0, 22.12.1994, doknr.
- PPCoN Drilling & Well Service Operations Handbook rev 0, 5.9.1994, doknr.
- Well Control Manual (Phillips Petroleum Company) Corporate document juni 1993
- Corporate (Phillips Petroleum Company) casing manual vol.1 og vol.2 fra 1987 (erstattet med ny utgave i 2005)

Mottatt fra CoPSAS

- Granskingsrapport IMPACT no. 19785 m/vedlegg
- All completion schematics
- Ekofisk wells Received information
- EkoW daily mth-inj
- Failure of hanger – status 051215
- Flytskjema arbeidsordreprosess CoPNo
- Flytskjema arbeidsordreprosess
- Organisasjonskart
- Tilleggsinfo 2/4 C16 1999
- Tilleggsinfo no 2/4 C16 1999
- M1 Notifikasjon Annulus A x Annulus B communication C16
- Operations summary 08-Dec-05 - 2/4-C-16, 2/4-C-17, 2/4-C-18 2/4-C-19, 2/4-C-20, 2/4-C-21, 2/4-C-22, 2/4-C-2
- Operations summary 08-Dec-05 – 2/4-C-16, 2/4-C-17, 2/4-C-18 2/4-C-19, 2/4-C-20, 2/4-C-21, 2/4-C-22, 2/4-C-2
- Operations summary 08-Dec-05 – 2/4-W-01
- PM01 & PM02 History Eko 2/4 C-16
- Slott layout 2/4-A, 2/4-C, 2/4-W

Støttefiler til Dims rapporter:

- EkoA 16-23 well history
- EkoC 16-23 well history
- EkoW 01-08 well history

Tbg Spool teknisk data

- Material and test info ÖMV
- Tech data

Well path EkoA EkoC EkoW

- 2/4 A-16, 2/4 A-17, 2/4 A-18, 2/4 A-19, 2/4 A-20T3, 2/4 A-21A, 2/4 A-22, 2/4 A-23

- 2/4 C-16, 2/4 C-17, 2/4 C-18, 2/4 C-19, 2/4 C-20, 2/4 C-21, 2/4 C-22, 2/4 C-23
- 2/4 W-01A, 2/4 W-02, 2/4 W-03, 2/4 W04A, 2/4 W-05A, 2/4 W-06, 2/4 W-07, 2/4 W-08

- Whiskey directional plans

- Well barriere drawing production wo gaslift
- Well status avg EkoA
- Well status avg EkoC
- Well status avg EkoW
- Welltest EkoA
- Welltest EkoC
- Welltest gl EkoA
- Welltest gl EkoC
- Korrigerte ÖMV well schematics for alle brønner med ÖMV brønnhode
- Bilder av casinghangerne
- 2/4 C-16 directional plan
- 2/4 C-16 temperatures from WellCat simulation
- 2/4 C-16 tubing temps
- 2/4 C-17, 2/4 C-18, 2/4 C-19, 2/4 C-20, 2/4 C-21, 2/4 C-22, 2/4 C-23
- RE Required data for C-16 (notifikasjon 11622707)
- Status presentasjon til Ptil av gr. rapport 28102005
- Temperaturlog for brønn 2/4 C-16
- Vedlegg 7B Plot 2/4 C-16 restimulering
- Brønn 2/4 W-05 directional plan
- Wellhead design presentation Ptil 28 Oct 05
- 2/4 C-16 csg hanger investigation 1st status pres to Ptil
- 2/4 C-16 csg hanger presentation updated
- 2/4 C16 ÖMV well schematics
- 2/4 C16 installation
- 2/4 C16 stimulation
- Oversikt og status over brønner med gassløft på Ekofisk og Eldfisk
- Tegninger av brønnhodet
- E-post med vedlegg av 7.3.2006 "Failure analysis hanger" gjennomført av ITAG
- E- med vedlegg av 22.3.2006 vedrørende kvalifisering av GLV
- Tilleggsdokumentasjon VS.NOT.11622707