

Granskingsrapport

Rapport	
Aktivitetsnummer 001902023	lekkasje på Mongstad 8.11.2012

Gradering
<input type="checkbox"/> Strengt fortrolig

Sammendrag
<p>Under normal drift oppstod det den 8.11.2012 en kraftig damplekkasje på Mongstad. Ingen ble alvorlig skadet i hendelsen, og de materielle skadene var små. Hendelsen hadde imidlertid et stort skadepotensial, med fare for tap av flere liv. Et to tommer damprør revnet tvert av og store mengder overhettete damp og vann, beregnet til 16,9 kg/s, strømmet ut med stor hastighet. Dersom lekkasjen hadde oppstått noen timer senere kunne opp til fire personer blitt livstruende skadet/død. Den store utstrømningen av damp medførte en enormt sterk lyd som opplevdes meget smertefull av personene i nærheten av hendelsen.</p> <p>Lekkasjen oppstod på grunn av kraftig korrosjon under isolasjonen. I deler av bruddområdet på damprøret var det kun ca 0,5 mm godstykkelse igjen av en opprinnelig godstykkelse på 3,9 mm. Hovedårsaken til den kraftige korrosjonen utvendig på røret antas å skyldes at isolasjonen i lengre tid har blitt fuktig på grunn av korrodert og skadet utvendig metallkappe og at periodevis avblåsninger i damprøret har gitt optimale temperaturer for korrosjon. Det kan i tillegg ha vært lekkasje fra et dampvarmerør («steam tracing» rør).</p>

Involverte	
Godkjent av / dato Kjell Arild Anfinen/8.3.2013	
Granskingsleder Einar Ravnås	

.]

Innhold

1	Sammendrag	3
2	Innledning	3
3	Hendelsesforløp	5
3.1	Bakgrunn	5
3.1.1	Krakkeranlegg og damputskiller	5
3.1.2	Dampvarmerør	7
3.1.3	Overflateprogrammet – korrosjonsovervåking og utbedring ...	8
3.1.4	Inspeksjonsprogrammet	8
3.1.5	Designgrunnlag for damputskiller og avblåsningsrør.	9
3.2	Hendelsen den 8.11.2012	9
3.3	Driftspersonellets håndtering av hendelsen	10
3.3.1	Lekkasjestedet	10
3.3.2	Kontrollrommet	11
3.4	Varsling til myndighetene	11
3.5	Undersøkelser etter hendelsen	11
3.5.1	Befaring på åstedet	11
3.5.2	Undersøkelse av rør og brudd	13
4	Hendelsens potensial	13
4.1	Faktisk konsekvens	13
4.2	Potensiell konsekvens	13
5	Observasjoner	14
5.1	Avvik	14
5.1.1	Korrosjon under isolasjon	14
5.1.2	Rør og systemer som brukes eller opereres periodevis	15
5.1.3	Varsling til myndighetene	15
5.2	Forbedringspunkter:	16
5.2.1	Risikovurdering	16
5.2.2	Overflateprogrammet	16
5.2.3	Rørklasse og designkrav	16
5.2.4	Merking av ventiler og rør	17
5.2.5	Kommunikasjon med innsatspersonell i sterk støy	17
5.2.6	Rutiner og forståelse for overføring av sikkerhetsfunksjoner	17
5.3	Barrierer som har fungert:	18
6	Diskusjon omkring usikkerheter	18
7	Vedlegg	19

1 Sammendrag

Under normal drift oppstod det den 8.11.2012 en kraftig damplekkasje på Mongstad. Ingen ble alvorlig skadet i hendelsen, og de materielle skadene var små. Hendelsen hadde imidlertid et stort skadepotensial, med fare for tap av flere liv. Petroleumstilsynet (Ptil) besluttet 15.11.2012 å gjennomføre en egen gransking av hendelsen.

To dager tidligere - 6.11.2012 - ble det oppdaget en liten lekkasje ut av isolasjonen rundt et tommers avblåsningsrør som kommer fra bunnen av damputskilleren i krakkersystemet. Røret er i bruk 3-4 ganger i uken for å fjerne bunnfall i utskilleren. Avblåsningsrøret er isolert og oppvarmet av et tynt dampvarmerør (steam tracing rør) og man antok at lekkasjen kom fra dampvarmerøret. Utbedring av lekkasjer er rutinearbeid og ble påbegynt ved at man startet arbeidet med å sette opp et stillas under lekkasjestedet. Stillaset var nesten ferdig ved arbeidstidens slutt om ettermiddagen 7.11.2012. Tre personer arbeidet med å sette opp stillaset, to arbeidet vanligvis i høyden og én person arbeidet på bakkenivå. De to arbeiderne som arbeidet i høyden ville da ha hodet tett inntil lekkasjestedet hvis lekkasjen hadde oppstått mens de arbeidet med stillaset. Dersom lekkasjen hadde oppstått senere, under selve utbedringen av lekkasjen kunne opp til fire personer blitt livstruende skadet/død.

Selve lekkasjen oppstod brått kl 0545 den 8.11.2012. Damprøret revnet tvert av og store mengder damp, beregnet til 16,9 kg/s, strømmet ut med stor hastighet og dannet en stor dampsky i vindretningen, som var kraftig fra nordvest. Den store utstrømningen av damp medførte en enormt sterk lyd som opplevdes meget smertefull av de personene som var i nærheten. Kommunikasjon mellom personer i området og mellom uteoperatører og kontrollrom var omtrent umulig på grunn av lydnivået. Etter 12 min klarte man å isolere lekkasjepunktet ved at ventilen rett under damputskilleren ble stengt. Da hadde man allerede begynt å forberede nedstengning av anlegget.

Lekkasjen oppstod på grunn av kraftig korrosjon under isolasjonen. Metallkappen (mantling) var betydelig korrodert på store deler av røret og det var tydelige små hull. I deler av bruddområdet på damprøret var det kun ca 0,5 mm godstykkelse igjen av en opprinnelig godstykkelse på 3,9 mm. Innvendig i røret var det tilsynelatende lite korrosjon. Det var våt isolasjon rundt hele røret. Hovedårsaken til den kraftige korrosjonen utvendig på røret antas å skyldes at isolasjonen i lengre tid har blitt fuktig på grunn av korrodert og skadet utvendig metallkappe og at periodevis avblåsninger i damprøret har gitt optimale temperaturer for korrosjon. Det kan i tillegg ha vært lekkasje fra dampvarmerøret.

Det skadede røret har vært undersøkt ved Statoils materiallaboratorium på Rotvoll for å finne ut om det er utmatting som har utløst bruddet som følge av korrosjon og redusert veggtykkelse. Resultatene fra undersøkelsen viser at rørbruddet er et rent lastbrudd som følge av redusert veggtykkelse.

2 Innledning

Under normal drift oppstod det den 8.11.2012 en kraftig damplekkasje på Mongstad. Ingen ble alvorlig skadet i hendelsen, og de materielle skadene var små. Hendelsen hadde imidlertid et stort skadepotensial, med fare for tap av flere liv.

Petroleumstilsynet (Ptil) besluttet 15.11.2012 å gjennomføre en egen gransking av hendelsen.

Granskingsgruppens sammensetning:

Odd Hagerup, sjefingeniør, konstruksjonssikkerhet
Bryn A Kalberg, spesialrådgiver, beredskap
Einar Ravnås, sjefingeniør, prosessintegritet (granskingsleder)

Granskingsgruppen bygger sine vurderinger og analyser på:

- samtaler og intervjuer med involvert personell på Mongstad i tiden 19.-20.11.2012,
- verifikasjon på lekkasjestedet 19.11.2012,
- gjennomgang av dokumenter,
- Statoilnotat; generelt om skader fra vanndamp 14.12.2012,
- Statoilrapport; failure analysis of fractured pipe from D-1535 Mongstad (MAT - 2013001).
- Uttale fra bedriftsoverlege Mongstad i samband med hending av 8 november med ekstraordinær larm ved rørbrudd av 12.2.2013

Granskingsgruppens mandat:

1. Klarlegge hendelsens omfang og forløp
 - a. Kartlegge og vurdere sikkerhetsmessige og beredskapsmessige forhold.
2. Beskrive faktisk og potensiell konsekvens.
 - a. Påført skade på mennesker, materiell og miljø.
 - b. Vurdere hendelsens potensial for skade på mennesker, materiell og miljø.
3. Identifisere og beskrive observasjoner av utløsende og bakenforliggende årsaker
 - a. Observerte avvik fra krav, fremgangsmåter og prosedyrer.
 - b. Forbedringspunkter.
4. Diskutere og beskrive eventuelle usikkerheter/uklarheter.
5. Identifisere ev regelverksbrudd, anbefale videre oppfølging, samt foreslå bruk av virkemidler.
6. Utarbeide rapport og oversendelsesbrev i henhold til mal.
7. Sette tidsramme for gjennomføring av oppgaven.

Det ble bestemt at Ptils granskning ikke skulle gå i dybden med hensyn til å beskrive bakenforliggende årsaker og utarbeide MTO-diagram. Vi viser i denne sammenheng til Statoils interne granskning av hendelsen.

3 Hendelsesforløp

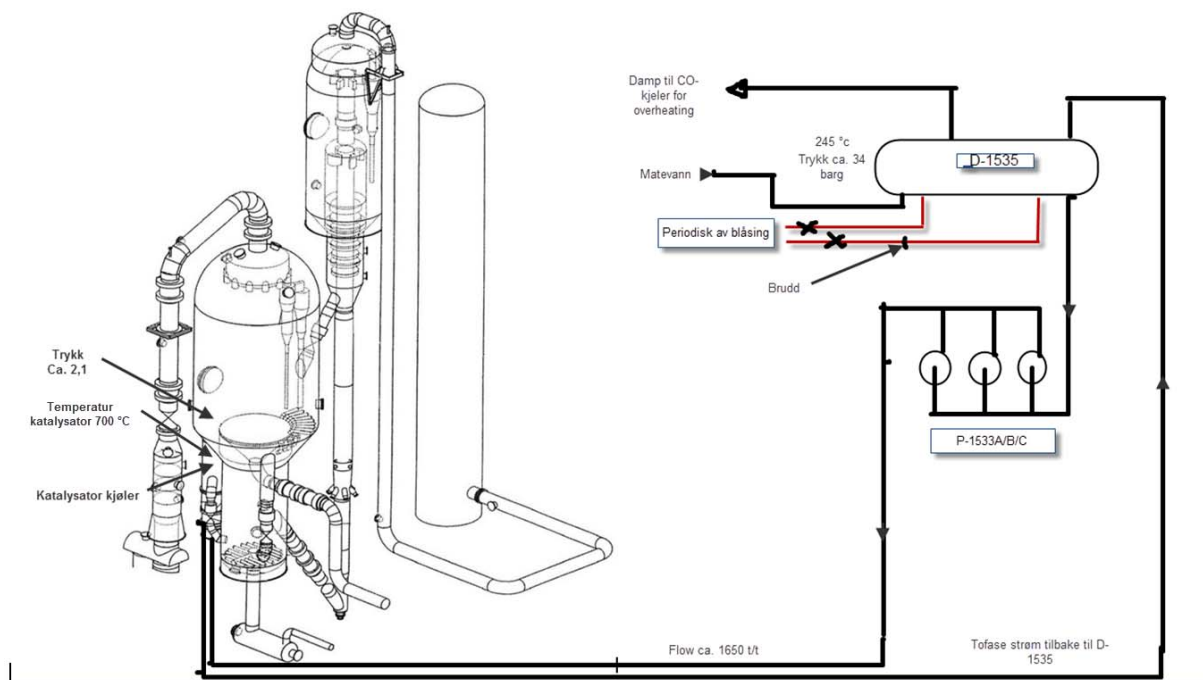
3.1 Bakgrunn

3.1.1 Krakkeranlegg og damputskiller



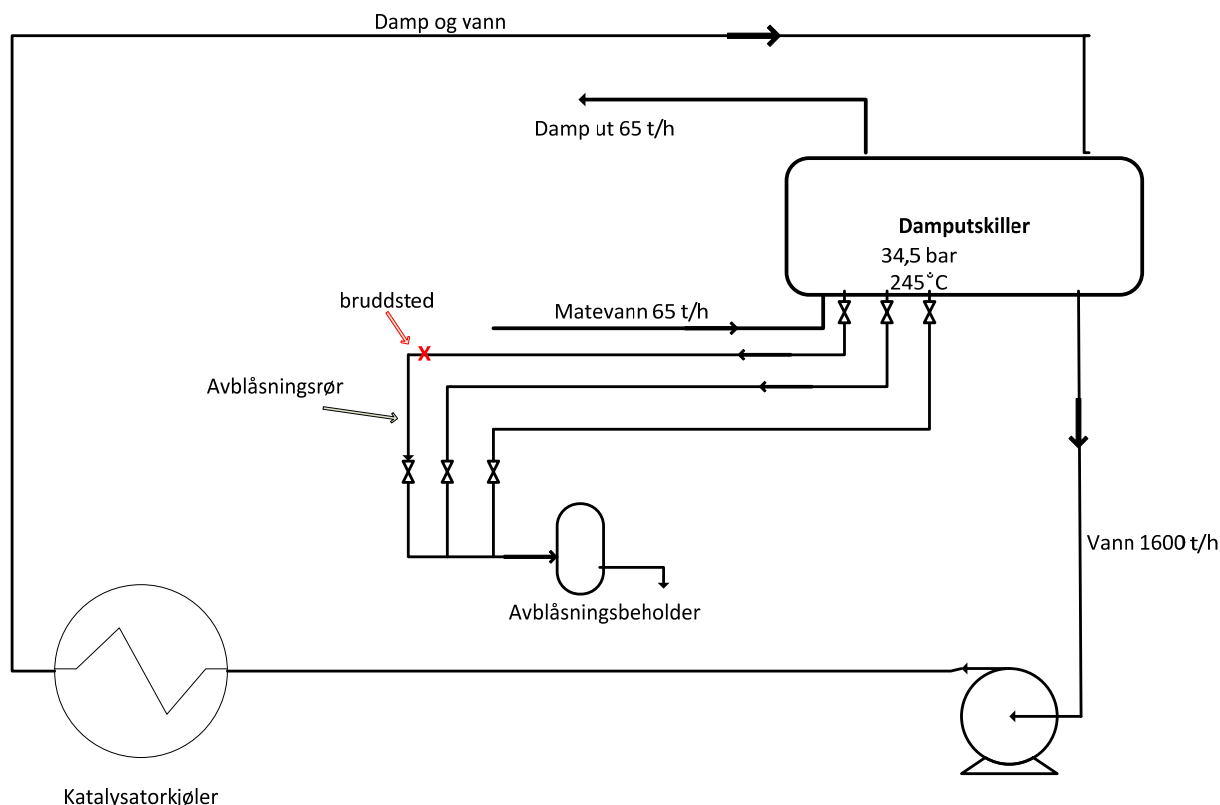
Bilde av Mongstadanlegget. Lekkasje oppstod i krakkeranlegget (rød pil)

Første trinn i Mongstadanlegget ble bygget i 1974, og utvidet og oppgradert i 1989 med blant annet installasjon av et krakkeranlegg. Krakkingprosessen foregår ved et trykk på 2,1 bar og temperatur på ca. 510 grader. I prosessen inngår en katalysatormasse for å splitte tyngre hydrokarboner til lettere hydrokarboner. Under prosessen dannes det koks i katalysatormassen og denne må brennes av i en egen regenerator ved en temperatur på ca 735 grader.



Figuren viser krakkeranlegget og regeneratoren til venstre hvor koksen brennes av og hvor det produseres damp. Damputskillingsprosessen vises i høyre del av figuren.

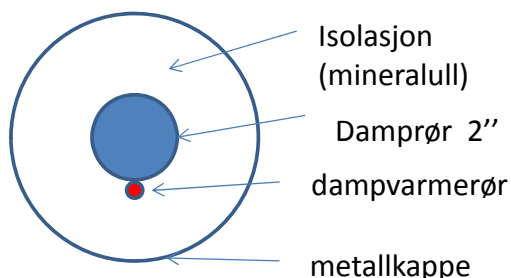
Under avbrenning dannes det overskuddsvarme. Massen kjøles ned med vann under høyt trykk og temperatur. Varmeoverføringen er så stor at vannet vil koke kraftig. Den delen av regeneratoren hvor varmevekslingen foregår, kalles for katalysatorkjøler i denne rapporten. En blanding av vann og damp (tofasestrøm) føres til en damputskiller hvor dampen skilles fra vannet. Dampen føres inn i anleggets dampsystem og vannet pumpes tilbake til krakkerkjøleren. Det er viktig at vannet er så rent som mulig og derfor blåses det av litt vann fra både vannoverflaten og bunnen i damputskiller for å fjerne belegg og uønskede partikler. Fra vannoverflaten foregår det en automatisk kontinuerlig avblåsning mens det fra bunnen blir blåst av manuelt 3 - 4 ganger i uken til en avblåsningsbeholder på bakkenivå. Hver avblåsning varer ca. 4 sekunder.



Det er to ventiler på dette røret, én rett under damputskiller og én ved bakkenivå. Damputskilleren er plassert ca. 8 meter over bakkenivå. Den øverste ventilen står normalt åpen slik at det er konstant trykk i røret. Det er den nedre ventilen som brukes ved periodevis avblåsning. Røret er to tommer i diameter og er ført frem og tilbake under damputskilleren og er ca. 30 meter langt. Det var i dette avblåsningsrøret det oppstod lekkasje.

3.1.2 Dampvarmerør

For å unngå at vann innvendig i vannrør og dampør fryser til is om vinteren når det er kuldegrader, ligger et tynt dampvarmerør (ca 20 mm) inn til rørene for å holde dem varme når de ikke er i bruk. Dampen inne i røret har et trykk på ca 3,5 bar og temperatur på ca. 175 grader. Rørene er isolert med ca 5 cm isolasjon (vanligvis mineralull) og beskyttet med en metallkappe ytterst som skal beskytte mot fuktighetsinntrengning utenfra. Rørene er isolert for personellbeskyttelse, for å begrense varmetap og for å øke effekten fra dampvarmerøret.



Figuren viser et tverrsnitt av avblåsningsrøret,

På Mongstadanlegget brukes det mye dampvarmerør. Det er hyppige lekkasjer i disse systemene og dette gir store utfordringer med våt isolasjon og korrosjon under isolasjonen

(CUI). Vanlige lekkasjepunkter er i koblinger eller ved lokal korrosjon. Ofte er lekkasjene små, i form av dråper eller tynne stråler slik at det kan ta tid før de oppdages. Fuktighet og temperatur skaper gode forhold for utvendig korrosjon av rørene, slik at lekkasjene bør utbedres raskt. For å holde dette under kontroll arbeider tre personer fast med å utbedre lekkasjer. Lekkasjepunktene er ofte vanskelige å komme til. I mange tilfelle er man avhengig av at det blir satt opp stillas. Antall slike jobber er så vanlig at det er blitt rutinearbeid. Det var en slik arbeidsprosess som var satt i gang før hendelsen oppstod, da det ble antatt at lekkasjen kom fra et dampvarmerør og ikke selve damprøret. Denne type arbeid krever godkjent arbeidstillatelse (AT), men det blir ikke gjennomført sikker-jobb-analyse (SJA) for dette spesifikke arbeidet.

3.1.3 Overflateprogrammet – korrosjonsovervåking og utbedring

Overflatekorrosjon under isolasjonen på prosessutstyr og rør er en stor utfordring i bransjen. På Mongstad arbeides det kontinuerlig eller periodevis med å forebygge og å utbedre rustskader. Ved vanninntrenging gjennom svekket utvendig metallkappe skapes det gunstige forhold for usynlig korrosjon. Utbedring av skader er basert på inspeksjonsfunn og risikoanalyser (RBI risikobasert inspeksjonsprogram for stasjonert utstyr) og RIS (rørinspeksjon i Statoil) De systemene som har høyest risiko blir prioritert. Det vil si at prosessutstyr og hydrokarbonførende systemer blir prioritert høyere enn damp, vann og andre hjelpesystemer. I tillegg foretas det en prioritert områdevis utbedring for å øke effektiviteten.

Området hvor hendelsen skjedde var på planen for overflatevedlikehold, og var planlagt utbedret i 2013. (3 pakker gjenstår i rørgate med fullførelse før stans i 2014). Arbeidet har vært utført av innleid entreprenør som nå har sagt opp kontrakten, og Statoil er i ferd med å finne en erstatte. Områdeutbedringen har blitt forsinket i forhold til tidligere planer. I tillegg blir utstyret jevnlig overvåket og kontrollert ved planlagte intervaller for å holde kontroll på innvendig og utvendig korrosjon og veggykkelse for å sikre at utstyret opereres innenfor de grenser som fastsettes av regler, standarder og egne krav.

Røret som damplekkasjen oppstod i, hadde blitt kontrollert i den øverste enden i 2009, ved røntgen av stuss ut fra beholder og ved stikkprøver på rør (uten stillasbygging) og ble funnet å ligge innenfor akseptable grenser. Dessuten ble den nederste delen mot avløp skiftet, nedenfor avblåsningsventilen.

3.1.4 Inspeksjonsprogrammet

Det er utarbeidet inspeksjonsprogram basert på kritikalitet, risiko og konsekvenser for rør med benevnelse RIS. Dette skal nå overføres til et nytt program basert på Shell sitt RIS-program.

Grunnlaget for inspeksjonsprogrammet er analyser av korrosjonsforhold, kritikalitet og risikovurderinger. De grunnleggende analysene og vurderingene utføres av Mongstad med støtte fra andre enheter i selskapet. Basert på disse vurderingene utarbeides det inspeksjonsprogram av entreprenør med støtte av Statoil. Detaljerte programmer og utvelgelse av stikkprøver, omfang og avmerking på tegninger/P&ID foretas av entreprenør som også utfører inspeksjon.

Prioriteringen avgjøres av kritikalitet og sannsynlighet for korrosjon. Hydrokarbonsystem har høyest prioritet. Grunndata for analyser er designdata. Erfaringer og driftsdata er etter hvert tatt med ved oppdateringer av analyser og inspeksjonsprogram.

For at analysene skal være best mulig er det nødvendig med samarbeid mellom inspeksjon, prosess og drift for å kvalitetssikre data som benyttes.

I analysene for dampsystemet ble det benyttet designverdier som anga konstant høy temperatur og derved ingen fare for korrosjon fordi vann ville fordampe, rørveggen ville være tørr og faren for korrosjon være liten. Derved ble røret oversett. I etterkant av hendelsen viste det seg at de som hadde ansvar for å følge med i korrosjonsutvikling satt på uriktige driftsdata for dette røret. Det medførte at det ble antatt at røret var betydelig mindre korrosjonsutsatt enn det virkelig var. (Man antok 250 °C mens virkeligheten trolig er 20 – 60 °C, altså ideelt for korrosjon).

Ut fra hendelsen og ny informasjon utføres det nå ny risikovurdering basert på driftsparametre i tillegg til designdata, erfaring og oppdatering av inspeksjonsprogram for alle damp-/vannsystemer.

Bedre samarbeid/kommunikasjon mellom drift og teknisk personell er nødvendig for å oppnå en helhetlig forståelse hos de som utarbeider planer for risikobasert inspeksjon, herunder RIS. Materialet i dampvarmerøret synes ikke å ha vært vurdert med hensyn på korrosjon. Dette er AISI 316-stål som er utsatt for klorid spenningskorrosjon ved temperatur over ca. 60 °C når fuktighet er til stede sammen med klorider.

3.1.5 Designgrunnlag for damputskiller og avblåsningsrør.

Damputskilleren og krakkerkjøleren er definert som en del av krakkersystemet og er derfor designet etter prosesstandarder. Hovedhensikten med disse er å utnytte overskuddsvarme til å produsere damp og har samme funksjon og rolle som en dampkjel. Ved design av en vanlig dampkjel benyttes egne standarder (kjelstandard). For avblåsningsrøret hvor lekkasjen oppstod vil design etter kjelstandarder kreve en større materialtykkelse (6,2 mm) enn ved design etter prosesstandard (3,9 mm). Tykkelsesforskjellen kan være tilstrekkelig til at tidspunktet for brudd kunne blitt utsatt til etter at utbedringer via overflateprogrammet (korrosjon under isolasjon) hadde blitt gjennomført i dette området.

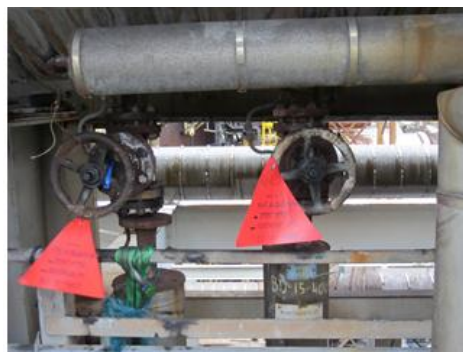
3.2 Hendelsen den 8.11.2012

Den 6.11.2012 ble det oppdaget en liten lekkasje ut av isolasjonen rundt avblåsningsrøret som kommer fra bunnen av damputskiller. Denne brukes 3-4 ganger i uken for å fjerne bunnfall i utskilleren. Røret er utstyrt med dampvarmerør og isolert, og det dryppet varmt vann fra et punkt på kappen som omslutter røret, og man antok at lekkasjen kom fra dampvarmerøret. Isoleringen gjør at selve lekkasjepunktet ikke er synlig. Slike lekkasjer er meget vanlige og utbedring er rutinearbeid. Utbedring av lekkasjen ble påbegynt ved at man startet arbeidet med å sette opp et stillas under lekkasjestedet for å kunne komme til for å utbedre selve lekkasjen. Arbeidet med å sette opp stillas var nesten ferdig ved arbeidstidens slutt om ettermiddagen den 7.11.2012. Selve bæresystemet for stillaset var da satt opp, mens den øverste platingen skulle settes på plass og sikres neste dag. Det var tre personer som arbeidet med å sette opp stillaset, to arbeidet vanligvis i høyden og én person arbeidet på bakkenivå. De to arbeiderene som arbeidet i høyden ville da ha hodet tett inntil lekkasjestedet hvis lekkasjen hadde oppstått mens de arbeidet med stillaset.



Bruddsted

Øvre nivå på stillas



Ventilen til venstre ble stengt og lekkasjen stanset

Selve lekkasjen oppstod brått kl 05.45 den 8.11.2012. Damprøret revnet tvert av og store mengder damp (beregnet til 16,9 kg/s) strømmet med stor hastighet og dannet en stor dampsky nedstrøms i vindretningen, som var kraftig fra nordvest. Den store utstrømningen av damp medførte en enormt sterk lyd som opplevdes meget smertefull av de personene som var i nærheten. Kommunikasjon mellom personer i området og mellom uteoperatører og kontrollrom var omtrent umulig. Etter 12 min klarte man å isolere lekkasjepunktet ved at ventilen rett under damputskilleren ble stengt. Utslippet stoppet da umiddelbart og den uutholdelige støyen opphørte.

3.3 Driftspersonellets håndtering av hendelsen.

3.3.1 Lekkasjestedet

En av uteoperatørene var like i nærheten av lekkasjestedet da lekkasjen oppstod. Lyden av lekkasjen var så kraftig at han følte han ble slått rett i bakken og det var smertefullt å oppholde seg der. Det var ingen forvarsel før lekkasjen skjedde. Siden det ikke var noen gassdeteksjon antok han raskt at det var en damplekkasje og han startet arbeidet med å identifisere lekkasjekilden og muligheter for å stenge den av.

Assisterende driftsleder gikk umiddelbart ut i anlegget da han fikk melding om hendelsen. Han arbeidet sammen med uteoperatøren med å forsøke å finne lekkasjepunktet og stoppe lekkasjen. Selve utslippsstedet ble raskt identifisert og han forsøkte å følge røret oppstrøms for å finne ut hvor røret kom fra. Til tross for støyen klarte han å høre noen meldinger som kom fra kontrollromsoperatøren (paneloperatøren) slik at han ble klar over at væsknivået i damputskilleren var i ferd med å synke. Han var to ganger oppe på nivå med damputskilleren og siste gang begynte han å stenge og åpne avblåsningsventilene rett under damputskilleren for å høre om det ga utslag på lydnivået. Da han kom til den siste ventilen gikk støynivået fort ned og lekkasjen stoppet.

En uteoperatør fra område B-2 kom også til området. Han oppfattet raskt den vanskelige kommunikasjonssituasjonen, spesielt mellom kontrollromsoperatørene og driftspersonellet ute i området. Han brukte derfor sykkel for å fjerne seg 50 meter fra støyområdet og informerte paneloperatøren om situasjonen ute i lekkasjeområdet. Samtidig ble han selv informert om viktige alarmer og den generelle tilstanden i anlegget. Blant annet ble han informert om at vannivået sank i damputskilleren og at man forberedte å stenge ned anlegget. Dette forsøkte

han å viderefremidle til uteoperatør og assisterende driftsleder ved å sykle frem og tilbake flere ganger.

Innsatspersonellet, under ledelse av assisterende driftsleder, måtte selv vurdere egen sikkerhet og hvilke tiltak som skulle iverksettes. Forhold som ble vurdert var sannsynlighet for nye brudd, vindretning og mulige rømningsveier. Likevel utgjorde det høye støynivået en potensiell risiko ved at det var utfordrende å forholde seg rolig og tenke klart under disse forholdene.

Dampen spredde seg over et stort område og det var usikkert hvor og i hvilken avstand fra lekkasjestedet man kunne bevege seg trygt i dette området. Under hendelsen utgjorde dette ikke et stort problem da driftspersonellet beveget seg i området motvinds av lekkasjepunktet. Beregninger for spredning av damp er utført av Statoil etter hendelsen, jf vedlegg 1.

3.3.2 Kontrollrommet

Kontrollromsoperatørene ble raskt klar over at det var en hendelse med høyt støynivå. De klarte ikke å høre noe av det som ble meddelt fra driftspersonellet i lekkasjeområdet og de fikk ingen tilbakemelding om at utepersonellet hørte hva som ble meddelt fra kontrollrommet. Den syklende uteoperatøren bidro til å klargjøre situasjonen noe.

Etter hvert kom en rekke alarmer opp og kontrollromsoperatørene ble fort klar over at vannivået i damputskilleren sank selv om nytt fødevann strømmet inn. De la driftsbetingelsene noe om for å redusere kjølebehovet på krakkerkjøleren, men det var umulig å opprettholde nivået i damputskilleren. Signalene fra lavnivåbryterne ble overbroet (overridet) for å utsette automatisk nedstenging og for å sikre seg noe mer tid. Vannivået var veldig lavt og ble nøye overvåket, og de begynte å gjøre seg klar for å stenge ned. Før nedstengning ble initiert klarte driftspersonellet ute å stenge lekkasjen og kontrollromsoperatørene stabiliserte driften. En avstengning at avblåsningsrøret rett under damputskilleren hadde ingen kortvarige konsekvenser for fortsatt stabil drift.

3.4 Varsling til myndighetene

Hendelsen inntrådte torsdag 8.11.2012 kl 0545. Statoil sendte skriftlig melding til Ptil mandag 12.11.2012 kl 12.06. Ettersom alvorlige hendelser skal varsles per telefon, har ikke Ptil etablert noen ordning som kontinuerlig overvåker mottak av skriftlige meldinger. Meldingen fra Statoil Mongstad ble derfor oppfanget av Ptils beredskapsvakt først tirsdag 13.11.2012.

Under samtalene på Mongstad fikk vi klart inntrykk av at Statoil ledelse allerede i løpet av fredag 9.11.2012 forsto alvorligheten i hendelsen.

3.5 Undersøkelser etter hendelsen

3.5.1 Befaring på åstedet

Befaring på åstedet viste at avblåsningsrøret var revnet tvert av. Rett etter (nedstrøms) bruddstedet er røret ført i to 90 graders bend med ca 1 meter mellom hvert (se bilde). Den store utstrømningen ga reaksjonskrefter slik at røret svingte kraftig på seg og ble vridd. Det var tydelig at røret hadde slått kraftig mot to større dampør, men videre vridning ble stanset av en kraftig bærebjelke. Denne bjelken hindret trolig at nye brudd oppstod oppstrøms bruddstedet.



Røret oppstrøms bruddstedet har svingt til venstre og vridd seg kraftig



Damprøret nedstrøms bruddstedet viser kraftig korrosjon

Isolasjon og metallkappe var slengt ut over området. Det var generelt mye korrosjon rundt hele røromkretsen over et større område. Vanligvis forekommer lokal korrosjon som groper med påfølgende gjennomtæring og lekkasje i form av en stråle som resultat.

I deler av bruddområdet var det kun ca 0,1 mm godstykkelse igjen av en opprinnelig godstykkelse på 3,9 mm. Innvendig i røret var det tilsynelatende lite korrosjon. Dampvarmerøret var lite korrodert og lite skadet av hendelsen.

Metallkappen var kraftig korrodert på store deler av røret og det var tydelige hull. Det var våt isolasjon rundt hele røret. Hovedårsaken til den kraftige korrosjonen utvendig på røret i bruddområdet antas å skyldes at isolasjonen i lengre tid har blitt fuktig fra utsiden på grunn av korrodert og skadet utvendig metallkappe og at dampvarmerøret med periodevise avblåsninger har gitt optimale temperaturer for korrosjon.



Denne fliken av røret ble revet av og viser kraftig korrosjon



Rester av metallkappen ble kastet av røret

Vannlekkasjen som man trodde kom fra dampvarmerøret kan også ha kommet fra selve damprøret. Små hull i damprøret var synlig tett inntil bruddområdet. Sikker på dette kan man likevel ikke være. Hullene i damprøret kan ha oppstått under selve hendelsen. Denne type brudd i damprør på grunn av korrosjon er sjelden. Vanligvis forårsaker korrosjonen svekkelser i materialet og det oppstår små hull som gradvis blir større. Lekkasje blir derfor oftest oppdaget før større lekkasjer oppstår. I dette tilfellet må det ha oppstått en kraftig korrosjon konsentrert til et mindre område i hele omkretsen rundt røret. Det er likevel sannsynlig at lekkasjen har startet i et mindre område og at den har spredt seg umiddelbart på grunn av svekket materialtykkelse og at den siste delen har revnet på grunn av stor utstrømning og kraftige bevegelser.

3.5.2 Undersøkelse av rør og brudd

Skadet rør ble sendt til Statoils materiallaboratorium på Rotvoll for å finne ut om det er utmatting som har utløst bruddet som følge av redusert veggtykkelse eller korrosjon. Det ble også sendt deler av damprøret for undersøkelser. Resultatene fra undersøkelsen viser at rørbruddet er et rent lastbrudd som følge av redusert veggtykkelse jf vedlegg 2.

Materialet i dampvarmerørene er rustfritt stål av typen AISI 316 hvor det er funnet sprekker som skyldes klorid spenningskorrosjon. Ved temperaturer over ca 60 °C i kloridholdig miljø er dette materialet eksponert for spenningskorrosjon.

Mange små lekkasjer og kontinuerlige utbedringer på dampvarmerør viser at det må være et generelt problem med vannlekkasjer inne i isolasjonen. Saltholdig vann trenger inn og gir klorid spenningskorrosjon med lekkasje på dampvarmerør og generell korrosjon på karbonstålrør.

4 Hendelsens potensial

4.1 Faktisk konsekvens

Uteoperatør oppholdt seg like under lekkasjestedet da bruddet oppsto. Assisterende driftsleder og operatør fra B-2 kom til stedet. Til sammen ble 6 operatører identifisert for mulig eksponering for sterk støy. Hvor kraftig støyeksponeringen var, er ikke kjent. Disse 6 operatørene ble meldt inn til Mongstad BHT. Audiometri viser at 2 av 6 hadde endringer siden siste målinger ved Mongstad BHT. De 4 andre hadde ingen påviste terskelendringer, jf vedlegg 3.

De materielle skadene av hendelsen er ubetydelige, begrenset til skader på rør. Kontrollrommet klargjorde for nedstengning av hele anlegget, men lekkasjen ble stanset før nedstengning ble påbegynt. Det var ingen produksjonsstans og heller ikke tapt produksjon. Hendelsen førte ikke til skade på ytre miljø.

4.2 Potensiell konsekvens

Dersom lekkasjen hadde oppstått to timer senere ville arbeidet med bygging av stillas vært gjenopptatt. Røret kunne også ha brutt sammen dagen før da stillasarbeiderne var opptatt med å sette opp rammeverket for stillaset. I begge tilfellene ville to stillasarbeidere ha oppholdt seg oppe på stillaset og kunne blitt direkte eksponert for hendelsen. I tillegg ville en stillasarbeider oppholdt seg på bakkenivå, dvs i noe større avstand fra lekkasjepunktet.

Røret kunne brutt sammen etter at stillasarbeidene var avsluttet. Et kritisk tidspunkt ville da vært i forbindelse med klargjøring/godkjenning av start av avisolering. Under forutsetning av at røret ville blitt avisolert mens det var trykksatt, kunne i verste tilfellet inntil 4 personer blitt direkte eksponert av hendelsen (2 isolatører, 1 koordinator og 1 operatør).

Konsekvensene for personer som eventuelt hadde blitt direkte eksponert er i hovedsak:

- Forbrenning som følge av overhettete damp og vann
- Trykknenergi i ekspanderende vanndamp kunne gi direkte skade og mulig sekundær skade dersom person ble kastet ned av stillas.
- Truffet av løse rørbiter
- Hørselskade

Maksimalt antall personer som kunne blitt livstruende skadet/død anslås å være fire.

Potensialet for materielle tap var begrenset til produksjonstap knyttet til en eventuell nedkjøring av anlegget, samt de materielle skadene av hendelsen.

Potensialet for skader på det ytre miljø var neglisjerbart.

5 Observasjoner

Ptil's observasjoner deles generelt i tre kategorier:

- **Avvik:** I denne kategorien finnes observasjoner hvor Ptil mener det er brudd på regelverket.
- **Forbedringspunkt:** Knyttet til observasjoner hvor vi ser mangler, men ikke har nok opplysninger til å kunne påvise brudd på regelverket.
- **Overensstemmelse/barrierer som har fungert:** Benyttes ved påvist overensstemmelse med regelverket.

5.1 Avvik

5.1.1 Korrosjon under isolasjon

Avvik

System for kontroll med korrosjon under isolasjon er ikke ivaretatt på en fullverdig måte.

Begrunnelse

Det er stort fokus på korrosjon under isolasjon, likevel har systemet vært mangelfullt. Under intervjuene kom fram at dette skyldes bruk av feil data (temperatur) og feil vurderinger ved utarbeidelse av analyser for inspeksjonsprogram.

Det er utført inspeksjon ved stikkprøver i det aktuelle systemet på stussen under beholderen og ved utløpsrør (er skiftet) fra kondensbeholder ved bakkenivå. Dette utgjør ikke en fullverdig kontroll av røret.

Systemet for inspeksjonsoppfølging fanger ikke opp når analyser må revurderes og inspeksjonsprogram oppdateres. Vannsystem har vært klassifisert som system med lav risiko og derved ikke hatt høy nok prioritering. Opprinnelige analyser var basert på design data for trykk 36 bar og temperatur 250 °C. For isolerte rør med høy kontinuerlig temperatur er sannsynligheten for korrosjon under isolasjon vurdert som lav fordi inntrengt vann vil fordampe raskt og røroverflaten være tørr. Data for drift viser at røret har vært periodisk operert og har hatt en temperatur i området 20 – 60 °C. Driftsdata er ikke benyttet i korrosjonsvurderinger.

Utarbeidelse av program for stikkprøver og gjennomføring utføres av innleid entreprenør uten tilstrekkelig oppfølging av Statoilpersonell.

Tilstanden på mantling utenpå isolasjonen for damprørene er i meget dårlig forfatning. Sammen med tidligere erfaringer har ikke dette gitt et tydelig utslag på kontrollomfanget av korrosjon. Alle lekkasjene i dampvarmerør viser at det er et generelt problem med saltholdig vann som trenger inn i isolasjon og har gitt hyppig klorid spenningskorrosjon på rustfritt stål av typen AISI 304/316.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 50 om kompetanse.

Teknisk og operasjonell forskrift § 57 om overvåking og kontroll.

Styringsforskriften § 21 om oppfølging

5.1.2 Rør og systemer som brukes eller opereres periodevis**Avvik**

Korrosjonsoppfølging av rør og systemer som brukes periodevis og som dermed får vekslende temperatur, er ikke godt nok ivaretatt.

Begrunnelse

Ansvarlige for korrosjonsoppfølging hadde en gjennomgående forståelse av at rør som var knyttet til en trykkbeholder opererte med samme trykk og temperatur som røret var designet for.

Rør som opererer med en lavere temperatur enn designtemperatur kan bli utsatt for en mye kraftigere korrosjon.

Det var flere rør som ble operert på tilsvarende eller lignende måte som røret hvor lekkasjen oppstod.

Kort tid etter hendelsen oppstod det en mindre lekkasje i et hydrokarbonførende rør som også ble operert periodevis og med en lavere temperatur

Teknisk systemansvarlig og operasjonelt systemansvarlig hadde ingen tydelig felles systematikk for å avdekke feil av denne typen.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 50 om kompetanse.

Teknisk og operasjonell forskrift § 57 om overvåking og kontroll.

5.1.3 Varsling til myndighetene**Avvik:**

For sen varsling til Petroleumstilsynet ved den aktuelle fare- og ulykkessituasjonen.

Begrunnelse:

Fare- og ulykkessituasjoner som nevnt i styringsforskriften § 29 første ledd skal umiddelbart varsles per telefon til Petroleumstilsynet.

Hendelsen inntrådte torsdag 8.11.2012 kl 0545. Statoil sendte skriftlig melding til Ptil mandag 12.11.2012 kl 1206. Under samtalene på Mongstad fikk vi klart inntrykk av at Statoil ledelse allerede i løpet av fredag 9.11.2012 forsto alvorligheten i hendelsen.

Krav:

Styringsforskriften § 29 om varsling og melding til tilsynsmyndighetene av fare- og ulykkessituasjoner

5.2 Forbedringspunkter:

5.2.1 Risikovurdering

Forbedringspunkt

Risikovurdering ved reparasjon av damplekkasjer er mangelfull

Begrunnelse

Under intervjuene fremkom det at utbedring av lekkasjer i dampvarmerør var så vanlig at det var rutine arbeid. Det er etablert en egen gruppe som arbeider fast med dette. Denne type arbeid krever godkjent arbeidstillatelse (AT), men det blir ikke gjennomført sikker-jobb-analyse (SJA) for dette spesifikke arbeidet.

Under reparasjonen var utstrømningen av varmt vann ubehagelig for stillasarbeiderene som måtte beskytte seg med regnklær. Vannutstrømningen kunne blitt redusert eventuelt stanset ved å betjene noen ventiler for dampvarmesystemet.

En risikovurdering i forkant kunne i dette tilfellet ha vist hvor lekkasjen kom fra, og ved å stenge noen ventiler kunne man ha redusert/fjernet potensialet i hendelsen.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 58 om vedlikehold.

Styringsforskriften § 17 om risikoanalyser og beredskapsanalyser

5.2.2 Overflateprogrammet

Forbedringspunkt

Overflateprogrammet har hatt lav fremdrift

Begrunnelse

Tilstanden på en del rør er ukjent, dette gjelder damp-/vannrør samt væskeførende hydrokarbonrør med dampvarmerør. Fordi det ble antatt at rørene opererte under en annen temperatur enn reell driftstemperatur, har inspeksjonsomfanget blitt redusert til stikkprøver.

Tilstanden på mantling og de oppståtte lekkasjene viser at utbedringer trengs raskt. Overflateprogrammet har pågått over flere år og etter de siste oppdaterte planene skal den siste modulen være ferdig sommeren 2014. Programmet er forsinket av flere grunner blant annet nylig skifte av entreprenør.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 58 om vedlikehold.

5.2.3 Rørklasse og designkrav

Forbedringspunkt

Rørklasse og opprinnelige designkrav for dampputskiller og dampkjeler er ulike og kan skape uklarhet.

Begrunnelse

Under samtalene kom det frem at det er benyttet forskjellig rørklasser i dampsystemene avhengig av hvilken designkode som er benyttet. Ved design av dampsystem er det benyttet

rørklasse 600 etter den tidligere kjelforskriften. Ny forskrift om brannfarlig eller trykksatt stoff trådte i kraft 1. mars 2004. Dette gav vesentlig høyere veggtykkelse enn for tilsvarende rør i prosessanlegg etter prosesskoden og med trykkklasse 300. Det er uheldig med forskjellige trykklasser i system som opererer samme type medium. Kartlegging av rør med design etter de to kodene synes uklart og er ikke innarbeidet i inspeksjonsvurderinger.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 7 om anlegg, systemer og utstyr.

Teknisk og operasjonell forskrift § 8 om materialer.

Teknisk og operasjonell forskrift § 57 om overvåking og kontroll.

Teknisk og operasjonell forskrift § 58 om vedlikehold.

5.2.4 Merking av ventiler og rør.

Forbedringspunkt

Merking av rør og ventiler er mangelfull.

Begrunnelse

Ved befaring i anlegget observerte vi at ventiler og rør var dårlig merket.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 7 om anlegg, systemer og utstyr.

5.2.5 Kommunikasjon med innsatspersonell i sterk støy

Forbedringspunkt:

Mangler ved kommunikasjonen mellom uteoperatører og kontrollrom i sterk støy.

Begrunnelse:

Personell som oppholdt seg i området nær lekkasjen ble eksponert for meget sterk støy. Denne støyen medførte blant annet at kommunikasjonen mellom uteoperatører og kontrollrom ikke fungerte tilfredsstillende. Uteoperatør hørte delvis hva kontrollrommet sa, mens kontrollrommet ikke hørte noe av det uteoperatør sa. Kontrollrommet fikk dermed heller ikke noen tilbakemelding på om uteoperatør hadde mottatt informasjon fra kontrollrommet.

Operatørene la vekt på at kommunikasjonsproblemene mellom uteoperatører og kontrollrom ville blitt en ytterligere utfordring dersom det hadde blitt aktuelt å kjøre ned anlegget samtidig som uteoperatørene ble eksponert for støyen.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 22 om systemer og utstyr for kommunikasjon.

5.2.6 Rutiner og forståelse for overføring av sikkerhetsfunksjoner

Forbedringspunkt

Rutiner og forståelse for overføring av sikkerhetsfunksjoner kan forbedres.

Begrunnelse

Sikkerhetssystemer er designet for å ivareta viktige sikkerhetsfunksjoner når utstyr og komponenter utsettes for unormale påkjenninger eller opereres utenfor designverdier og normalt driftsområde.

Under hendelsen ble signaler fra lavnivåbrytere på damputskilleren overbroet av kontrollromsoperatør. Begrunnelsen for dette var å vinne tid for å avdekke feilen før det var absolutt nødvendig å stenge, og for å unngå å initiere en nedstengning under særdeles vanskelige støy- og kommunikasjonsforhold. Nivået i damputskilleren ble nøye observert hele tiden. Skiftleder var kjent med at nivåbryteren var overbroet, men at det var ekstra nivå hvor nedstengning ville bli automatisk iverksatt.

Kontrollromsoperatør mente at det var tillatt å foreta slike overbroinger så lenge at han mente han hadde kontroll over situasjonen og at overbroingen ikke var langvarig. En slik aksept kan i mange situasjoner sette et stort unødig press på paneloperatørene.

Vi har merket oss at ved nedstengning av prosessanlegg på land reflekterer overbroing en kultur som veldig ofte setter sentrale deler av sikkerhetssystemet ut av auto og inn i manuell. Det er mange årsaker til dette, men uansett så er det en svært uheldig praksis i forhold til å redusere risiko, og da spesielt rettet mot hendelser med store konsekvenser.

Det er vårt inntrykk er at det var uklare rutiner for når man kan foreta overbroing av viktige sikkerhetsfunksjoner.

Krav:

Teknisk og operasjonell forskrift § 10 om sikkerhetsfunksjoner

5.3 Barrierer som har fungert:

Til tross for de avvik og forbedringspunkter som presentert ovenfor konstaterer vi at situasjonen ble normalisert uten videre eskalering. Dette må bety at en lang rekke barrierer har fungert. Vi har ikke foretatt en grundig kartlegging og analyse av alle barrierer som har fungert. Vi begrenser oss til å nevne et par barrierer som har fungert:

- Driftspersonellet framsto som kompetent og erfarent og håndterte situasjonen på en målrettet måte.
- Informasjon fra systemer for teknisk overvåkning av prosess ga kontrollromspersonell informasjon som var viktig for å forstå situasjonen.

6 Diskusjon omkring usikkerheter

Ut fra alle lekkasjene på dampvarmerør og kontinuerlige reparasjoner tydet også denne lekkasjen på at det var dette røret som lakk og skulle repareres. Ut fra mengden varmt vann som kom ut av det isolerte røret kan det også tenkes at vann kom fra en lekkasje i hovedrøret før brudd eller fra begge rør. Analysene viser at det var flere små sprekker på dampvarmerøret som skyldes klorid spenningskorrosjon. Kloridholdig vann har trengt inn i isolasjonen på grunn av skadet og korrodert ytre metallkappe. Sprekkene synes ikke store nok til utstrømming av de vannmengder som ble observert dagen før bruddet. På dampørret var det tegn til små hull, men røret var så skadet at det er vanskelig å si om det har vært flere eller større hull i forkant av brudd. Trolig har begge rør lekket vann/damp.

Det er knyttet usikkerhet til vurderingen av potensiell konsekvens av hendelsen. Vi har lagt til grunn at maksimalt fire personer kunne blitt direkte eksponert av hendelsen. I denne sammenheng er det foretatt en skjønnsmessig vurdering som i stor grad bygger på informasjon vi mottok på Mongstad.

Større usikkerhet er knyttet til skadeomfanget på personell som eventuelt ble direkte eksponert for hendelsen. Statoils notat "Generelt om skader fra vanndamp av 14.12.2012" er lagt til grunn i denne vurderingen. Statoilnotatet redegjør for usikkerhet knyttet både til den teoretiske beregningsmodellen og til vurderingen av konsekvenser. Vår vurdering av skadeomfanget bygger i stor grad på skjønnsmessige vurderinger.

7 Vedlegg

B: Følgende dokumenter er lagt til grunn i granskingen:

1. Statoilnotat; generelt om skader fra vanndamp 14.12.2012,
2. Statoilrapport; failure analysis of fractured pipe from D-1535 Mongstad (MAT - 2013001).
3. Uttale fra bedriftsoverlege Mongstad i samband med hending av 8 november med ekstraordinær larm ved rørbrudd av 12.2.2013

C: Oversikt over intervjuet personell

4. Liste over intervjuet personell