

# Granskingsrapport

## Rapport

Rapporttittel  
Hydrokarbonlekkasje på Oseberg C 12.9.2008

Aktivitetsnummer  
001053007

## Gradering

- |                                               |                                    |                                            |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Offentlig | <input type="checkbox"/> Begrenset | <input type="checkbox"/> Strengt fortrolig |
| <input type="checkbox"/> Unntatt offentlighet | <input type="checkbox"/> Fortrolig |                                            |

## Sammendrag

I forbindelse med vedlikehold av en ventil oppstod det den 12.9.2008 kl. 1728 en hydrokarbonlekkasje (DFU01) på StatoilHydros innretning Oseberg C (OSC). Lekkasje oppstod i produksjonsmanifold-området. Initiell lekkasje er beregnet til 26 kg/s. Utløsende årsak var plutselig og utilsiktet åpning av testmanifoldventil inn mot trykløs testmanifold. Trykkslaget som oppstod rev av et 2" trykkutjevnrør mellom test- og produksjonsmanifold. Direkte årsak til trykksjokket er rask åpning av brønn C26 inn på trykløs testmanifold. Den styreblokken som ble satt inn, hadde "fail safe-posisjon" som åpnet ventilen, mens den styreblokken som ble tatt ut hadde en "fail safe-posisjon" som lukket ventilen. Dette medførte at når hydraulikk ble sluppet inn på styreblokken, åpnet den ventilen hurtig og utilsiktet.

## Involverte

Hovedgruppe  
T1 - StatoilHydro

Godkjent av / dato  
Mona Haugstøyl

Deltakere i granskingsgruppen  
Erik Hörnlund, Oddvar Øvestad, Odd Hagerup,  
Arne J. Thorsen

Granskingsleder  
Arne Johan Thorsen

## Innhold

|       |                                               |    |
|-------|-----------------------------------------------|----|
| 1     | Sammendrag .....                              | 2  |
| 2     | Innledning .....                              | 3  |
| 3     | Hendelsesforløp .....                         | 3  |
| 4     | Hendelsens potensial.....                     | 7  |
| 5     | Observasjoner .....                           | 7  |
| 5.1   | Avvik.....                                    | 7  |
| 5.1.1 | Utilstrekkelig kompetanse .....               | 7  |
| 5.1.2 | Manglende risikovurdering og -forståelse..... | 8  |
| 5.1.3 | Manglende instruksjoner .....                 | 8  |
| 5.1.4 | Mangelfull prosjektering .....                | 8  |
| 5.1.5 | Mangelfull beredskapstrening .....            | 9  |
| 5.2   | Barrierer som har fungert: .....              | 9  |
| 6     | Diskusjon omkring usikkerheter .....          | 9  |
| 7     | Vedlegg.....                                  | 10 |

## 1 Sammendrag

I forbindelse med vedlikehold av en ventil oppstod det den 12.9.2008 kl. 1728 en hydrokarbonlekkasje (DFU01) på StatoilHydros innretning Oseberg C (OSC).

Lekkasjen oppstod i produksjonsmanifold-området. Initiell lekkasje er beregnet til 26 kg/s.

Lekkasjen viste seg å komme fra et 2" rør som var slått løs fra 24" produksjonsmanifold. Det var et 2" hull i manifolden. Det var normal produksjon, ca 70 bar, i manifolden.

Det var en 2" trykkutjevningsslinje mellom produksjons- og testmanifold som ble slått løs. Denne linjen brukes for å utligne trykket mellom manifoldene når en brønn skal legges inn på en manifold som står med lavere trykk enn brønnen.

Ventilen fra brønn C26 inn på testmanifold var rapportert til ikke å fungere. Det var laget en arbeidsordre på å skifte hydrauliske styreblokker på ventilen. Ventilen er en avstengingsventil og hører ikke til nødavstengings- (NAS) eller prosessavstengings (PAS)-systemet, men er fjernstyrt fra kontrollrom.

Nye deler ble tatt ut fra lager. Etter at arbeidsområdet var klargjort, ble hydraulikk, både tur og retur, til ventilen stengt. Gamle hydrauliske styreblokker ble tatt ut. Det ble da konstatert at den delen i blokken med magnetventil var annerledes enn den nye. Magnetventilen stod på motsatt side. Det ble gjort noen undersøkelser for å finne ut om dette hadde noen betydning. Men siden delenummer var korrekt og det ikke var noen andre forskjeller enn magnetventilen ble det besluttet å montere den. Etter montasje skulle styreblokken fylles med hydraulikkolje for å sjekke for lekkasje. Det ble åpnet for hydraulikkolje og ventilen for brønn C26 åpnet i løpet av 1 sekund. Åpningen av brønnstrøm med 70 bar inn mot trykløs testmanifold, ga et trykksjokk i rørsystemet. Deler av testmanifolden har flyttet seg 10 – 15 cm. Dette trykksjokket er også årsaken til at trykkutjevningrøret røk ved sveis til produksjonsmanifold og førte til at det ble et 2" hull i produksjonsmanifolden.

Gassdeteksjon utløste automatisk nedstenging og deluge. Trykkavlasting ble startet. Mannskap uten beredskapsoppgaver mønstret til livbåt.

Nødavstenging, trykkavlasting, beredskap og mønstring gikk i henhold til plan.

Litt før kl.1930 var hydrokarbonlekkasjen bekreftet stanset og mannskapet ble sendt inn i boligkvarteret.

Det ble ingen personskader og det ble bare små materielle skader.

## **2 Innledning**

I forbindelse med vedlikehold av en ventil oppstod det den 12.9.2008 en hydrokarbonlekkasje (DFU01) på StatoilHydros innretning Oseberg C (OSC). Petroleumstilsynet (Ptil) besluttet 12.9.2008 å gjennomføre en egen gransking av hendelsen.

Granskingsgruppens sammensetning:

Arne J. Thorsen, granskingsleder  
Oddvar Øvestad  
Erik Hørnlund, offshore  
Odd Hagerup, oppfølging på land

Granskingsgruppen reiste ut til OSC 13.9.2008 og var på OSC kl. 1645. Ute på innretningen ble det gjennomført åstedsundersøkelser, undersøkelser på verksted, tester av utstyr både i felt og i sentralt kontrollrom (SKR), verifikasjoner og intervjuer. Gruppen forlot OSC 15.9.2008 kl. 1520.

Granskingsgruppens mandat gitt av tilsynskoordinator.

- 1) Klarlegge hendelsens omfang, forløp og potensial, og vurdere utløsende og bakenforliggende årsaker (herunder aldring) samt oppfølgingstiltak.
- 2) Vurdere beredskapsmessige, operasjonelle, tekniske og styringsmessige forhold knyttet til hendelsen.
- 3) Identifisere regelverksbrudd, anbefale videre oppfølging samt identifisere eventuelt behov for bruk av virkemidler
- 4) Rapportere status
- 5) Utarbeide granskingsrapport.

## **3 Hendelsesforløp**

Oseberg C kom i drift i desember 1991. Det produseres olje fra 18 brønner. Fra tre av brønnene sendes oljen gjennom en flerfase-rørledning til Oseberg feltsenter for prosessering. Det blir injisert vann i tre brønner og gass i fem brønner for å øke oljeutvinningen. Oljeproduksjonen er om lag 30 000 fat olje pr. dag. Oljen går gjennom et separasjonstog. Stabilisert olje sendes til Stureterminalen via Oseberg feltsenter. Oseberg C har samtidig boring og produksjon.

Brønnstrømmen fra den enkelte brønn kan sendes enten til testmanifolden eller produksjonsmanifolden plassert i brønnhodeområdet M30 (se fig 3.1).

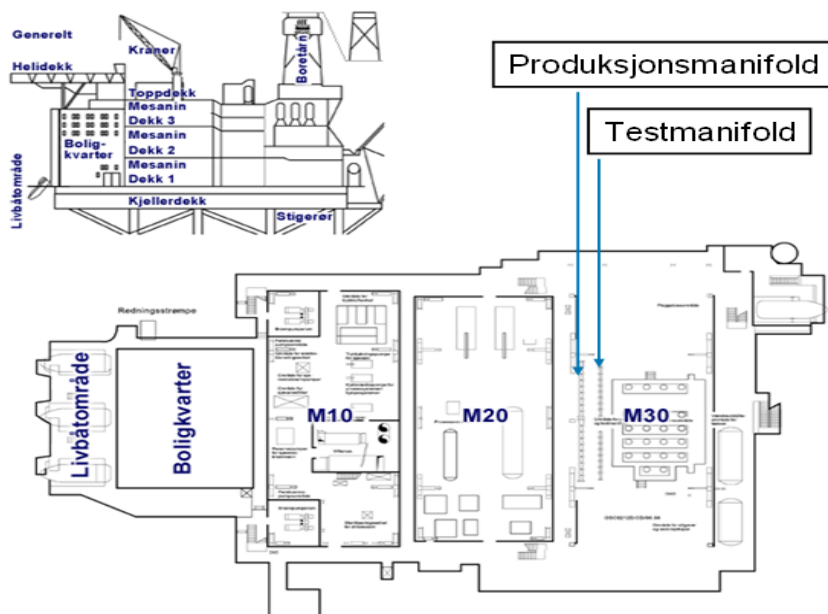


Fig. 3.1

Manifoldventiler stenger eller åpner for brønnstrømmen fra hver brønn inn på henholdsvis test- og produksjonsmanifolden, se fig. 3.2. Manifoldventilene er automatisk styrt slik at når den ene ventilen åpner, så stenger den andre (software interlock). Ventilene styres normalt fra sentralt kontrollrom (SKR).

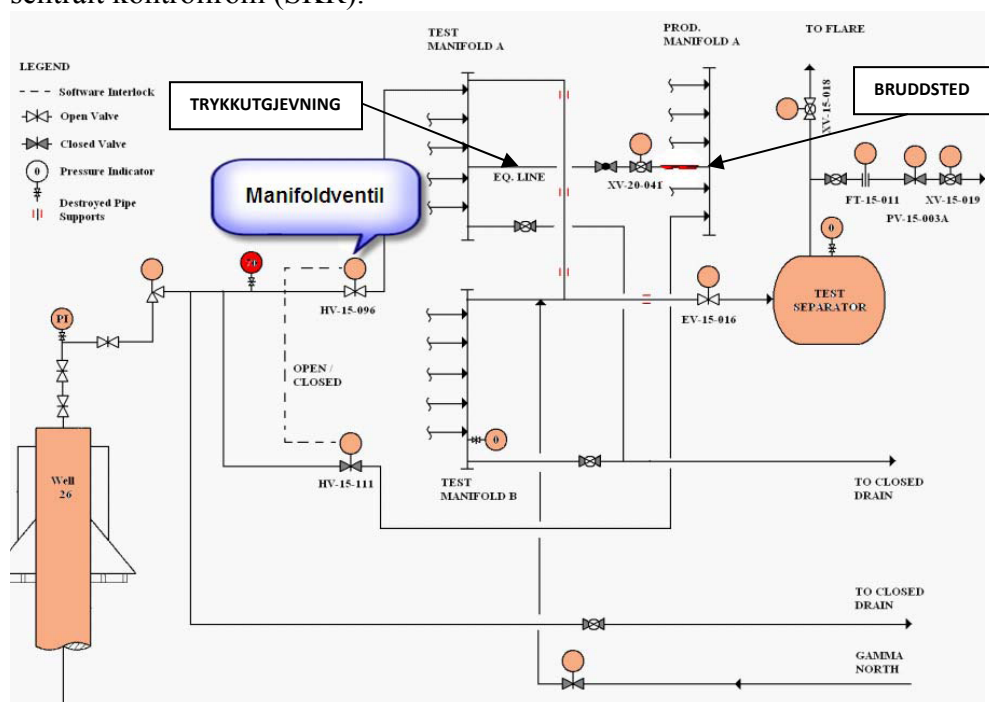


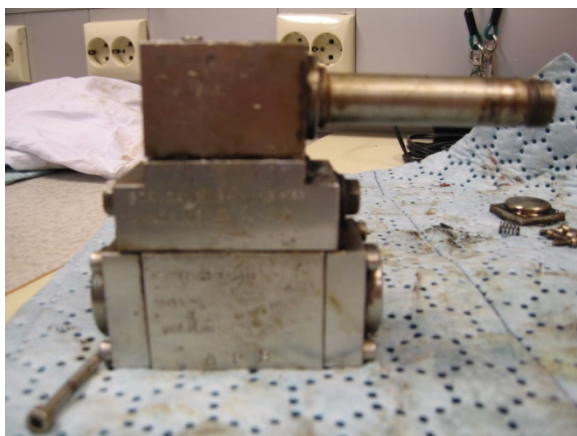
Fig 3.2

Mellom testmanifold og produksjonsmanifold går det en trykkutjevningsslinje. Denne brukes for å trykke opp testmanifolden før manifoldventilen åpnes. Dette for å unngå slitasje på manifoldventilen og trykkslag inn i testmanifolden. Manifold og rør er i 22 % krom duplex rustfritt stål.

I august 2008 ble det oppdaget at aktuatoren på 8" ventilen fra brønn C26, HV-15-096, inn på testmanifold, henger. Det ble laget en arbeidsordre som blir planlagt utført 12.9.2008. Jobben blir gjennomgått i arbeidstillatelses (AT)-møtet 11.9.2008. Der ble det satt krav til koordinering med arbeid som skulle foregå samtidig på testseparator med skifting av måleblende.

Arbeidet ble startet 12.9.2009 kl. 1630. To instrumentteknikere og en prosessoperatør var involvert i arbeidet. Det var normal produksjon i anlegget. Testmanifold og nedstrøms systemer var trykkavlastet, men ikke drenert. Det var da 70 bar på oppstrømssiden og 0 bar på nedstrømssiden av manifoldventilen, HV-15-096. På testseparatoren foregikk det utskifting av en måleblende. Reparasjonen skulle koordineres mot utskiftingen av blenden.

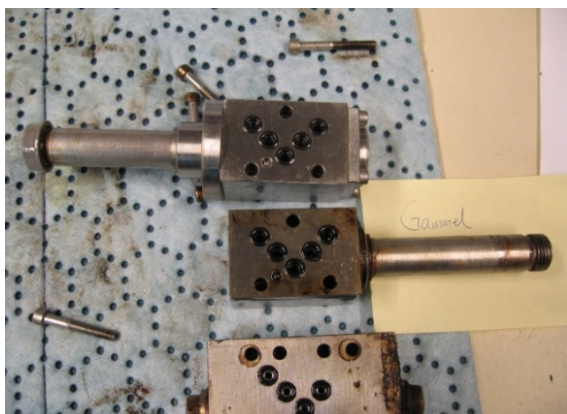
Hydraulisk styreblokk som skal settes inn, er tatt ut fra lager. Det elektriske styresignalet isoleres og tur og retur for hydraulikkolje stenges til manifoldventilen. Hydraulisk styreblokk, se bilde 1 og 2, demonteres fra manifoldventilen. Det oppdages da at styreventilen er speilvendt av den som er tatt ut fra lager, se bilde 3, og det startes undersøkelser for å finne ut om delen kan brukes, uten å ta kontakt med fagleder. Det er ikke mulig å flytte solenoiden over på den andre siden av blokken. Det er heller ikke mulig å snu hydraulikkblokken. Den kan bare monteres en vei dersom hydraulikkoljen skal strømme gjennom blokkene. Ute i felt blir de andre manifoldventilene undersøkt, og det konkluderes med at den hydrauliske styreventilen peker både opp og ned, se bilde 4. (I ettertid viser det seg at det ikke ble tatt hensyn til at det hydrauliske systemet var montert på andre siden av monteringsplaten og at styreventilen derfor stod samme vei.) Basert på dette blir det besluttet å sette inn den hydrauliske styreventilen.



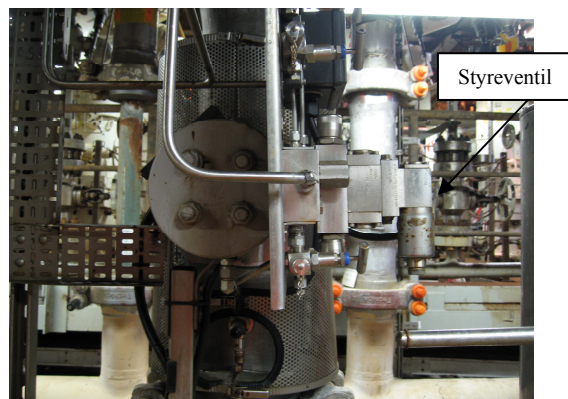
Bilde 1, hydraulisk styreblokk



Bilde 2, hydraulisk styreblokk - demontert



Bilde 3, ny og gammel hydraulisk styreventil



Bilde 4, hydraulisk system montert på ventilen

Hydraulikkblokken ble remontert og satt på plass igjen. Hydraulikk, tur og retur, ble koblet til. For å lekkasjeteste hydraulikkblokken åpnet prosessoperatør tur-linjen på hydraulikkoljen. Siden hydraulikksystemet er drenert og fullt av luft, virker ikke hastighetsreguleringen og manifoldventilen åpnet hurtig og utilsiktet. Det oppsto et trykkslag i testmanifolden og et 2" trykkutjevnrør ble revet av på produksjonsmanifolden. De tre involverte rømmer til sikkert område. Produksjonen stenges raskt ned og trykkavlastes på grunn av gassdeteksjon. Den initielle lekkasjeraten ble beregnet til 26 kg/s. Det detekteres gass i luftinntaket til hjelpeutstørsområdet. Dette medfører nedstenging av hovedkraft og nødkraft, NAS1.

### Beredskap

Mønstring gikk i henhold til plan bortsett fra rapportering fra kontrollrom. Dette hadde sin årsak i at tennkildeutkoblingen koblet ut strømmen fra kontrollnodene ute i anlegget. Skjermene ble da svarte og de vanlige kildene til informasjon forsvant. NAS og brann- og gasspanelene var fortsatt operative. NAS1 medfører tap av vanlig telefonsamband og VHF må brukes til eksternt samband. Dette er i henhold til design, men kom overraskende på kontrollromsoperatørene. De hadde ikke trent på dette scenarioet. Dette medførte at meldinger om mannskapsoversikt (POB) ble liggende for lenge i SKR.

## **Varsling**

Ptil ble varslet første gang om hendelsen 12.9.2008 kl. 1805. Det ble da varslet om en liten gasslekkasje. Senere samme kveld, kl. 2104, ble varselet endret til stor gasslekkasje, mer enn 10 kg/s.

Ved NAS1 ble hovedkraft koblet ut og dermed også telefonen. Dette gjorde informasjonsflyten til land vanskelig.

## **Direkte utløsende årsak**

Direkte årsak til trykksjokket er rask åpning av brønn C26 inn på trykløs testmanifold. Den styreblokken som ble satt inn, hadde "fail safe-posisjon" som åpnet ventilen, mens den styreblokken som ble tatt ut hadde en "fail safe-posisjon" som lukket ventilen. Dette medførte at når hydraulikk ble sluppet inn på styreblokken, åpnet den ventilen hurtig og utilsiktet. Dette ble senere verifisert med tester fra kontrollrom. Når kontrollrom ga åpnesignal, stengte ventilen og motsatt.

## **Bakenforliggende årsaker**

Feil del ble liggende på lager etter en modifikasjon som ble gjort i ferdigstillingsfasen. Delen hadde rett delenummer bortsett fra en bokstav.

Det ble ikke gjort tilstrekkelige risikovurderinger i forbindelse med planlegging av arbeidet.

De utførende hadde ikke tilstrekkelig kompetanse om hydraulikkanlegg.

## **4 Hendelsens potensial**

Faktisk konsekvens

Hydrokarbonlekkasje med initiell lekkasjerate på 26 kg/s. Totalt hydrokarbonmengde er estimert til 1500 kg. Det var ingen personskader og små materielle skader.

Potensiell konsekvens

Ved en eventuell antenning og etterfølgende eksplosjon og brann er det antatt at de materielle skadene ikke ville ha blitt alvorlige. Eskalering av hendelsen er lite sannsynlig. Det var ikke sannsynlig at innretningens integritet vil være i fare.

Det oppholdt seg fire personer i området. Ved en eksplosjon ville disse ha omkommet.

## **5 Observasjoner**

### **5.1 Avvik**

#### **5.1.1 Mangelfull kompetanse**

Det var mangelfull kompetanse og utilstrekkelig praktisk erfaring hos personell som arbeider med hydraulikk systemer.

Begrunnelse:

- utførende sier i intervju at de ikke har fått tilleggsutdanning/kurs i hydraulikk
- utførende forsto ikke betydningen av at solenoid stod på motsatt side
- det var ikke gjennomført spyling (flushing) og lufting av hydraulikksystemet før lekkasjetesting

- tur-ventil ble åpnet uten at retur-ventil var åpnet
- flere av hydraulikkblokkene bar spor av tøff behandling, slagmerker, fra notification 11290240, sitat: Ventilblokk bærer preg av mange og harde ”tekniske-dunk”

*Krav:*

*styringsforskriften § 11 om bemanning og kompetanse*  
*aktivitetsforskriften § 19 om kompetanse*

### **5.1.2 Manglende risikovurdering og -forståelse**

Det var mangelfull vurdering og forståelse av risiko ved gjennomføring av arbeidet.

Begrunnelse:

- ingen risikovurdering ved arbeid med ventil med 70 bar differensialtrykk, verken i AT-møtet eller ved selve utførelsen av arbeidet
- konsekvens av rask åpning av ventil ble ikke vurdert
- ingen koordinering med arbeid på måleblende
- ikke konsultasjon med fagleder

*Krav:*

*aktivitetsforskriften §§ 27 om planlegging og 28 om tiltak ved utføring*

### **5.1.3 Manglende instruksjoner**

Det var manglende instruksjoner for arbeidet som skulle utføres.

Begrunnelse:

- under intervjuene kunne ingen svare på hva det ligger i ”å koordinere” jobbene
- ingen instruks for hvordan arbeid på hydraulikksystem skal utføres
- ingen instruks for arbeid på ventiler med differansetrykk

*Krav:*

*styringsforskriften § 10 om arbeidsprosesser*  
*aktivitetsforskriften § 22 om prosedyrer*

### **5.1.4 Mangelfull prosjektering**

I opprinnelig design ble det bare gjort vanlige pipe-stressanalyser av manifoldsystemet. Trykkutjevningrøret var ikke med i analysene.

En designendring i ferdigstillelsesfasen førte ikke til utskifting av ukorrekte deler.

Begrunnelse:

- det var ikke gjort tilstrekkelige trykkslagsberegninger for rørsystemet i prosjekteringen
- feil reservedel var knyttet mot hydraulikkutstyret

*Krav:*

*innretningsforskriften § 9 om anlegg, systemer og utstyr*

### 5.1.5 Mangelfull beredskapstrening

Det var ikke trent på senarioer med utfall av hovedkraft og dermed strøm til kontrollsystemet og telefon.

Begrunnelse:

- under intervju uttrykte kontrollromsoperatørene overraskelse over at det vanlige telefonsambandet forsvant og at skjermene ble svarte
- meldinger ble liggende for lenge i SKR ved registrering av POB

*Krav:*

*aktivitetsforskriften §§ 21 om trening og øvelser og 71 om kommunikasjon*

## 5.2 Barrierer som har fungert

Sikkerhetssystemer som gassdeteksjon, nødavstenging, brannvann, tennkildeutkobling og lignende har fungert som planlagt og hindret en eskalering av hendelsen.

## 6 Diskusjon omkring usikkerheter

### Konklusjon fra materialundersøkelser.

Fra foreliggende materialundersøkelse er det klart at brudd i dupleks flens fra 2" trykk-utgjevningslinje mellom produksjons- og testmanifold på Oseberg C har skjedd som følge av overbelastning. 45° bruddplan og observasjon av dimpler i alle deler av bruddflaten (på mikroskala; SEM-undersøkelse) bekrefter duktil overbelastning og belastningsretning i rent aksialt strekk.

Kjemisk analyse har bekreftet at materialet i flensen er i overensstemmelse med standard 22Cr dupleks rustfritt stål, trolig UNS S31803. Materialets mikrostruktur er normal og som forventet for smidd dupleks (austenitt – ferritt), og hardheten er også typisk for denne materialkvaliteten. Den generelle hardheten ligger i området 241 – 253 HV10. Nær bruddflaten observeres dog noe forhøyet hardhet (inntil 347 HV10), men dette tilskrives den arbeidsherding som materialet gjennomgår som følge av strekkbelastningen røret utsettes for under selve havariet, og er således normalt. Basert på deformasjon og avbøyning av dupleksmaterialets båndstruktur kan man antyde en viss grad av bruddinnsnøring i størrelsesorden 0,5 til 1,0 mm.

Undersøkelsene viser at flensforbindelsen har vært gjenstand for til dels kraftig sliping i tilknytning til sveisen mellom flens og hovedrør, og minste veggtykkelse er målt til å være 1,9 mm i klokkeposisjon 12 som følge av sliping. Tar man høyde for at bruddinnsnøringen har vært ca. 1 mm i denne posisjonen gir dette en opprinnelig veggtykkelse etter sliping på ca. 2,9 mm (mot nominelt 3,91 mm). Sveisemakroer i de ulike klokkeposisjonene viser dessuten at det er utført sveisereparasjon rundt hele omkretsen, men i særlig grad i klokken 12 posisjon, hvilket forklarer den utstrakte utvendige sliping i dette området.

Strekprøving indikerer relativt gode fasthetsverdier for materialet, med midlere flytegrense og strekkfasthet på henholdsvis 564 og 723 MPa. Basert på snittverdien mellom flytegrense og strekkfasthet, tilsier dette at minimum belastning under selve havariet har vært 316 kN (eller 354 kN basert på strekkfasthet alene), og dersom man også legger et anslått brudd-

tverrsnitt på 490 mm<sup>2</sup> til grunn. Siden bruddet har hatt en viss bruddinnsnøring vil trolig minimum bruddbelastning ha ligget et sted mellom 354 kN og 486 kN (sistnevnte basert på nominelt tverrsnitt på 672 mm<sup>2</sup> og veggtykkelse på 3,91 mm). For en gjennomsnittlig bruddinnsnøring på 0,75 mm vil minimum bruddbelastning bli på 386 kN, hvilket er en 20 % redusert lastkapasitet i forhold til nominelt tverrsnitt.

I tillegg til ren ekstern belastning bør det nevnes at man rent kvalitativt har hatt et spenningsbidrag fra sveise restspenninger/-tøyninger. For dupleks rustfrie stål ligger disse spenningene typisk oppimot flytegrensen og avtar som en tommelfingerregel ut til en lengde på 4 x veggtykkelsen (dvs. ca. 15 mm for WT 3,91 mm). I foreliggende tilfelle ligger bruddet typisk 2 – 7 mm fra sveis og derfor godt inne i sveisens restspenningsfelt.

## 7 Vedlegg

A: MTO hendelses- og årsaksanalyse.

B: Følgende dokumenter er lagt til grunn i granskingen:

- diverse tegninger
- arbeidstillatelse 9500477882, skifte hydraulisk blokk
- arbeidstillatelse 9500478122, rep måleblende test separator
- notification 11290240
- utskrifter fra beredskapslogg, hendelseslogg, SAP og kontrollrom
- L-OSC-15233, oppstart av oljebørner med trykkutjevning- og avblødningsmanifold

C: Oversikt over intervjuet personell

### Intervjuer på Oseberg C

| Navn                | Stilling         |
|---------------------|------------------|
| Per Svang           | automatiker      |
| Ture Mattson        | automatiker      |
| Trond Kvalander     | prosessoperatør  |
| Jan Wennerstrøm     | SKR-operatør     |
| Frode Ynnesdal      | SKR-operatør     |
| Oddbjørn Elvesæther | SKR-operatør     |
| John A. Sommersel   | fagansvarlig aut |
| Ove Halland         | driftsteamleder  |
| Henning Sandhåland  | plattformsjef    |