

Rapport etter tilsyn

Rapport	
Rapporttittel Tilsyn med Aker BP sin planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner på HOD B	Aktivitetsnummer 054033008
Gradering	
<input type="checkbox"/> Offentlig	<input type="checkbox"/> Begrenset
<input type="checkbox"/> Unntatt offentlighet	<input type="checkbox"/> Strengt fortrolig
Involverte	
Hovedgruppe T3/Boring & brønnteologi	Oppgaveleder Nina Ringøen
Deltakere i revisjonslaget Camilla Fostenes, Siv Adelheid Eeg, Eigil Sørensen og Nina Ringøen	Dato 17.01.2022

1 Innledning

Vi førte tilsyn i form av et heldags TEAMS-møte og intervjuer med AkerBP sin planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner på HOD B fra 25.11 – 26.11.2021. Det ble i tillegg gjennomført et avklaringsmøte i våre lokaler 3.12.2021. Hoveddelen av tilsynsaktiviteten ble gjennomført via TEAMS grunnet Covid-19 pandemien.

Tilsynet var godt tilrettelagt av AkerBP.

2 Bakgrunn

Tilsynsaktiviteten er forankret i Arbeids- og sosialdepartementets tildelingsbrev til Petroleumstilsynet kapittel 3.1, om at risikoen for storulykker i petroleumssektoren skal reduseres. Erfaringer med prosesser for risiko og barrierestyring viser at det er behov for vedvarende oppmerksomhet om hvordan disse temaene følges opp for å redusere brønnkontrollhendelser og hydrokarbonlekkasjer.

Ved bruk av formasjonsleire som en brønnbarriere eller et brønnbarriere-element for brønner i produksjon har vi etterprøvd at selskapet etterlever kriterier som er satt opp i egen kvalifiseringsprosess og interne styrende dokumenter for HOD B brønnene. Vi la i tilsynet vekt på hvordan beslutningsunderlag, herunder risikovurderinger og analyser blir etablert og fulgt opp for å ivareta brønnintegritet i brønnenes livsløp og dermed sikre brønnkontroll under boreoperasjonene.

Aker BP og lisenspartner Pandion Energy leverte plan for utbygging og drift (PUD) for HOD B til Olje- og energidepartementet i 2020. Produksjonsstart er planlagt 1. kvartal 2022.

Hod B-feltet bygges ut i samarbeid med Aker BPs alliansepartnere etter samme konsept som Valhall Flanke Vest.

3 Mål

Målet med tilsynet var å verifisere Aker BP sin planleggingsprosess opp mot gjennomføringsevne offshore relatert til valgte brønndesign og bruk av formasjonsleire som brønnbarriereelement. Vi har ført tilsyn med identifikasjon og håndtering av risiko i pågående boreoperasjoner gjennom bruk av alliansemodellen i forbindelse med boring og komplettering av brønnene. Et viktig mål var å identifisere hvilke vurderinger og kriterier operatøren benyttet for valg og verifikasjon av brønnbarrierer i brønndesignet for HOD B. Kriterier for verifikasjon og aksept for bruk av formasjonsleire som brønnbarriereelement i de enkelte brønnene er spesielt vektlagt da dette er definert som ny teknologi eller en ny metode.

4 Resultat

4.1 Generelt

I perioden 25.11, 26.11 og 3.12.2021 førte vi tilsyn med planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner på HOD B, med fokus på valgte brønndesign og bruk av formasjonsleire som et brønnbarriereelement bak produksjonsforingsrør.

Bruk av formasjonsleire som brønnbarriereelement under borefasen og senere produksjonsfasen, har ikke tidligere vært omsøkt i PUD og søknad om samtykke for boring av nye produksjonsbrønner på norsk sokkel. Bruk av formasjonsleire er tidligere primært benyttet for permanent plugging av brønner. Relevante normer inneholder ikke spesifikke krav til den operasjonelle borefasen for bruk av formasjonsleire som et brønnbarriereelement under boring, da primær bruk så langt har vært under permanent plugging.

I forbindelse med vår behandling av søknad om samtykke til produksjonsboring for HOD B av 21.7.2021, ble det gjennomført møter med selskapet for å avklare overordnede planer for kvalifikasjon og bruk av formasjonsleire som brønnbarriereelement. Gjennom møteaktiviteten ble det identifisert forhold som gjorde at vi valgte å gjennomføre et tilsyn med planlagt gjennomføring av boreoperasjonene med fokus på verifikasjon av formasjonsleiren.

Gjennom tilsynsaktiviteten har vi påvist at det ikke er testede brønnbarrierer med tilstrekkelig uavhengighet under reservoarboringen i brønn B-6. Ved kjent svikt i en brønnbarriere ble det utført andre aktiviteter i brønnen enn de som har til hensikt å

gjenopprette barrieren, jamfør aktivitetsforskriften § 85 om brønnbarrierer, 1. og 2. ledd, og vi valgte av den grunn å gi Aker BP pålegg.

Det er dokumentert svekkelse av sekundærbarrieren og primærbarrieren under boreoperasjonen i reservoarseksjonen i brønn B-06 på HOD B, da prognosert poretrykk var høyere enn forventet, og tilhørende formasjonstrykktest ved produksjonsforingsrørsko ble oversteget under boreoperasjonen. Bore- og brønndata som overvåkes og samles inn for å verifisere brønnprognosene underveis, er av den grunn ikke fulgt tilstrekkelig opp under boreoperasjonen. Ved formasjonsintegritetstesting ved produksjonsforingsrør sko er det ikke trykkprøvd til maksimalt trykk for boring av reservoarseksjonen.

Aker BP planla i utgangspunktet for å benytte formasjonsleiren i overlagingen som primærbarriere utenfor produksjonsforingsrøret for brønnene under produksjonsfasen på HOD B. Ved høyere reservoartrykk enn forventet har brønnbarrierene blitt endret, slik at formasjonsleiren i enkelte brønner fungerer som både primær- og sekundærbarriere.

Brønnene har et enkelt brønndesign med kun tre (3) foringsrør. Det enkle brønndesignet gjør at brønnbarrierene er utformet slik at oppfølging av brønnintegriteten er mangelfull ved overvåking av formasjonsleiren i brønnens levetid, da ytelsen til formasjonsleiren ikke kan verifiseres etter at brønnen er satt i produksjon eller etter at produksjonsrøret er installert.

En brønn som skal produsere i 30 år er utsatt blant annet for forskjellige trykk- og temperatur-forhold, innsynkning og kompaksjon. Risiko ved å ikke kunne overvåke formasjonsleiren under brønnens levetid er ikke tilstrekkelig vurdert grunnet valgte brønndesign og mangelfull mulighet for overvåking.

AkerBP har i brønn 2/8 G-9 på Vallhallfeltet utført kvalifikasjon av formasjonsleiren med trykktest og tilhørende formasjonsbondlogg i «Seal 9» med tilfredsstillende resultat for å kunne kvalifisere formasjonsleiren på Vallhall ihht "Guideline for using shale as well barrier element for new wells at Valhall". Utført kvalifisering i 2/8 G-9 på Vallhall feltet er videre brukt som grunnlag for ikke å utføre kvalifikasjon gjennom trykktest av formasjonsleiren på HOD B.

Det er av den grunn ikke foretatt tilstrekkelig oppfølging av interne kriterier for bruk av formasjonsleiren på HOD B slik at kravene til helse, miljø og sikkerhet blir ivaretatt. Det er manglende kvalifisering eller prøving av kortere intervaller av formasjonsleiren, fra 2 – 10 meter, målt mot den normative referansen i industristandarden NORSOK D-010 Rev 5/2021 og krav om 30 meter sammenhengende isolasjon bak produksjonsforingsrør. Selskapet har lagt NORSOK D-010 Rev 5/2021 til grunn for sitt styringssystem.

Selskapet har ikke varslet eller sendt melding om brønnkontrollhendelser under boring av reservoarseksjonen i brønn B-6 på HOD B. Det ble dokumentert en brønnkontrollhendelse i systemet for Daglige Borerapporter (DBR) i reservoarseksjonen under strømningssjekk (flow check) den 13.11.2021, der formasjonen strømmet tilbake 800 l/hr og 360 liter på 30 minutter uten at BOP ble stengt. Innsamling av boredata innebærer blant annet krav om at brønnkontrollhendelser skal dokumenteres og behandles.

Det ble både målt og registrert høyere reservoartrykk enn forventet i brønn B-6, uten at det ble utført en tilstrekkelig oppfølging av endringene gjennom endringsledelse (MOC) med tilhørende risikovurdering.

Den valgte BOP (Blow-out preventer) som er benyttet om bord på den flyttbare boreinnretningen Mærsk Invincible har et arbeidstrykk på 345 bar (working pressure), og er ikke klassifisert for brønntrykket for de to brønnkontrollscenariene «displacement to gas» og påkrevd «bullheading kill» for det høye reservoartrykket som ble påtruffet i brønn B-6.

Det ble påvist seks (6) avvik:

- ✓ Manglende testede uavhengige brønnbarrierer under boring
- ✓ Manglende etterlevelse av interne krav til kvalifikasjon av formasjonsleire (creeping shale) som brønnbarriere
- ✓ Manglende kvalifikasjon av korte intervaller av formasjonsleiren
- ✓ Manglende oppfølging av beslutningsunderlag og beslutningskriterier for operasjonelle endringer
- ✓ Manglende melding ved potensielle fare- og ulykkessituasjoner
- ✓ Manglende oppfølging under overvåking av brønnprognosene under boring

Det ble observert tre (3) forbedringspunkter:

- ✓ Mangelfull mulighet for oppfølging av brønnbarrierer under produksjonsfasen
- ✓ Mangelfullt beslutningsunderlag og beslutningskriterier for valg av BOP
- ✓ Mangelfull oppfølging av trening og øvelser innen brønnkontroll

Pålegg: Basert på observasjonene under tilsynet har vi valgt å gi selskapet pålegg.

5 Observasjoner

Vi har to hovedkategorier av observasjoner:

Avvik: Observasjoner der vi *påviser* brudd på/manglende oppfylging av regelverket.

Forbedringspunkt: Observasjoner der vi mener å se brudd på/manglende oppfylging av regel-verket, men ikke har nok opplysninger til å kunne påvise det.

5.1 Avvik

5.1.1 Manglende testede uavhengige brønnbarrierer under boring

Avvik

Under boreaktiviteten i brønn B-06 var det manglende testede brønnbarrierer med tilstrekkelig uavhengighet under reservoarboringen.

Ved kjent svikt i en brønnbarriere ble det utført andre aktiviteter i brønnen enn de som har til hensikt å gjenopprette barrieren.

Begrunnelse

Under reservoarboringen i brønn B-6, ble det påtruffet høyere reservoartrykk enn forventet prognosert poretrykk. Formasjonsleiren som var valgt som brønnbarriereelement som isolasjon på baksiden av produksjonsforingsrør, ble under første verifikasjon med formasjonsbond-logg bekreftet fraværende med 0 meter isolasjon bak foringsrør den 6.11.2021.

- ✓ Ved utboring av produksjonsforingsrørsko den 7.11.2021 oppsto det tilbakestrømming fra baksiden av produksjonsforingsrør til den flyttbare boreinnretningen, en såkalt "back-flow" eller "gain" på 4.3 m³. Under tilbakestrømming fra baksiden av produksjonsforingsrør, var to soner med hydrokarboner; SO17 (Miocene) og topp Tor reservoar, eksponert. Det ble registrert innstrømning (gain) fra brønnen, BOP ble stengt med UPR, og trykk på overflaten (SIDPP) bygde seg opp til 83 bar.
 - Ved tilbakestrømming fra brønnen under utboring av foringsrør sko ble det bekreftet at brønnbarriereelementet ikke fungerte eller isolerte (kjent svikt) bak produksjonsforingsrør på dette tidspunktet.
- ✓ Det var kjent at det ikke var kick margin til å bore reservoar seksjonen fra 13 5/8» foringsrør sko.

Ved påfølgende avgjørelse om videre boring uten ny verifikasjon av formasjonsleiren, ble det boret 3 meter ny formasjon, og deretter tatt en formasjonsintegritetstest (FIT) til 1,425 sg EMW den 8.11.2021. FIT bekrefter at topp reservoar kan holde et trykk på +/- 394 bar.

- ✓ Ved videre boring av 8 1/2" hullseksjon var det høye nivåer av bakgrunnsgass under boring, og det ble utført kontinuerlige poretrykksmålinger med Geotap for å overholde eget krav om 0.02 sg overbalanse mot målt og observert poretrykk (safety margin). Målt poretrykk i brønnbanen oversteg det estimerte poretrykket og slamvekt ble kontinuerlig veid opp.
- ✓ Den 9.-10.11.2021 på dyp 4075 m MD oversteg slamvekten (Equivalent Circulation Density) den utførte formasjonsintegritetstesten (FIT) under produksjonsforingsrørsko på 1,425 sg EMW med en ECD måling på 1,45 sg ECD. Ved videre boring til TD, der slamvekt (primærbarrieren) overstiger FIT

testen (sekundærbarrieren) ved produksjonforingsrør sko på 1,425 sg EMW er det ikke foretatt noen endringsledelse (MOC) eller dokumentasjon gjennom avviksbehandling, ref. avvik 5.1.4.

- ✓ Ved endelig brønnbanedyp @5640 m MD ble det observert underbalanse, uten at slamvekt (primærbarrieren) ble veid opp. Det ble deretter tatt en avgjørelse om å pumpe seg ut av hullet.
- ✓ En brønnskrollhendelse ble registrert i DBR 13.11.2021 etter pumping ut av hullet til dyp der formasjonen strømmet tilbake 800 l/hr og 360 liter på 30 minutter, uten at BOP ble stengt. Det ble igangsatt utsirkulering med en "av-art" av Driller's metode, og slamvekt ble deretter økt fra 1.44 sg til 1.46 sg, ref. avvik 5.1.5.
- ✓ Blow-Out Preventer, som er en del av sekundærbarrieren, er trykktratet til 345 bar (5000 psi). Initielt reservoartrykk på HOD er tidligere oppgitt til +/- 450 bar. Den valgte BOP har ikke marginer til å ta scenariene «displacement to gas» og «bullhead kill» for et reservoartrykk på 450 bar, ref. forbedringspunkt 5.2.2.
- ✓ Under boreoperasjonen ble det kjent at målt reservoartrykk i 2/11 B-6 overstiger formasjonsstyrken ved 13 5/8" foringsrør sko.

Krav

Aktivitetsforskriften § 85 om brønnbarrierer, 1. og 2. ledd, med referanse til NORSOK D-010 Rev 5/2021 Tabell 15.

5.1.2 Manglende etterlevelse av interne krav til kvalifikasjon av formasjonsleire (creeping shale) som brønnbarriere element

Avvik

Det er ikke etterlevelse av interne krav til kvalifikasjon av den nye metoden slik at kravene til helse, miljø og sikkerhet blir ivaretatt.

Begrunnelse

Gjennomført kvalifikasjon og verifikasjon av brønnbarriereelementet formasjonsleire i overlageringen på HOD B viser at det ikke er tilstrekkelig etterlevelse av selskapets egne interne krav. Selskapets interne dokument "Shale as a barrier – Qualification report"; spesifiserer at; "trykktester vil bli utført i 2-3 brønner i ett spesifikt lag for nye felt for å etablere en "track record".

- ✓ Selskapet har valgt å ikke gjennomføre kvalifikasjon ved å ta en trykktest av formasjonsleiren på HOD B, da det er utført en test på Valhall.
 - Selskapet argumenterer med at formasjonene er tilnærmet like på Valhall og HOD B, og at det av den grunn ikke var nødvendig å trykkteste formasjonsleiren på HOD B. Formasjonene Lista, Sele, Balder og Våle som benyttes som brønnbarriereelement på HOD B er derimot ikke kvalifisert med trykktest på Valhall.

- Formasjonen "Våle" er ikke til stede i flere av brønnene på Valhall pga geologisk erosjon, mens den er påtruffet i flere av brønnene på HOD B, noe som indikerer at det er ulikheter i de geologiske formasjonslagene mellom de to feltene.
- ✓ En trykktest av et valgt intervall i overlagingen på Valhall feltet tilsvarer nødvendigvis ikke overlagingen i HOD B, brønn B-6, da reservoartrykk i B-6 er påvist høyere enn Valhall feltet. Det er også tatt i bruk kortere intervaller av formasjonsleiren på HOD B enn de som er kvalifisert gjennom trykktest på Valhall, ref. avvik 5.1.3.
- ✓ Etter utførte formasjonsloggerresultater i brønn B-6 på HOD B før boring av reservoarseksjonen, var det ikke tilfredsstillende isolasjon bak produksjonsforingsrør. Selskapet valgte å bore reservoarseksjonen basert på en utført FIT til forventet reservoartrykk, og prognosert fremtidig kryp av formasjonsleiren, som igjen var basert på ekstrapolering av data fra Valhall feltet.
- ✓ Tilsvarende ekstrapolering ble benyttet for fremtidig isolasjon bak produksjonsforingsrør og bekrefter dermed manglende verifikasjon av formasjonsleiren for produksjonsfasen, ref. forbedringspunkt 5.2.1.
- ✓ Ved bruk av formasjonsleire er det i tillegg påvist manglende kvalifikasjon av kortere intervaller enn 30 meter sammenhengende lengder av formasjonsleiren, ref. avvik 5.1.3.
- ✓ Selskapet har ikke fulgt egne interne krav om å etablere en "track record" for kvalifikasjon av formasjonsleiren, som er definert som en dokumentert oversikt over konsistente oppnådde operasjonelle resultater, som overstiger eller er bedre enn forventningene. En "track record" er kvalifisert der det er utført minimum 3 suksessfulle operasjonelle resultater under samme parametre/brønnforhold (Norsok D-010 Rev 5/2021).

Krav

Innretningsforskriften § 9 om kvalifisering av ny teknologi og nye metoder, 2. ledd, jamfør innretningsforskriften § 48 om brønnbarrierer 6. ledd

5.1.3 Manglende kvalifikasjon av korte intervaller av formasjonsleiren

Avvik

Det er manglende kvalifisering eller prøving av kortere intervaller av formasjonsleiren enn valgte normative referanse, slik at det ikke kan demonstreres at gjeldende regelverkskrav kan oppfylles ved bruk av den nye metoden.

Begrunnelse

AkerBP har i sitt styrende dokument; "Technical requirements for Zonal isolation" tillatt bruk av 2 meter sement lengder versus krav om 30 meter sammenhengende lengder

i Norsok D-010 Rev5/2021, med referanse til: "Each section in the cumulative interval shall not be less than 2 m MD".

- ✓ For bruk av formasjonsleire som et alternativt brønnbarriereelement er det derimot ikke spesifisert bruk av så korte lengder som 2 meter.
- ✓ I selskapets styrende dokument; "Technical Requirements for Zonal Isolation"; åpnes det opp for bruk av mindre sementlengder/formasjonslengder, når en risikovurdering utføres og dokumenteres, og en bransje akseptert risikobasert metodikk som for eksempel lekkasjekalkulator understøtter eller bekrefter valget.
- ✓ Etter endt boring av reservoarseksjon i brønn B-6 ble det foretatt en formasjonsbondlogg av isolasjonen i ringrommet bak produksjonsforingsrør.
- ✓ Det ble påvist totalt 22 meter (7 m +8 m+7 m) med kumulativ formasjonsbond over et intervall på 1834 meter.
- ✓ "Stacking" av korte intervaller av formasjonsleire er nytt på norsk sokkel, og det er manglende dokumentasjon på ytelsen til de korte intervallene. Det normative kravet i Norsok D-010 Rev 5/2021 er 60 m kontinuerlig formasjonsbond for å etterkomme kravet for et kritisk (kombinert primær og sekundær) barriereelement mot reservoaret.
- ✓ Ved bruk av mindre sammenhengende lengder, som 2 –7 meter, er det ikke vist til en egen kvalifikasjonsprosess med tilhørende risikovurdering og dokumentasjon for de korte lengdene eller intervallene av formasjonsleiren.
- ✓ Ved overlevering av brønner til den operasjonelle driftsfasen er det ikke verifisert at gjeldende norm etterleves, ref. 5.1.3.

Krav

Innretningsforskriften § 9 om kvalifisering av ny teknologi og nye metoder, 1. og 2. ledd, jamfør innretningsforskriften § 48 om brønnbarrierer, 6. ledd og aktivitetsforskriften §85 om brønnbarrierer, 1. ledd

5.1.4 Manglende oppfølging av beslutningsunderlag og beslutningskriterier for operasjonelle endringer

Avvik

Beslutninger som skal sikre at den ansvarlige har allsidig og tilstrekkelig belyst problemstillinger som angår helse, miljø og sikkerhet, er manglende vurdert underveis i boreoperasjonen i brønn B-6.

Begrunnelse

Ved påtrufne endringer i den operasjonelle planen for brønn B-6 er det ikke utført en tilstrekkelig vurdering av endringene, gjennom dokumentasjon av endringsledelse (MOC) med tilhørende risikovurdering for følgende tilfeller;

- ✓ Boring av reservoarseksjonen uten en tilfredsstillende verifikasjon av isolasjon bak produksjonsforingsrør og tilhørende risikovurdering for krysstrømning

mellom reservoarseksjonen og SOI7 (Miocene), med tilhørende risiko for oppsprekking av 13 5/8" foringsrørsko i brønn B-6.

- ✓ Dokumentert FIT ved produksjonsforingsrør under reservoarboringen i brønn B-6 overstiges under boringen med både ECD og slamvekt.
- ✓ Mangelfull risikovurdering av 5 K BOP trykk-klasse ved høyere reservoartrykk i brønn B-6 enn prognosert (Worst case trykk oppgitt til 450 bar)
- ✓ Kvalifikasjonstest av formasjonsleiren på Valhall målt opp mot manglende trykktest på HOD B saddle basert på høyere poretrykk i reservoaret enn prognosert.

Det er i dokumentet "Project change log" kun dokumentert en (1) endring under og etter boring av brønn B-6. Denne endringen omfatter produksjonsfasen, og flytting av sekundærbarrieren til produksjonsforingsrør.

Krav

Styringsforskriften § 11 om beslutningsunderlag og beslutningskriterier, jamfør aktivitetsforskriften § 85 om brønnbarrierer, 1.ledd, jamfør veiledningen med referanse til NOROK D-010 Rev 5/2021 5.7.2 Management of Change (MOC).

5.1.5 Manglende melding ved potensielle fare- og ulykkessituasjoner

Avvik

Operatøren har ikke gitt enkeltvis skriftlig melding til Petroleumstilsynet første arbeidsdag etter brønnkontrollhendelse under boring av reservoarseksjonen i brønn B-6 på HOD B.

Begrunnelse

Det ble dokumentert en brønnkontrollhendelse i systemet for Daglige Borerapporter (DBR) i reservoarseksjonen i brønn 2/11 B-6 den 13.11.2021, der formasjonen strømmet tilbake 800 l/hr og 360 liter på 30 minutter uten at BOP ble stengt.

Slammet (primærbarrieren) ble veid opp to punkter fra 1.44 sg til 1.46 sg for å gjenvinne overbalanse i brønnen.

- ✓ Det ble igangsatt utsirkulering ved hjelp av en "av-art" av brønnkontrollmetoden "Driller's metode" uten at BOP ble rapportert stengt. Slamvekt ble deretter økt fra 1.44 sg til 1.46 sg under 2. sirkulasjon. Utført FIT ved produksjonsforingsrørsko var testet til 1.426 sg EMW.
 - Under intervjuer fremstår det som uklart hvorfor BOP ikke ble stengt.
 - "Well control ground rules" listet i brønnkontrollbrodokument er ikke fulgt.

Krav

Styringsforskriften § 29 om varsling av hendelser, 4. ledd, jamfør Norsk olje og gass retningslinje nr. 135 "Recommended guidelines for classification and categorisation of

well control incidents and well integrity incidents”, jamfør aktivitetsforskriften § 85 om brønnbarrierer 1. og 2. ledd.

5.1.6 Manglende oppfølging under overvåking av brønnprognosene under boring

Avvik

Bore- og brønndata som overvåkes og samles inn for å verifisere brønnprognosene, slik at det kan settes i verk nødvendige tiltak, og slik at boreprogrammet kan justeres om nødvendig, er mangelfullt fulgt opp under boreoperasjonen i brønn B-6.

Begrunnelse

- ✓ Det er dokumentert svekkelse av både sekundærbarrieren og primærbarrieren under boreoperasjonen i reservoarseksjonen i brønn B-06 på HOD B, og data som ble samlet inn er ikke tilstrekkelig registrert og behandlet internt i selskapet.
- ✓ Oppdatering av poretrykkskurven og tilhørende formasjonstrykk under boreoperasjonen i brønn B-06 er mangelfullt fulgt opp.
 - Ved prøving av formasjonens oppsprekingsstyrke bør det trykkprøves til maksimalt forventet trykk for brønnseksjonen, noe som ikke ble etterfulgt eller avviksbehandlet gjennom endringen av trykk i brønn B-6 ref. 5.1.1.
- ✓ Brønnprognosene under boring i overlageringen og ved innboring i topp Tor Fm. i reservoarseksjonen, der det var forventet depletet trykk med tilhørende lavere formasjonsgradient, er ikke oppdatert under boring av nye formasjoner for brønnene på HOD B Saddle.
 - Det er ikke foretatt kontinuerlige oppdatering av poretrykk, kollapskurve og formasjonsstyrke for boringen på HOD B Saddle.

Krav

Aktivitetsforskriften § 84 overvåking av brønnparametere, jamfør veiledningen med henvisning til Norsok D 010 Rev. 5/2021, kapittel 6.7.3.

5.2 Forbedringspunkt

5.2.1 Mangelfull mulighet for oppfølging av brønnbarrierer under produksjonsfasen

Forbedringspunkt

Brønnbarrierene er utformet slik at overvåkingen av formasjonsleiren er mangelfull i brønnenes levetid, da ytelsen til formasjonsleiren ikke kan verifiseres.

Begrunnelse

Brønndesignet for HOD B produksjonsbrønner er ikke tilrettelagt for å verifisere ytelsen av formasjonsleiren under den operasjonelle fasen. Brønnene har et

brønndesign med reduserte marginer med kun tre (3) foringsrør. For brønn 2/11 B-6 vil formasjonsleiren i ringrommet på utsiden av produksjonsforingsrør fungere som både primær- og sekundærbarriere mot reservoaret under produksjonsfasen. Ved bruk som både primær- og sekundærbarriere under produksjonsfasen er det krav til verifikasjon av sammenhengende 2 x 30 meter formasjonsleire bak produksjonsforingsrør, noe som ikke har blitt tilstrekkelig verifisert for brønn B-6 på HOD B.

- ✓ Manglende verifikasjon av 2 x 30 meter formasjonsleire er begrunnet ved hjelp av fremtidige prognoser og metoden ekstrapolering ref avvik 5.1.2. Ekstrapolering er en antakelse om hva som vil kunne inntreffe ved et senere tidspunkt basert på tidligere erfaring. Selskapet har her basert seg på data fra to verifikasjoner av formasjonsleiren som viser mindre sammenhengende lengder enn 2 x 30 meter.
- ✓ Produksjonsforingsrør med tilhørende formasjonsleire som isolasjon var planlagt som primærbarriere, mens 13 5/8" foringsrørsko med sement var planlagt som sekundærbarriere mot reservoaret. Faktisk målt reservoartrykk i 2/11 B-6 overstiger formasjonsstyrken ved 13 5/8" foringsrør sko.
 - ⊖ Ved lekkasje gjennom formasjonsleiren vil hydrokarbonene fra reservoaret migrere opp i overlagingen til den grunne sonen SO17 (Miocene) under 13 5/8" foringsrørsko, der det ikke er mulighet for overvåkning under brønnenes livsfase.
- ✓ Brønnbarrieretegningene (WBS) som overleveres til den operasjonelle fasen inkluderer ikke hvert enkelt brønnbarriereelement sammen med tilhørende testresultat, slik at en kan dokumentere og verifisere ytelsen til brønnbarrierene.
 - Formasjonsstyrken for formasjonsleiren som er inkludert i brønnbarrierekonvoluttene er ikke spesifisert.

Krav

Innretningsforskriften § 48 om brønnbarrierer, 1., 2. og 6. ledd, jamfør veiledningen med henvisning til NORSOK D-010 Rev 5/2021, jamfør aktivitetsforskriften § 85 om brønnbarrierer, 4. ledd, jamfør veiledningen med henvisning til NORSOK D-010 Rev 5/2021, 5.10, 9.2, 9.3, 9.6, 9.7 og 9.8 og NOG retningslinje 117.

5.2.2 Mangelfullt beslutningsunderlag og beslutningskriterier for valg av BOP

Forbedringspunkt

Før det ble truffet beslutning om valg av BOP (Blow-out preventer) er det usikkert om det er foretatt allsidige og tilstrekkelige vurderinger av problemstillinger som angår robuste marginer og konsekvenser for miljø og sikkerhet.

Begrunnelse

- ✓ Den valgte BOP har arbeidstrykk på 345 bar eller 5000 psi. Arbeidstrykket eller working Pressure (WP) overstiger ikke brønndesigntrykk (WDP) på 345 bar inkludert marginer for drepeoperasjon for brønnene på HOD B, med referanse til

NORSOK D-010 tabell 15.4 Drilling BOP. Annular BOP er trykktestet til 70% av WP og WDP som begge er på 345 bar. Med et målt reservoartrykk i brønn B-06 over 400 bar synes marginene å være marginale.

- ✓ Målt mot initielt poretrykk i HOD reservoaret på 450 bar og målt brønntrykk i brønn B-06 er valgte BOP med 345 bar trykkklasse ikke tilstrekkelig ved "displacement to gas" og påkrevd bullheading drepeoperasjon, og det er dermed ikke lagt til rette for marginer som sikrer robuste løsninger i alle potensielle brønnskrollscenarier.

Det ble opprettet et avvik i etterkant av boring av brønn B-6 for bruk av en alternativ intern trykkgradient for boring av reservoarseksjonen i de påfølgende brønnene; B-8, B-3, B-2 og B-9, på grunn av overstigning av BOP trykkklasse i de følgende brønnskroll belastnings case; - "displacement to gas" og "Bullhead kill".

Krav

Styringsforskriften § 11 om beslutningsunderlag og beslutningskriterier, 1. ledd jamfør aktivitetsforskriften § 85 om brønnbarrierer, 1. ledd

5.2.3 Mangelfull oppfølging av trening og øvelser innen brønnskroll

Forbedringspunkt

Aker BP har ikke sikret at det er utført nødvendig trening og øvelser knyttet til brønnskroll, og det er derfor usikkert om personellet er i stand til å håndtere feil, fare- og ulykkessituasjoner på en effektiv måte til enhver tid.

Begrunnelse

- ✓ Basert på det spesifikke risikobildet for boreoperasjoner på HOD B feltet med planlagt svekkelse av primærbarrieren under innboring i reservoaret, er det mangelfull oppfølging av trening og øvelser for relevante feltspesifikke brønnskrollscenarier.
- ✓ Under intervjuer fremkom det at det er i begrenset grad gjennomført øvelser på håndtering av planlagte brønnskrollhendelser, eksempelvis der relevant personell er involvert ved trening på håndtering av «u-tubing» eller "backflow" fra baksiden av produksjonsforingsrør med hydrokarboner eksponert.
- ✓ Attachment #3 - U-tube mitigation/Handling er en egen prosedyre for håndtering av "backflow" der risiko for hydrokarbon "influx" under forsøk på å forårsake kryp av formasjonsleiren er identifisert. Det er mangelfullt dokumentert trening på "influx" etter sirkulering av 2 x Bottoms-Up under eksempelvis flowcheck 8.11.2021.
- ✓ Under intervjuer fremkom det at egne interne hendelser og granskinger i liten grad blir anvendt som grunnlag for øvelser eller «table tops».
- ✓ Det er tidligere gitt avvik i 2019 for Valhall IP; Brønnskrolltrening og øvelser, med referanse til "Rapport etter tilsyn med planlegging og gjennomføring av

bore- og brønnoperasjoner på Valhall IP (aktivitet 054006016)" som synes mangelfullt overført for HOD B.

Krav

Aktivitetsforskriften § 23 om trening og øvelser, 1.ledd

6 Andre kommentarer

7 Deltakere fra oss

- ✓ Nina Ringøen, fagområdet boring- og brønnteologi (oppgaveleder)
- ✓ Camilla Fostenes, fagområdet boring- og brønnteologi
- ✓ Siv Adelheid Eeg, fagområdet boring og brønn
- ✓ Eigil Sørensen, fagområdet boring og brønn

8 Dokumenter

Følgende dokumenter ble benyttet under planleggingen og utføringen av tilsynet:

- ✓ Shale barrier qualification_Ptil June 2021.pdf
- ✓ PorePressure_updates_Hod_B_drilling.pdf
- ✓ Deviation for alternative internal pressure profile.pdf
- ✓ 232234 • Hod B Generic deviation to 51-000556 - Technical R • Synergi Life
- ✓ B-6 Project Change Log
- ✓ B-6 Risk Assessment Barrier Change
- ✓ U-tube mitigations B-6
- ✓ AS RUN - Barriers against SOI 7
- ✓ MINV BOP Risk Assessment VFN-VFW-HOD Rev 26-03-2021
- ✓ 8.6.2 Design Maximum Pressure
- ✓ 227863 • Hod B-3; Deviation to 51-000556 - Technical Requir • Synergi Life
- ✓ 232234 • Hod B Generic deviation to 51-000556 - Technical R • Synergi Life
- ✓ Technical Requirements for Zonal Isolation
- ✓ 02-4. Time Planner Hod B-6
- ✓ Hod B-6 Operation
- ✓ AkerBP_Hod_2_11-B-6_9_625in_9_875in_IS
CBL_14Nov2021_Interpretation_Report
- ✓ RAP 07 - Drill in with 9.625"x9.875" drilling
- ✓ RAP 06 - RIH with 9.625"x9.875" liner
- ✓ Well Control_Bridging_document_for_MINV_-_VAL-001607_-_REV_2
- ✓ Operational Bridging document Maersk Invincible at Hod B
- ✓ RAP 08 - Log 9.625" x 9.875" liner and 13.625" casing
- ✓ Shale as a barrier TQ Report_signed
- ✓ Oversendelsesmelding - Møtereferat 29062021 - Informasjonsmøte - Søknad om samtykke for bruk av Maersk Invincible til boring på Hod B
- ✓ Hod B8 16.5 Data Acq challenge

- ✓ 221045 • Hod B wells; Deviation to 51-000556 – Technical Re • Synergi Life
- ✓ 222845 • Generic Deviation for Reduced kick tolerance (2m3) • Synergi Life
- ✓ 223508 • Generic Deviation for Reduced kick tolerance (2m3) • Synergi Life
- ✓ 227021 • "Generic deviation related to the use of creeping • Synergi Life
- ✓ 05-2. Guideline for using Shale as Well Barrier Element for New Wells at Valhall
- ✓ 04-2. Note regarding all cement log interpretation reports
- ✓ 04-1. Extract from Synergi case 227021 verification of shale barriers
- ✓ 02-2. 2_11-B-6_Drilling_Programme
- ✓ 01-3. OC-RIG-MINV-HAL-PM-ABP-001
- ✓ 02-1. Hod B Drilling Programme_ for 2_11-B-5 and B-5 A – Signed
 - Orgchart_Hod B-5 Operation 03.06.21
 - Orgchart_Hod B Planning Team 9.11.21
- ✓ 02-3. Hod B-6 Risk and Opportunity Register Rev0.2
- ✓ 03-1.
AkerBP_Hod_2_11-B-5_9_625in_9_875in_13_625in_IS-CBL_05Oct2021_Interpretation_Report
- ✓ 03-2.
AkerBP_Hod_2_11-B-5_9_625in_9_875in_IS-CBL_15Oct2021_Interpretation_Report
- ✓ 03-3.
AkerBP_Hod_2_11-B-6_9_875in_9_625in_IS_CBL_06Nov2021_Interpretation_Report
- ✓ 05-1. Aker BP EAC Table 52 - Creeping Formation
- ✓ 06-1. Time dependent shale barrier Hod
- ✓ 10. Producer-AS RUN - Handover Completion to Production FINAL 24.11.2021
- ✓ B-5 AS RUN - Post completion work-AS RUN - Handover Completion to Production
- ✓ Presentasjon Tilsyn med HOD B - planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner 25.11.2021

Vedlegg A Oversikt over intervjuet personell