



Tilsynsrapport

Rapport	
Rapporttittel Oppgave 001532027 - rapport etter tilsyn med Johan Castberg om prosjektering og verifikasjon av sjøis mot skroget	Aktivitetsnummer 049316008

Gradering		
☒ Offentlig	☐ Begrenset	☐ Strengt fortrolig
☐ Unntatt offentlighet	☐ Fortrolig	

Involverte	
Hovedgruppe T-1	Oppgaveleder Arne Kvitrud
Deltakere i revisjonslaget Arne Kvitrud, Narve Oma, Audun Kristoffersen og Morten Langøy	Dato 12.6.2018

1 Innledning

Vi har ført tilsyn med vurderingene og analysene av sjøis, og tilhørende verifikasjoner av sjøis mot Johan Castberg FPSO.

Tilsynet ble varslet 5. mars 2018 og gjennomført i lokalene til Equinor på Fornebu 24. mai 2018 og hos Aker Solution på Sør Arena i Kristiansand 25. mai 2018.

2 Bakgrunn

Planen for utbygging og drift av Johan Castberg-feltet er under behandling. Johan Castberg-feltet vil bli det til nå mest nordlige produksjonsfeltet på norsk sokkel.

Statoil skrev i planen for utbygging og drift «*Sannsynlighet for forekomst av havis eller sammenstøt med isfjell er estimert å være svært lav, henholdsvis med en frekvens på 10^{-4} og 10^{-5} per år i Johan Castberg området. Produksjonsskipet er derfor dimensjonert for tradisjonelle åpent-vann parametere, men med en begrenset isforsterkning mot drivende havis. Numeriske beregninger, tank modelltester og vurdering av fullskala data tilsier at produksjonsskipet med tilhørende forankring og stigerørssystem er robust i lette til moderate isforhold.*» Det er første gang en skal dimensjonere for sjøis på norsk sokkel. Vi ønsket å få et innblikk i hvordan en har kommet fram til lastene, hvordan en har gjort styrkeanalysene og hvilke materialvalg som er gjort i aktuelle områder på skroget.

I 2016 ble det gjennomført et tilsyn med Statoil i forbindelse med valg av andre normer enn NORSOK for analyser av skroget på Johan Castberg FPSO. Vi ønsket også å følge opp noen av forbedringspunktene fra dette tilsynet.

3 Mål

Se til at prosjekteringen og tilhørende verifikasjonen av islastene på skroget er i samsvar med regelverket.

4 Resultat

Equinors forutsetning for sjøis var at sannsynligheten for kollisjon med sjøis var lavere enn 10^{-4} per år. En hadde likevel som et ALARP-tiltak lagt inn noen laster fra sjøis. Det var ikke planlagt å flytte innretningen dersom det kom sjøis, men å ha styrke til å motstå disse lastene, og om nødvendig tilkalle isbrytere som kunne bryte isen opp i mindre flak.

For isfjell var beregnet sannsynlighet funnet å være lavere enn 10^{-5} per år. En ville da ikke gjøre forsterkninger mot isfjellkollisjoner. Det var ikke planlagt å flytte innretningen dersom det kom isfjell, men om nødvendig tilkalle isbrytere som kunne taue isfjellene vekk.

Verifikasjonene av analysene ble utført av flere parter, der DNV GL hadde de mest omfattende arbeidsoppgavene.

5 Observasjoner

Vi opererer med to hovedkategorier av observasjoner:

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

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

Vi hadde samtaler med noen av de aktuelle partene, og gjorde noen stikkprøver i dokumentasjonen. Vi avdekket ikke avvik fra forskrifter. Vi har noen forbedringspunkter knyttet til kvalitetskontroller av analyser, verifikasjon av spesifikasjoner, sannsynligheten for sammenstøt med sjøis og isfjell, og kombinasjoner av sjøislaster med hydrostatisk trykk.

5.1 Forbedringspunkt

5.1.1 Kvalitetskontroller av analyser

Kvalitetskontrollen av sjøisanalysene til Aker Solution var ikke etterprøvbare.

Begrunnelse

Det ble funnet ved dokumentettersyn på tilsynet.

Det ble på standardanalyser brukt tilpassede sjekklister. For sjøisforsterkningene i høytrykksområdet for is, hvor ikke-lineære analyser var anvendt ble det bare brukt en svært overordnet sjekklister der en i hovedsak sjekket layouten på dokumentet.

Krav

Innretningsforskriften § 56 om bærende konstruksjoner og maritime systemer.

5.1.2 Verifikasjon av spesifikasjoner

Forbedringspunkt

Mangelfull verifikasjon av spesifikasjoner.

Begrunnelse

Equinor har valgt å erstatte henvisningen til NORSOK N-001 i veiledningen til innretningsforskriften (if) § 56, med henvisninger til standarden DNVGL-OS-C102 sammen med tilleggskrav fra Equinor for å dekke forskjellene til NORSOK. For materialer var det kun henvisning til standarder fra DNV GL, uten tilleggskrav. Bakgrunnen var en vurdering fra DNV GL, som konkluderte med at det ikke var nødvendig med tilleggskrav. Vurderingen fra DNV GL var ikke verifisert av Equinor. Vi gjorde én stikkprøve av anbefalingene til CTOD-testing i NORSOK M-101 punkt 5.3.1 *For welding of steels in all strength classes*, uten at Equinor kunne vise at CTOD- anbefalingene tilsvarte de i DNV GL-standardene.

Equinor hadde i funksjonsspesifikasjonen angitt sjøislaster som et trykk over en spesifisert del av skroget. Spesifiseringen bygget på en rekke forutsetning og tolkninger av dokumenter. Noen av forutsetningene var verifisert av ulike parter, men uten at det var tydelig. Konklusjonene og helheten som var angitt i funksjonsspesifikasjonen var ikke verifisert. Det var også uklart for oss hva som var grunnlaget for den spesifiserte utstrekningen av sjøisforsterket område.

Krav

Innretningsforskriften § 56 om bærende konstruksjoner og maritime systemer siste ledd om verifikasjon.

NORSOK N-001 punkt 5.2.2 Verification during the design phase, bokstav a).

Innretningsforskriften § 12 om materialer med tilhørende veiledning som viser til NORSOK M-101.

5.1.3 Sannsynligheten for sammenstøt med sjøis og isfjell

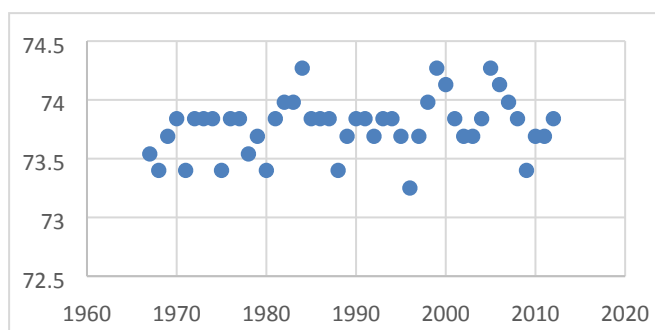
Forbedringspunkt

Grunnlaget for å ikke dimensjonere FPSOen for sjøis og isfjell etter if § 11 om «*dimensjonerende naturlaster med årlig sannsynlighet større enn eller lik 1×10^{-4}* », synes å være mangelfullt.

Begrunnelsen for sjøis

For sjøis er designforutsetningene basert på at det er lavere enn 10^{-4} årlig sannsynlighet for å få sjøis på Johan Castberg FPSO. En har så gjort en ALARP-vurdering, og lagt inn lokale forsterkninger mot sjøis. Designforutsetningen innebærer at om det likevel kommer sjøis, vil en bare være i marginal issone, der blant annet istykkelsen og styrken på sjøisen er begrenset i forhold til om en lå lengre inne i isen. Dersom hyppigheten for sjøis er større enn 10^{-4} årlig sannsynlighet, vil en kunne ende lengre inn i sjøisen med blant annet større istykkelser og høyere isstyrke.

a) Equinor opplyste at både de selv og DNV GL (som verifikatør) har brukt det samme datasettet fra Tromsø. Vi har fått tilsendt Equinors datasett med årsektremer for sjøisutbredelsene, som vi har plottet i figur 1.



Figur 1: Observerte maksimale årlige utbredelser av sjøisen nord for Johan Castbergfeltet, etter Equinors Excel-ark. Figuren har årstall på horisontalaksen og grader nord på vertikalaksen.

En har svært mange like verdier, spesielt på 73,9 grader nord. Det tyder på feil eller dårlig oppløsning av kartene, eller omtrentlige avlesninger. Dersom mange forskjellige avlesninger er avrundet til like verdier, undervurderes variansen, og det kan gi for lave ekstremverdiene.

b) Det er historiske observasjoner av sjøis vesentlig lengre sør enn Johan Castberg-feltet. Equinor mente at observasjonene ikke var relevante for dagens klima, og at det forutsatte at Vestisen og Østisen gikk sammen sør for Bjørnøya. Dette var igjen bare basert på vurderinger i en enkelt artikkel.

c) DNV GL anbefalte også i sin rapport til Statoil om Johan Castberg 25.11.2013: «*The occurrence of both sea ice and icebergs should be taken into account in the design of the relevant offshore installation, as a source of an environmental load in the design assessments of Accidental Limit States.*»

d) NORSOK N-003 figur 6 har sjøisgrenser for 10^{-4} årlig sannsynlighet som går lengre sør enn Johan Castberg-feltet.

Begrunnelsen for isfjell

For isfjell var det uten tiltak beregnet en kollisjonssannsynlighet lavere enn 10^{-5} per år. En vil ikke gjøre forsterkninger mot isfjellkollisjoner. Det var heller ikke planlagt å flytte innretningen dersom det kom isfjell, men om nødvendig ville en tilkalle isbrytere som kunne taue isfjellene vekk. Sannsynlighetsangivelsen er svært usikker ut fra at

a) det er historiske observasjoner av isfjell vesentlig lengre sør enn Johan Castberg-feltet, spesielt fra 1881.

b) DNV GL anbefalte 25.11.2013 i sin rapport til Statoil om Johan Castberg: «*The occurrence of both sea ice and icebergs should be taken into account in the design of the relevant offshore installation, as a source of an environmental load in the design assessments of Accidental Limit States.*»

c) NORSOK N-003 figur 7 har grenser for kollisjon med isfjell med årlig sannsynlighet på 10^{-4} som går lengre sør.

Krav

Innretningsforskriften § 11 om laster, lastvirkninger og motstand.
NORSOK N-003.

5.1.4 Kombinasjoner av sjøislaster med hydrostatisk trykk

Aker Solution hadde ikke tatt hensyn til kombinasjoner av sjøistrykk med hydrostatisk vanntrykk mot skroget.

Begrunnelse

Det ble opplyst muntlig på tilsynet.

Krav

Innretningsforskriften § 56 om bærende konstruksjoner og maritime systemer.

6 Andre kommentarer

Sammenstøt med sjøis vil kunne føre til lavsyklusutmatting ved gjentatte sammenstøt. Det var ikke ivaretatt i analysene, jamfør veiledningen til if § 11 med henvisning til NORSOK N-003, NORSOK N-003 punkt 6.8.4 *Sea ice actions and action effects* med henvisning til ISO 19906, og ISO 19906 punkt 11.8 *Fatigue*.

Ved vårt tilsyn i 2016 fant vi ved stikkprøver at noen bestemmelser i NORSOK N-001 ikke er tilsvarende bestemmelsene i standarden DNVGL-OS-C102 eller i Statoils funksjonsspesifikasjon (PM050-PM5-052-015), deriblant «*Lastfaktorer for bølgelaster som skal brukes for andre formål enn dimensjoneringen av skroghjelken*». Det var knyttet til NORSOK N-001 punkt 6.2.2 *Conditions and special considerations* om bruk av lastfaktor på 1,3 på bølgelaster for trykk fra bølgeslag mot baug. Equinor kunne ikke vise hvordan dette var ivaretatt, men ville komme tilbake til oss om dette

Equinor hadde konkludert med at sjøis ikke kunne skade stigerørene. Det var basert på modellforsøk gjort i en istank i Hamburg. En fikk ikke i noen av testene sjøis under skroget, som kunne true stigerørene. Det var lagt til grunn Froude-skalerting av dimensjoner. Det forutsetter at en har store volum, og at de problemene en studerer ikke er påvirket av friksjons- eller viskøse effekter. Tykkelsen på sjøisen (0,63m i design) er liten i forhold til hoveddimensjonene på skroget og isflakene, og en må være sikre på at skalertingen er rett.¹ Equinor svarte at det er en del skalertingseffekter man ikke har kontroll på når det kommer til is, men at tettheten og oppdriftslastene har en kontroll på. Vi hadde ikke tid til å gå i detalj på dette.

7 Våre deltakere

Arne Kvitrud, Narve Oma, Audun Kristoffersen og Morten Langøy.

Vedlegg A Oversikt over intervjuet personell

¹ Se for eksempel Sören Ehlers (2015): "On the scalability of model-scale ice experiments." *Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering* 137.5..