

## Granskingsrapport

Rapport	
Rapporttittel Granskning av hendelse med brann i tank CD2101 (førstetrinn separator) på Statfjord A, 17.4.2024	Aktivitetsnummer 001037079
Gradering	
<input checked="" type="checkbox"/> Offentlig	<input type="checkbox"/> Unntatt offentlighet
Involverte	
Lag A1	Godkjent av / dato 21.11.2024
Deltakere i granskingsgruppen ██ ██ ████████████████	Granskingsleder ██████████

## Innhold

1	Sammendrag .....	4
2	Bakgrunnsinformasjon .....	5
2.1	Beskrivelse av innretning.....	6
2.2	Situasjon før hendelsen .....	7
2.3	Organisering og forberedelser/planlegging før revisjonsstansen .....	7
2.4	Beskrivelse av involvert aktivitet og utstyr .....	9
2.4.1	Involvert separator .....	9
2.4.2	Involvert aktivitet.....	11
2.5	Arbeidstillatelse og sikker jobb-analyse.....	12
2.6	Styrende dokumentasjon – håndtering av jernsulfid .....	13
2.7	Jernsulfid .....	14
2.7.1	Jernsulfid som tennkilde .....	14
2.7.2	Jernsulfid på Statfjord.....	15
2.7.3	Roller, ansvar og gjennomføring av jernsulfidanalyse på SFA .....	16
2.7.4	Jernsulfid – IKM Testing sine erfaringer .....	17
2.8	Tidligere hendelser med jernsulfid .....	18
2.8.1	Hendelse på SFC, 1.4.2023 .....	18
2.8.2	Hendelse på Snorre B i 2019 .....	18
2.8.3	Hendelse på SFB i 2016.....	18
2.8.4	Hendelse på SFB i 2012.....	19
2.8.5	Hendelse på Norne i 2012 .....	19
2.8.6	Hendelse på Kalstø i 2012.....	19
2.9	Forkortelser .....	19
3	Havtils gransking.....	20
3.1	Fremgangsmåte.....	20
3.2	Metodevalg for granskingen .....	21
4	Hendelsesforløp .....	22
5	Hendelsens potensial .....	26
5.1	Faktisk konsekvens .....	26
5.2	Potensiell konsekvens.....	26
6	Direkte og bakenforliggende årsaker.....	27
6.1	Direkte årsak .....	27
6.2	Bakenforliggende årsaker .....	27
6.2.1	Styrende dokumenter i Equinor og FLX.....	28
6.2.2	Kjennskap til jernsulfidinnhold i prosessanlegget på SFA.....	28
6.2.3	Planlegging og utførelse av arbeidet med rengjøring av tanker.....	29
7	Beredskap.....	29
7.1	Beredskapsorganisasjon .....	29
7.2	Beredskapshåndtering av hendelsen.....	30
7.2.1	Alarm, varsling og mobilisering .....	30

	7.2.2	Bekjempelse og redning .....	31
	7.2.3	Personelloversikt.....	32
	7.2.4	Normalisering .....	32
8		Observasjoner .....	33
	8.1	Avvik.....	33
	8.1.1	Mangelfull informasjon ifm. planlegging av tankrengjøring i revisjonsstans .....	33
	8.1.2	Mangelfull risikovurdering ved åpning av mannhullslokket på innløpsseparator (splitting av hydrokarbonsystemer).....	34
	8.1.3	Mangelfull kjennskap til krav i styrende dokumentasjon .....	35
	8.1.4	Håndtering av jernsulfid.....	35
	8.1.5	Mangelfull personellkontroll .....	36
	8.1.6	Mangelfull planlegging av brannbekjempelsestiltak.....	37
	8.2	Forbedringspunkter.....	37
	8.2.1	Mangler ved selskapets oppfølging av at nye krav iverksettes .....	37
	8.2.2	Mangelfull mønstring i søk- og redningslaget (S&R-laget) .....	38
	8.2.3	Mangelfull radiokommunikasjon.....	39
	8.2.4	Mangelfull beredskapstrening og -øving for arbeid i tank.....	39
9		Barrierer som har fungert .....	40
10		Læring og oppfølging av tidligere hendelser med selvantennelse av jernsulfid.	41
11		Diskusjon omkring usikkerheter.....	41
	11.1	Usikkerhet med hvorfor tidligere tiltak ikke ble gjennomført i RS2024.....	41
	11.2	Usikkerhet knyttet til en reaksjon mellom jernsulfid og oksygen forut for brannen i CD2101 ble oppdaget.....	42
	11.3	Estimert mengde jernsulfid i CD2101 .....	42
	11.4	Tidsforløpet er usikkert.....	42
12		Vurdering av aktørens granskingsrapport.....	42
13		Andre kommentarer .....	43
	13.1	ARL-personell startet brannslukking uten brannmannsbekledning.....	43
	13.2	Manglende hengsler på mannhullslokk.....	44
	13.3	Utsatt tankrengjøring og tekniske problemer med jettevannssystemet .....	44
14		Vedlegg .....	44

## 1 Sammendrag

Den 17.4.2024 oppsto det en brann inne i innløpsseparator CD2101 på Statfjord A (SFA). Brannen ble oppdaget kl. 00:32.

Havindustritilsynet (Havtil) besluttet 23.4.2024 å granske hendelsen.

Hendelsen inntraff under en planlagt revisjonsstans på SFA. Prosessanlegget var stengt ned og frigjort for hydrokarboner. En av stansaktivitetene var rengjøring og inspeksjon av CD2101.

Det var en person som jobbet med rengjøring inne i separatorene som oppdaget brannen. Vedkommende hadde friskluftsutstyr og kom seg raskt ut av tanken. Sentralt kontrollrom (SKR) ble umiddelbart varslet over radio.

Generell alarm (GA) og mønstring til livbåt ble iverksatt kl. 00:34, og deretter ble beredskapsorganisasjonen mobilisert. Kl. 01:47 ble det rapportert om kontroll på brannen og området ble sikret. Etter 1 time og 20 minutter fikk man POB kontroll.

Situasjonen var normalisert kl. 02:10 og personell ble demobilisert.

Analyser av innholdet i CD2101 i etterkant av brannen påviste en stor andel jernsulfid i avsetningene. Den direkte årsaken til brannen var at jernsulfid ble eksponert for oksygen i luft og selvantente.

Den faktiske konsekvensen av hendelsen var at to personer som utførte aktiv brannslukking uten brannvernsmiddel og åndedrettsvern ble eksponert for røyk i forbindelse med slukking av brannen. Disse ble fulgt opp av helsepersonell ombord.

Varigheten på stansen ble forlenget.

Når det gjelder potensialet i hendelsen er det vår vurdering at potensialet for spredning av brann fra denne separatorene var begrenset. Det var imidlertid flere tanker i nærliggende område (CD9) som var åpne samtidig med separator CD2101, og vi ser en mulighet for at det kunne oppstått brann eller røykutvikling i flere tanker på SFA.

Det var høy andel jernsulfid i avsetningene i tanken på tidspunktet for hendelsen, og antagelse av disse sammen med hydrokarbonrester kunne medført ytterligere varme- og røykutvikling. Dette kunne ha skadet friskluftslangen til tankoperatør og dermed satt vedkommende i betydelig fare.

Informasjon om jernsulfidforekomster på SFA var kjent i Statfjords driftsenhet. Det var jevnlig tatt prøver av jernsulfid de siste årene. Det har ikke vært hendelser med

selvantenning av jernsulfid på SFA. Statfjord B (SFB) og Statfjord C (SFC) har imidlertid erfart flere jernsulfidbranner, den siste på SFC i 2023.

I 2019 inntraff en tilsvarende hendelse med jernsulfidbrann på den Equinor opererte innretningen Snorre B. Hendelsen medførte at flere styrende dokumenter ble oppdatert for å bedre ivareta risikoen jernsulfid kunne medføre.

I planlegging av SFAs revisjonsstans ble verken oppdaterte styrende dokumenter eller kjennskapen til påvist jernsulfid på SFA lagt til grunn. Tiltak som reduserte risiko for jernsulfid-brann ble derfor ikke implementert.

Granskingen har identifisert 6 avvik knyttet til hendelsen:

1. Mangelfull informasjon ifm. planlegging av tankrengjøring i revisjonsstans
2. Mangelfull risikovurdering ved åpning av mannhullsløkket på innløpsseparator (splitting av hydrokarbonsystemer)
3. Mangelfull kjennskap til krav i styrende dokumentasjon
4. Håndtering av jernsulfid
5. Mangelfull personellkontroll
6. Mangelfull planlegging av brannbekjempelsestiltak

Videre har det blitt identifisert 4 forbedringspunkter knyttet til hendelsen:

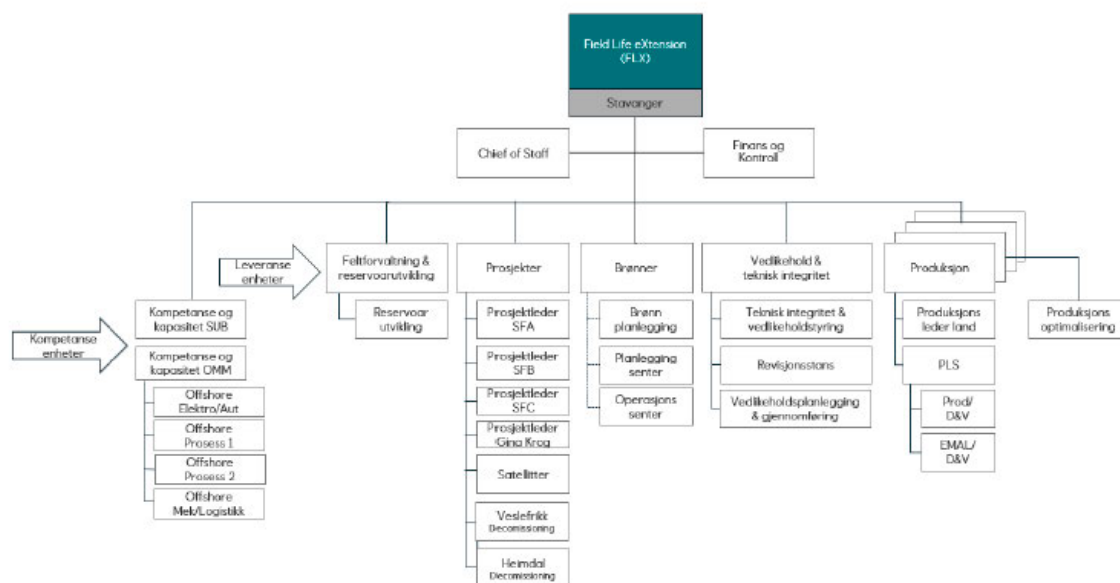
1. Mangler ved selskapets oppfølging av at nye krav iverksettes
2. Mangelfull mønstring i søk- og redningslaget (S&R-laget)
3. Mangelfull radiokommunikasjon
4. Mangelfull beredskapstrening og -øving for arbeid i tank

## **2 Bakgrunnsinformasjon**

Equinor har de senere årene gjennomført flere kostnadsreduksjons- og effektiviseringsprosesser, og opprettet 1.4.2020 forretningsområdet «Field Life eXtension» (FLX) for innretninger i senfase. SFA inngår i dette forretningsområdet. FLX-organisasjonens enhet «vedlikehold og teknisk integritet», har et helhetlig ansvar for vedlikehold, integritet og revisjonsstanser av innretningene på Statfjordfeltet.

FLX legger ikke til grunn alle tekniske krav som gjelder for de øvrige innretningene som opereres av Equinor. I denne granskingen er vi blitt informert om at FLX benytter NORSOK S-001 som krav til teknisk integritet fremfor TR1055 («Performance Standards for Safety Systems and Barriers – Offshore»), som Equinor benytter som krav offshore i øvrige driftsenheter.

Organiseringen av FLX er vist i Figur 1 nedenfor.



Figur 1 Organisering FLX (Kilde: Equinor)

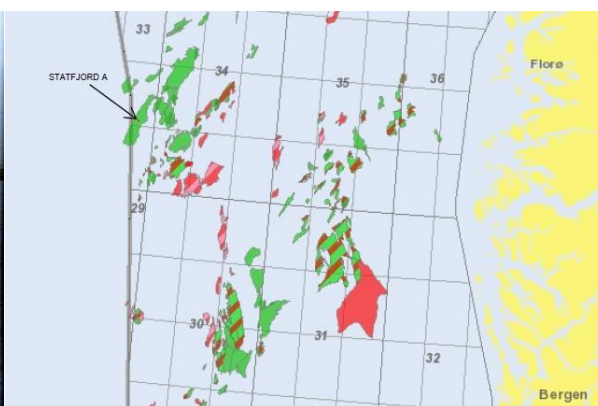
## 2.1 Beskrivelse av innretning

Statfjordfeltet er utbygd med produksjonsplattformene SFA, B og C. Feltet er lokalisert ved grensen mellom norsk og britisk kontinentalsokkel i Tampen-området.

SFA er en integrert innretning med boring, produksjon og boligkvarter som står på 145 meters vanddyb i søndre del av Statfjordfeltet og har vært i drift siden 1979. Plan for utbygging og drift (PUD) ble godkjent i 1976, med ny godkjenning for Statfjord senfase i 2005. I 2007 fikk SFA samtykke til levetidsforlengelse fram til 31.12.2027.



Bilde 1 Statfjord A (Foto: Havindustriilsynet)



Figur 2 Kart over områdene (Kilde: Sokkeldirektoratet)

## **2.2 Situasjon før hendelsen**

Revisjonsstansen (RS) var opprinnelig planlagt utført i 2022. Arbeidsomfanget ble den gang vurdert som for omfattende, slik at mesteparten av tankprogrammet på SFA ble flyttet til 2023, og senere til april 2024.

En egen RS-organisasjon var etablert med dedikert ansvar for planlegging og gjennomføring av stansaktivitetene under RS24. Hovedansvaret for beredskap ombord under revisjonsstansen tilhører driftsorganisasjonen, på samme måte som under normale driftsforhold.

På hendelsestidspunktet var RS24 i gang, og bemanningen ombord 278. I tillegg til FLX sitt eget revisjonsteam og driftspersonell, var også personell fra flere entreprenører ombord.

Produksjonen ble stanset 8.4.2024 og prosessanlegget var isolert og frigjort for hydrokarboner.

Det var pågående aktivitet med planlagt arbeid for rengjøring og innvendig inspeksjon av flere separatorene, inkludert separator CD2101, som er innløpsseparatoren på SFA.

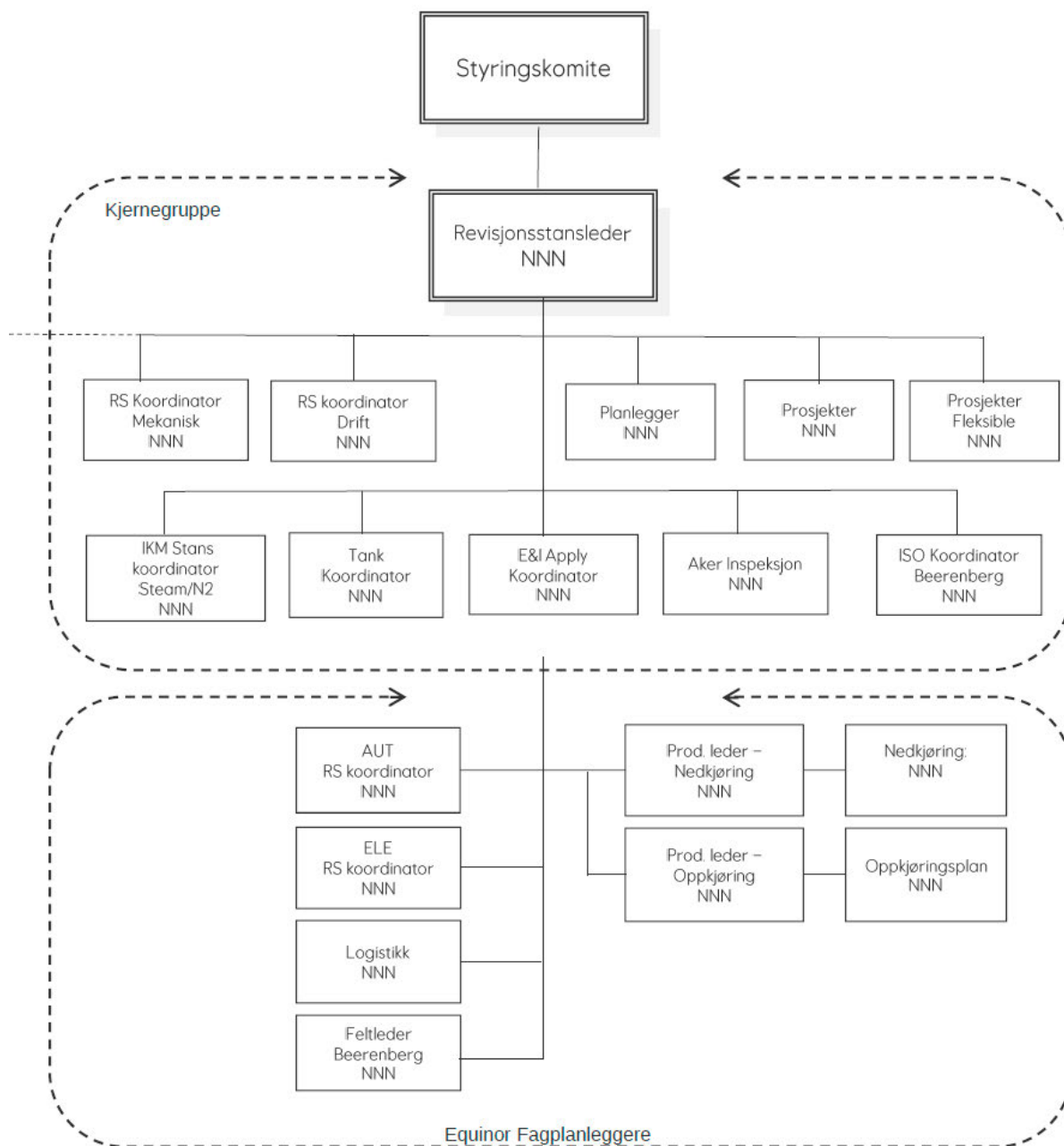
De forberedende aktivitetene før entring og start av mekanisk arbeid inne i CD2101 var ferdigstilt, og den 15.4.2024 ble separatorene åpnet ved at mannhullslokk ble fjernet.

På dagskiftet den 16.4.2024 ble det behov for å fjerne deler av ødelagt innmat i separatorene før slamsugingen kunne begynne. Slamsugingen ble etter hvert utført av nattskiftet.

Brannen ble oppdaget av nattskiftet, rett i etterkant av at en ny person entret tanken for rengjøring den 17.4.2024.

## **2.3 Organisering og forberedelser/planlegging før revisjonsstansen**

Planlegging av RS24 startet i april 2023. IKM Testing ble tildelt kontrakt for rengjøring av tanker den 6.10.2023. IKM Testing-personell ble da involvert i forbindelse med planlegging av tankrengjøringsprogrammet. Se Figur 3 der IKM Testing vises som en del av Equinors kjerneteam i forbindelse med planlegging av revisjonsstansen.



Figur 3 Organisasjon under revisjonsstansen (Kilde: Equinor)

I forkant av RS ble det gjennomført stansseminar (ned- og oppkjøringsmøter), hvor blant annet deltakere fra drift og IKM Testing gjorde seg kjent med arbeidsomfanget for RS, og gjennomgikk erfaringer fra tidligere stanser.

Utfordringer knyttet til håndtering av jernsulfid ble ikke diskutert på stansseminaret for denne revisjonsstansen.

I planleggingsfasen utarbeidet FLX et tankprogram og IKM Testing en prosedyre for mekanisk rengjøring. Tankprogrammet beskrev hvilke separatorene som skulle åpnes, og forventet arbeidsomfang for den enkelte separator. For CD2101 var det planlagt



rengjøring, inspeksjon, utskiftning/reparasjon av enkelte komponenter og test av jettevannssystemet.

Prosedyren for mekanisk rengjøring beskrev styrende HMS-krav, operasjonelle krav og inneholdt en detaljert arbeidsbeskrivelse av rengjøringsjobben. Prosedyren viste til arbeidsprosessen OM105.02 for entring. Prosedyrene inneholdt krav til at datablad for kjemikalier/prosessvæske (avsetninger i tanken) blant annet skulle skrives ut og henges synlig på arbeidsplassen, men ingen informasjon om mulig jernsulfid i tankene.

Det ble etablert flere jobbkort for de enkelte delaktivitetene knyttet til arbeid mot tanken.

Som en del av planlegging til RS24 ble det utarbeidet utkast til arbeidstillatelse (AT) og sikkerjobb analyse (SJA) for de planlagte jobbene. Disse ble så gjennomgått og oppdatert i forkant av utførelse av jobbene. Det ble gjennomført to SJA-er for arbeid i tank, for henholdsvis tanker med og uten radioaktive kilder. CD2101 var dekket gjennom SJA for tanker med radioaktive kilder.

## **2.4 Beskrivelse av involvert aktivitet og utstyr**

### **2.4.1 Involvert separator**

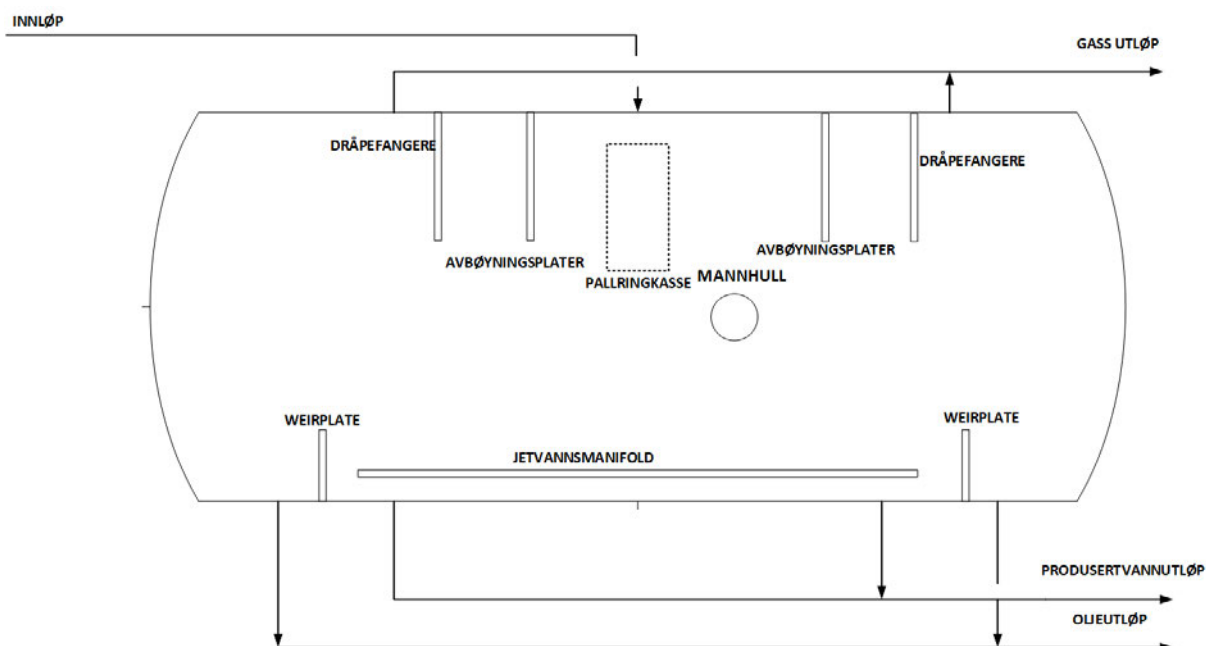
Separator CD2101 er innløpsseparatoren på SFA. Den er en trefaseseparator som tar imot produksjonsstrømmen fra brønnene og separerer olje, gass og vann for videre behandling i nedstrøms prosessanlegg. Separatoren har en diameter på ca. 3,3 m og en lengde (tan/tan) på ca. 14 m.

Separatoren har midtstilt innløp, og utløp i begge ender. Det er ett mannhull på tanken. Innmaten består i hovedsak av et innløpsarrangement fylt med pallringer, dråpefangere i gassfasen, og weirplater oppstrøms oljeutløp. I tillegg har separatoren et jettevannssystem for fjerning av sand under drift.

Pallringene, som er samlet i en boks på innløpet, skal forbedre separasjonen.

Jettevannssystemet består av en sentrert manifold i separator med dyser på skrå ned mot tankbunnen.

Separatoren er fysisk plassert i CD12 som er på kjellerdekk. En forenklet skisse av separatoren er vist i Figur 4 nedenfor.



Figur 4 Forenklet skisse av separator

Det var dårlig sikt inne i tanken og det er derfor usikkert eksakt hvor flammen ble observert, men flammen ble oppdaget i normal arbeidshøyde. Det kan ha vært på pallringkassen eller på en dråpefanger.

Separatoren var sist åpnet for inspeksjon i 2019. I den forbindelse ble det oppdaget svekkelser på det hengslede mannhullsløkket, og lokket ble derfor erstattet. Nytt mannhullsløkk var ikke hengslet og måtte derfor håndteres ved hjelp av løfteanordninger.

Separatoren har i hovedsak blitt åpnet i revisjonsstanser for inspeksjon og rengjøring. Ved behov har jettevannsystemet blitt rengjort, dyser og deler av manifold har blitt skiftet ut. I perioden 2000 til 2019 ble tanken åpnet med to til tre års mellomrom. Da hendelsen inntraff var det ca. fem år siden sist som en konsekvens av at revisjonsstansarbeidet ble utsatt.

Tabell 1 nedenfor viser estimert mengde avsetninger fra de siste gangene separatoren CD2101 har vært åpnet, samt en beskrivelse av status på jettevannssystemet.

I 2017 ble det tatt prøver av innholdet i avsetningen som påviste ca. 15 % av avsetningen var jernsulfid (ca. 525 kg jernsulfid). Basert på innhentede prøver ble mengde jernsulfid etter brannen 17.4.2024 anslått til å være mellom 2000 og 4000 kg.

Det ble ikke tatt prøver av avsetningene i 2019.

År	Estimert mengde avsetninger	Status / arbeid på jettevannssystem
2011	2 m <sup>3</sup>	Nye jettevannsdyser installert, jettevannsrør gjennomspylt.
2014	3 m <sup>3</sup>	Nye jettevannsdyser installert, jettevannsrør gjennomspylt.
2017	3500 kg	Dårlig tilstand på jettevannssystem ved åpning, ny manifold installert og dyser rengjort eller skiftet. Antas at effekten av jetting har vært dårlig i perioder pga. tilstanden på systemet.
2019	2 m <sup>3</sup>	Rensing av jettevannssystem og bytting av dyser.
2024	7 m <sup>3</sup>	Det ble påvist defekte innfestninger/klamring på spylorør innvendig i tanken i begge ender. Forbedret i revisjonsstans. Jettevannsavdrag rengjort. Det var skader på boksen med pallringer og deler av pallringene lå på tankbunnen.

Tabell 1 Estimert mengde avsetninger

#### 2.4.2 Involvert aktivitet

Planlagt jobb på CD2101 omfattet i hovedsak følgende:

- Klargjøring før entring
  - Drenering av hydrokarboner/spyling/gassfrigjøring
  - «Steaming»
  - Nedkjøling (vannfylling)
  - Drenering av kjølevann
  - Utluftning (åpne mannhullslokk, sette på ejetor)
- Entring
  - Fjerne restprodukter som ikke ble fjernet under steamingen (mekanisk rengjøring - slamsuging)
  - Modifikasjonsarbeid
  - Inspeksjon
  - Jettevannstest
  - Dokumentasjon av tilstand

Hendelsen oppsto i forbindelse med aktivitet for fjerning av restprodukter.

Da mannhullet ble åpnet, ble det avdekket avsetninger i mannhullet. Det ble derfor gjennomført slamsuging fra mannhullet i forkant av selve entringen. Ved entring ble det oppdaget skade på kassen med pallringer, og det lå mange pallringer på tankbunnen. Disse måtte fjernes manuelt før slamsuging kunne starte.

Mekanisk rengjøring før inspeksjon består normalt av mekanisk arbeid og slamsuging. Arbeidslaget består av en formann, samt seks personer som roterer på entring. En eller to personer er i tanken og én holder vakt ved mannhullet (BES-vakt). BES-vakt har radioforbindelse med SKR. Det roteres på hvem som er i tanken og normalt jobbes det 1-2 timer med rengjøring og spyling før rotasjon. På tidspunktet for hendelsen besto arbeidslaget av to personer der en person var inne i tanken og en person var BES-vakt.

Arbeidet med tankrengjøring gikk som planlagt frem til natten 17.4.2024 da nattskiftet entret tanken og brannen ble oppdaget, om lag 1 døgn og 8 timer etter at utluftning av separatoren hadde startet.

Systemet for arbeidstillatelser (AT) og sikkerjobb analyse (SJA) ble benyttet under revisjonsstansen på samme måte som i normal drift. Dette er beskrevet nærmere i kapittel 2.5.

## **2.5 Arbeidstillatelser og sikker jobb-analyse**

Equinor har beskrevet arbeidstillatelsesprosessen i det styrende dokumentet «OM105.01 – Arbeidstillatelse (AT) – Upstream offshore». Dokumentet definerer kravene til AT-nivå for ulike aktiviteter.

Nivået på AT-en bestemmer godkjenningsansvarlig, i henhold til godkjenningsskjemaet; AT1 (for entring og splitting) godkjennes av plattformsjef, mens AT2 (for rengjøring) godkjennes av produksjonsleder.

AT-systemet skal sikre at risikoforhold ivaretas og at samtidige aktiviteter koordineres. Internkontrollprinsippet innebærer at flere uavhengige parter er involvert i godkjenning og koordinering. Søkeren beskriver arbeidet, identifiserer risiko og foreslår tiltak som vurderes under godkjenningen.

Sikker jobb-analyse (SJA) gjennomføres før en aktivitet starter for å identifisere risiko og iverksette nødvendige tiltak. For visse oppgaver, som entring, er SJA påkrevd.

I arbeidet på CD2101 ble flere AT-er utstedt, inkludert AT for splitting og åpning av mannhullsløkk (AT nivå 1), entring (AT-nivå 1), samt AT for arbeid inne i tanken (AT-nivå 2). Rengjøringsjobben, som gikk over flere skift, krevde aktivisering og deaktivering av AT-ene ved skiftbytte.

En SJA ble utført før splitting og entring, med deltakelse fra IKM Testing-personell, drift, og inspeksjonsansvarlige.

SJA utarbeidet for CD2101 inneholdt ikke informasjon om risikoen ved jernsulfid. Under intervju har det imidlertid kommet frem at dette ble diskutert. Noen tiltak for å håndtere risiko for jernsulfid ble inkludert i AT for entring. Disse tiltakene bestod i krav til at avsetninger skulle holdes fuktige og at brannslanger skulle legges frem.

Å holde avsetninger fuktige var allerede inkludert i IKM Testing-leveransen, for å forhindre støvdannelse fra lavradioaktive avsetninger, som vurderes som kreftfremkallende ved innånding. Vannslange for fukting av avsetningene var lagt frem. Brannslanger ble lagt ut, men ikke helt frem til tanken. Dette var konkludert som tilstrekkelig.

## 2.6 Styrende dokumentasjon – håndtering av jernsulfid

Etter hendelsen på Snorre B (se kapittel 2.8.2) gjennomførte Equinor en justering av sine interne krav:

- Entning – arbeidsprosessen (OM105.02) håndterer klargjøring av entningstillatelse og sikkerhetsforberedelser før og under entning.
- Retningslinje GL0378 – Beste praksis for kjemisk rengjøring.
- TR1055, versjon 10 om PS6.4 angående kartlegging av jernsulfid.

Endringen i OM105.02 var knyttet til aktivitet for å utføre drifts- og sikkerhetsforberedelser før entning, og endringen innebar blant annet at det alltid skulle antas forekomster av jernsulfid dersom dette ikke kunne utelukkes ved prøve eller analyse. Videre ble det satt krav til tiltak for å redusere fare for selvantennning. Dette innebar blant annet at avsetninger skulle holdes fuktig og at eksponeringstid for oksygen skulle begrenses i så stor grad som mulig.

OM105.02 viser til retningslinje GL0378. Retningslinjen beskriver både forebyggende tiltak, som skal gjennomføres i forkant av åpning av systemer med potensiale for jernsulfidavsetninger, og videre tiltak for å begrense risiko for selvantennelse etter at systemer er åpnet. I forbindelse med forberedende aktiviteter før åpning anbefaler retningslinjen en to-trinns damprengjøringsmetode dersom det foreligger mistanke om høye jernsulfidavsetninger. Andre damprengjøringstrinn inkluderte kjemisk forbehandling av avsetninger som har til hensikt å reagere med jernkomponenten i jernsulfid, og på den måte redusere mengde jernsulfid. Videre anga retningslinjen at arbeidet med å holde avsetninger fuktige bør startes innen en time etter at mannhullsløkket på tanken er åpnet.

I TR1055, versjon 10, sies det angående jernsulfid: "SR-85881 - The safety strategy shall include information about process segment where iron sulphide may accumulate and pose a threat from auto ignition in connection with maintenance, cleaning or opening of process segment. It should also identify if such an

accumulation can be expected during later service life in connection with changes in fluid composition.”

Granskingsgruppen ble i oppstartsmøte 23.5 med FLX-organisasjonen informert om at TR1055 ikke var benyttet som teknisk kravdokument og at FLX ikke hadde gjort den kartleggingen som TR1055 krevde. FLX henviser isteden til at de legger NORSOK S-001 til grunn for sitt arbeid.

Det kom også frem under granskingen at ingen av de andre driftsorganisasjonene i Equinor hadde fanget opp endringene i TR1055, og hadde heller ikke oppdatert sin sikkerhetsstrategi.

## **2.7 Jernsulfid**

Dannelse av jernsulfid skjer ved at svovel reagerer med jern i et oksygenfritt miljø. I forbindelse med utvinning av olje og gass vil jern hovedsakelig forekomme i reservoaret, men kan også stamme fra korrosjon av jernholdige tanker og rør. Jernet reagerer med hydrogensulfid, som i hovedsak produseres av sulfatreduserende bakterier (SRB). Varierende konsentrasjon av hydrogensulfid og jern fører til dannelse av ulike typer jernsulfider.

I forbindelse med revisjonsstanser stenges anlegget ned og utstyr/tanker/rør åpnes opp for å utføre rengjøring, inspeksjon m.m.

Noen indikatorer på at jernsulfid kan være til stede i et anlegg:

- Aldrende innretninger med høy vannproduksjon.
- Innretninger med vanninjeksjon.
- Innretninger med innvendig korrosjonsproblematikk.
- Emulsjoner i separator, der akkumulering av jernsulfid kan forklare emulsjonene.
- Oppbygning av avsetninger.

### **2.7.1 Jernsulfid som tennkilde**

Erfaring har vist at antennelse kan skje dersom oksygen kommer i kontakt med jernsulfid i avsetninger, for eksempel i forbindelse med:

- Splitting/åpning av tanker og rørsystemer.
- Etter en lengre periode med utlufting av tanker.
- Håndtering av avfall.

Reaksjonen mellom jernsulfid og oksygen går raskt, størrelsesorden minutter. Den medfører betydelig varmeutvikling (eksoterm reaksjon), og gløding av partiklene. Røyken som dannes er hvit og kan misoppfattes som vanndamp. Den inneholder en

høy andel svoveldioksid (SO<sub>2</sub>). Jernsulfiden som selvantenner i en tank kan videre antenne nærliggende brennbart materiale, som hydrokarbonrester.

### 2.7.2 Jernsulfid på Statfjord

Historisk hadde både SFB og SFC erfart hendelser med selvantennelse av jernsulfid, se kapittel 2.8. Dette hadde imidlertid ikke vært tilfelle på SFA.

Under informasjonsinnsamling og intervjuer gjennomført i denne granskingen, kom det frem at avsetninger i form av BSS («Black Sticky Stuff») første gang ble observert omkring år 2000 og at det siden 2014 har vært et økende problem på SFA. Fra 2021 hadde det systematisk vært tatt prøver i brønner, tanker og produsertvann som dokumenterte at det fantes jernsulfid både i brønner og i prosessanlegget på SFA.

Equinor hadde utarbeidet eget sikkerhetsdatablad for brønnavsetninger på Statfjord. I mottatt sikkerhetsdatablad datert 24.9.2012 angis det at denne typen avsetninger kan inneholde inntil 70 % jernsulfid.

Prøver innhentet fra tank CD2101 i tidligere revisjonsstanser påviste også innhold av jernsulfid.

I revisjonsstansene på SFB i 2022 og SFC i 2023, der separatorene også ble åpnet og rengjort, ble det utarbeidet egne detaljerte prosedyrer – som også dekket risiko forbundet med jernsulfid og selvantennelse av denne.

Prosedyren for SFC i 2023 viser til krav i arbeidsprosessen OM105.02 for entring og til retningslinje GL0378 – Beste praksis for kjemisk rengjøring. Den refererer til hendelsen samme året på SFC med antennelse under splitting av PSV og viser til behov for detaljerte og omfattende tiltak ved splitting av rørsystemer med hydrokarboner og entring av tanker. Eksempelvis beskrives krav til å holde overtrykk med nitrogen i tank og til å ha brannvannstilkoblinger og brannslange klar i tilfelle det skjer en varmeutvikling, samt at områdeoperatør jevnlig skal gå runder for å se etter varmeutvikling. Prosedyren beskriver også at mannhull skal lukkes ved varmeutvikling og hvit røyk.

I revisjonsstansen for SFA var det ikke utarbeidet en tilsvarende prosedyre som inkluderte risiko forbundet med jernsulfid og selvantennelse av denne.

I forbindelse med revisjonsstans på SFA i 2019 samt ved rengjøring av testseparator og avgassingstank i forkant av revisjonsstansen i 2024, ble det implementert tiltak knyttet til å montere tilkoblingspunkt for brannvann på separatorene. Disse tiltakene ble ikke implementert i forkant av splitting av CD2101 under revisjonsstansen i 2024.

## SIKKERHETS DATABLAD

### Brønnavsetning Statfjord

Sist endret: 24.09.2012

Erstatter dato: 20.09.2010

#### 9.2 Andre opplysninger

Merknad nr.	Kommentar
-------------	-----------

#### ANNEN INFORMASJON

Ingen.

#### 10 Stabilitet og reaktivitet

##### 10.1 Reaktivitet

###### REAKTIVITET

Reagerer med følgende: Oksidasjonsmidler. Ved kontakt med syre utvikles giftig gass.

##### 10.2 Kjemisk stabilitet

###### KJEMISK STABILITET

Produktet er stabilt når det brukes i henhold til leverandørens anvisninger.

##### 10.3 Risiko for farlige reaksjoner

###### RISIKO FOR FARLIGE REAKSJONER

Ingen kjente.

##### 10.4 Forhold som må unngås

###### FORHOLD SOM MÅ UNNGÅS

Ingen kjente.

##### 10.5 Materialer som må unngås

###### MATERIALER SOM MÅ UNNGÅS

Unngå kontakt med følgende: Oksidasjonsmidler/ Syrer.

##### 10.6 Farlige nedbrytningsprodukter

###### FARLIGE NEDBRYTNINGSPRODUKTER

Ved brann eller kraftig oppvarming spaltes produktet og følgende farlige gasser kan dannes: Karbonmonoksid og karbondioksid/ Hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S).

Figur 5 Fra sikkerhetsdatablad «Brønnavsetninger Statfjord» kapittel 10 om reaktivitet. Jernsulfidinnhold i avsetninger er i sikkerhetsdatabladet angitt til å utgjøre rundt 70% vektprosent (kilde: Equinor)

### 2.7.3 Roller, ansvar og gjennomføring av jernsulfidanalyse på SFA

I forbindelse med produksjon og prosessering av olje og gass er det behov for å foreta ulike analyser av produksjons- og prosessvæsker jevnlig. Hensikten med analysene er for eksempel å avdekke endringer i produksjonssammensetning og overvåke effekten av prosessanlegget, samt å måle samsvar med utslippstillatelser.



På bakgrunn av analyseresultatene vil tiltak for å korrigere eventuelle uønskede utviklingstrekk i prosessanlegget vurderes. Når innretningen er i drift vil slike tiltak kunne være å tilsette kjemikalier til prosess-strømmen (prosesskjemikalier), som kan bidra til å fjerne eller dempe de uønskede effektene.

Sikkerhetsdatablad skal generelt foreligge og brukes til å formidle helserisiko knyttet til håndtering av ulike produksjonsprodukter og avsetninger i produksjons- og prosessanlegget. Disse databladene må etableres og oppdateres slik at de formidler et relevant bilde av bidragsyttere til helserisiko. Analyser gjennomført i drift er viktig kilde til informasjon i denne sammenhengen.

Ansvar for å overvåke, foreta nødvendige analyser, samt å foreslå eventuelle endringer eller justeringer i prosesskjemikalieprogrammet var lagt til ingeniører på land. For SFA var dette ansvaret lagt til driftsingeniør som lager program for hvilke prøver som skal hentes ut, hyppigheten av disse og hvilke analyser som skal foretas av prøvene. Dette ble gjort i samarbeid med kjemikalieingeniør/laborant som hadde ansvar for uthenting av prøver og analysene av disse. Noen prøver ble analysert ombord, andre ble sendt til laboratorier på land for videre analyser.

Analyser for jernsulfid fra avsetninger og prøver på SFA ble inkludert i standard analyseprogram fra 2021. Det ble påvist varierende, men i enkelte tilfeller en høy andel jernsulfid i flere av disse prøvene. Det ble, etter det vi har oppfattet, ikke gjort endringer i bruk og valg av prosesskjemikalier som følge av disse funnene.

Analyser av avsetningsprøver fra CD2101 innhentet etter hendelsen har bekreftet tilstedeværelse av jernsulfid.

#### **2.7.4 Jernsulfid – IKM Testing sine erfaringer**

IKM Testing er en tjenesteleverandør som blant annet leverer tjenester knyttet til rengjøring av tanker og prosessanlegg ved revisjonsstanser. IKM Testing var utførende leverandør av tankerengjøring i både hendelsen med jernsulfidbrann i separator på Snorre B i 2019 og under hendelsen i CD2101 på SFA.

Det kom frem i møter med og i dokumentasjon mottatt fra IKM Testing i forbindelse med granskingen, at selskapet hadde etablerte rutiner for å håndtere jernsulfidrisiko. Implementering av disse rutinene ble imidlertid kun gjort dersom oppdragsgiver hadde avklart at det forelå mistanke om eller fare for jernsulfidavsetninger. IKM Testing hadde tidligere levert rengjøringstjenester for å håndtere jernsulfid og rutine for videre entring og rengjøring av tank for enkeltkunder.

I forbindelse med planlegging av tankrengjøringsprogrammet i revisjonsstansen på SFA, var leveranse av to-trinns steametjenester for å håndtere jernsulfidrisiko, som

beskrevet i GL0378, ikke inkludert i arbeidsomfanget. IKM Testing ble engasjert i planleggingen i oktober 2023.

## 2.8 Tidligere hendelser med jernsulfid

Tidligere hendelser referert til nedenfor er hendelser granskingsgruppen fikk informasjon om under granskningen, og hendelser referert til i vår gransking av Snorre B i 2019.

1. **SFC** 1.4.2023 - under splitting av en Pressure Safety Valve (PSV) kom det røyk ut av røret.
2. **Snorre B** 1.5.2019 - Brann i separator da den sto på utluftning etter grovrengjøring.
3. **SFB** i september 2016 - Varmeutvikling i avfall fra sandfelle.
4. **Norne** i september 2012 - Varmeutvikling på grunn av kjemisk reaksjon i ansamling av jernsulfid.
5. **SFB** i mai 2012 – Personell eksponert for damp fra CD2001 i forbindelse med åpning av tank.
6. **Kalstø** i januar 2012 - Brann i piggfelle ved åpning av dør.

Ved gjennomgang av dokumenter knyttet til disse hendelsene kom det frem følgende erfaringer og tiltak:

### 2.8.1 Hendelse på SFC, 1.4.2023

Hendelsen inntraff under splitting av en PSV og det kom røyk ut av røret. Mengden røyk økte til personell fikk satt på en blindflens. Temperaturen ble sjekket til 30,2°C dagen etter og til 19°C to dager etter. Hendelsen ble erfaringsoverført til alle skift på SFC og plattformsjefene på SFA og SFB ble informert. På SFC er informasjon lagt til «Ny ombord» og i «Skift Vision».

### 2.8.2 Hendelse på Snorre B i 2019

Brannen oppsto i forbindelse med klargjøringsaktiviteter i forkant av entring av separatoren. Grovrengjøring av separatoren var gjennomført og separatoren sto på utluftning da hendelsen skjedde. Analyser av innholdet i separatoren i etterkant av brannen påviste innhold av jernsulfid. Det er sannsynlig at årsaken til brannen er at jernsulfid i kontakt med luft har selvantent og deretter antent oljevedheng som lå igjen inne i separatoren.

Flere av Equinors styrende dokumenter og krav knyttet til jernsulfid ble endret som følge av denne hendelsen, se kapittel 2.6.

### 2.8.3 Hendelse på SFB i 2016

Hendelsen inntraff i forbindelse med håndtering av avfall fra en sandfelle ved tilbakestrømming av "scale dissolver". Avfallet ble lagret i oljefat. I forbindelse med en

runde i anlegget ble det oppdaget varmeutvikling i oljefatet. Det var mistanke om at jernsulfid var årsaken.

Hendelsen ble erfaringsoverført til alle skift på SFB med en presentasjon om *pyroforisk jern SFB* i sikkerhetsmøter.

#### **2.8.4 Hendelse på SFB i 2012**

Hendelsesforløpet ligner det som inntraff 1.5.2019 på Snorre B. Sterk varmeutvikling og røyk under utlufting etter steamejobb, førte til at laboranten ombord tok prøver av gjenværende bunnmateriale i tanken for å analysere for jernsulfid. Tiltakene etter hendelsen retter seg mot eksponeringsrisiko og bruk av personlig verneutstyr (PVU). Et tiltak beskriver erfaringsoverføring til andre enheter. Her fremkommer det at erfaringsoverføring anses for å være utført i forbindelse med synergien, samt erfaringsoppsummering via stansteamets sluttrapport.

I stansteamets sluttrapport for SFB 2012 er det nevnt problem med jernsulfid i punkt 5.1 om nedkjøring. Det står at det ikke bør åpnes for lufting før blindinger er satt og at det er rigget klart for rengjøring for å unngå oksydering av jernsulfid. Det blir ikke oppgitt opplysninger til hvilke utfordringer som knyttes til jernsulfid med hensyn til selvantenning.

#### **2.8.5 Hendelse på Norne i 2012**

På Norne ble det observert varme og røykutvikling i slaggmaterialet (som inneholdt jernsulfid), som var fjernet fra et rørbend til produsert vann. Tiltakene var ifølge Synergi å fukte materialet med vann og hindre oksygentilførsel til materialet.

#### **2.8.6 Hendelse på Kalstø i 2012**

På Kalstø ble det observert brann ved åpning av piggslusen. Det kommer frem at tilstedeværelse av jernsulfid (svartstøv) var kjent, men at mengden var mye større enn antatt. Svartstøvet som falt ned fra piggfellen begynte å ulme. Påfølgende dybdestudie skulle bidra til læringseffekt for å hindre gjentagelse av hendelsen. I studien er det referert til flere tidligere tilfeller av ulmebrann i svartstøv på både Kalstø og Kårstø.

Av tiltakene som følger av saken er det flere som tar for seg behov for å endre type verneutstyr for å beskytte mot varme og eventuell brann, i tillegg til tekniske tiltak for å hindre jernsulfid i å bli eksponert for luft.

## **2.9 Forkortelser**

AO	Arbeidsordre
ARIS	Equinors prosessbaserte styringssystem
ARL	Alarm og reaksjonslag

AT	Arbeidstillatelse
BES	Brann og evakueringsvakt
BSS	Black sticky stuff
DFU	Definert fare- og ulykkeshendelse
FiFi	Fire fighting
FLX	Field life extension
GA	Generell alarm
H <sub>2</sub> S	Hydrogensulfid
HC	Hydrokarbon
Havtil	Havindustritilsynet
LRA	Lav-radioaktivt avfall
PA	Public announcement
POB	Personell om bord
PRS	Personnel registration system
PS	Performance standard
PUD	Plan for utbygging og drift
PSV	Pressure safety valve
PVU	Personlig verneutstyr
RS	Revisjonsstans
S&R-lag	Søk- og redningslag
SAR	Search and rescue
SFA/B/C	Statfjord A/B/C
SJA	Sikker jobb-analyse
SKL	Skadestedsleder
SKR	Sentralt kontrollrom
SNB	Snorre B
SRB	Sulphate reducing bacteria
TTS	Teknisk tilstand sikkerhet
VOC	Volatile organic compounds

Tabell 2 Oversikt over forkortelser

### 3 Havtils gransking

Granskingsgruppen besto av 6 personer med relevant kompetanse. Der gruppen manglet spesifikk kompetanse ble relevante fagekspertter i Havtil konsultert.

Fra Equinor har vi mottatt resultater fra analyser av prøver i tank CD2101 av jernsulfid. Det er utført på Equinors laboratorium i Porsgrunn.

#### 3.1 Fremgangsmåte

Hendelsen skjedde 17.4.2024, og samme dag ble det avholdt et møte mellom Equinor og Havtil angående hendelsen.

Vi varslet den 23.4.2024 at vi ville granske hendelsen, og avholdt et oppstartsmøte på Forus med representanter fra ledelse og vernetjeneste for FLX og SFA. Det ble i dette oppstartsmøtet informert om mandatet, og at vi ikke så behov for befaring offshore i granskingen. Det første intervjuet med plattformsjef ble gjennomført etter oppstartsmøtet samme dag.

I første del av granskingen ble det prioritert intervju med personell offshore som hadde en rolle i hendelsen, beredskapen eller i normaliseringen etter hendelsen, samt å få tilgang på relevant dokumentasjon. Tidslinjen ble etablert på bakgrunn av dette.

IKM Testing ble 2.5.2024 varslet om deltakelse i granskingen, oppstartsmøtet ble avholdt på Sola samme dag. Mandatet vårt ble gjennomgått der vi fremhevet at granskingen skulle bidra til å unngå slike hendelser og vurdere tidligere tilsvarende hendelser.

I tillegg til intervjuer med personell som var direkte involvert i hendelsen ble ledelsen i FLX-organisasjonen til Equinor og IKM Testing intervjuet. Videre ble det valgt å gjennomføre intervjuer med:

- De i FLX-organisasjonen som kjente til analyser av jernsulfid i brønner og prosessanlegg, se kapittel 2.7.3.
- Ansvarlige/forfattere av styrende dokumenter og veiledninger som arbeidsprosessen (OM105.02) for entring, retningslinje GL0378 – Beste praksis for kjemisk rengjøring og krav i TR1055 angående tenkildedekontroll og jernsulfid.

De fleste intervjuene ble gjennomført med Equinor som observatør. To av intervjuene ble avholdt med IKM Testing som observatør. Dokumenter ble mottatt fra både Equinor og IKM Testing.

Siste intervju ble gjennomført 17.6.2024, og siste informasjon fra Equinor ble mottatt 5.8.2024. Granskingsrapport fra Equinor der IKM Testing deltok ble mottatt 25.6.2024.

### **3.2 Metodevalg for granskingen**

Tidlig i granskingen ble det etablert en tidslinje på bakgrunn av informasjon fra intervjuer og mottatt dokumentasjon. En forenklet versjon av denne er presentert i kapittel 4. Tidslinjen ble, før gjennomføring av oppsummeringsmøtene med Equinor (19.6.2024) og IKM Testing (20.6.2024), sendt ut til aktørene og gjennomgått i detalj i møtene. Mindre justeringer ble gjort etter oppsummeringsmøtene. Tidslinjen i denne rapporten avviker noe fra tidslinjen i granskingsrapporten til Equinor.

I hendelsen på SFA 17.4.2024 er tidspunkt for brannen tidsbestemt ganske nøyaktig til kl. 00:32. Tidspunktet for når faresituasjonen inntreffer er mer usikkert, men granskingsgruppen velger å definere at dette skjedde da mannhullsløkket ble åpnet 15.4.2024 kl. 16:30 og det kom luft inn i separatoren.

Havtil har i denne granskingen vektlagt å undersøke og vurdere faktorer som kan ha påvirket situasjonsforståelsen, beslutningene og handlingene til de involverte. Det har vært viktig å synliggjøre:

- Sikkerhetsrelatert ansvar.
- Beslutninger og manglende utføring av oppgaver.
- Situasjonsforståelsen eller hvorfor beslutninger og handlinger ble tatt av de involverte.

#### **4 Hendelsesforløp**

Hovedtrekkene ved hendelsesforløpet er beskrevet under, mens detaljert tidslinje er gitt i Tabell 3. Tabellen inneholder også informasjon forut for hendelsen, som kan ha påvirket dens utvikling.

I forbindelse med revisjonsstans på SFA var plattformen trykkavlastet, tømt for væske og gass, og separatorene steamet som en del av forberedelsene til mekanisk arbeid.

15.4.2024 kl. 16:30 blir mannhullsløkket til innløpsseparator CD2101 i område CD12 åpnet for utlufting.

16.4.2024 kl. 20:00, etter skiftbyttet, ble det rapportert om dårlig sikt inne i tanken, ca. 30-40 cm.

Da separatoren ble entret 17.4.2024 kl. 00:32, oppdaget tankoperatøren en åpen flamme på ca. 15-20 cm ca. 40-50 cm rett foran ansiktet i oppreist stilling.

BES-vakt varsler SKR om brannen. Tankoperatør kommer seg ut av tanken og evakuerer modulen sammen med BES-vakt.

Operatør i SKR utløste GA manuelt kl. 00:34. Alarmreaksjonslaget (ARL) starter spyling av separatoren gjennom mannhullet mens S&R-lagene gjør seg klare til innsats. De to i ARL observerer at hvit røyk kommer ut mannhullet når de forsøker å slukke brannen. De to blir eksponert for noe røyk før de trekker seg ut av modulen og blir tatt hånd om av sykepleier.

S&R-lag 1 går i innsats kl. 00:52 og overtar for ARL. Personell ombord (POB) oversikt kl. 01:17 fastslår fem savnede personer. POB-kontroll oppnås kl. 01:54, og situasjonen er normalisert innen kl. 02:07.

Tidspunkt	Hva	Kommentar
<b>Sentrale punkter i foranledningen til hendelsen:</b>		
År 2000	Første erfaringer med H <sub>2</sub> S i reservoaret på Statfjord.	
År 2012	Jernsulfidhendelse på SFB, Norne og Kalstø. Sikkerhetsdatablad av brønnavsetninger Statfjord.	Hendelsene beskrevet i kapittel 2.8. Sikkerhetsdatabladet estimerer avsetninger til ca. 70 % jernsulfid.
År 2014	BSS - Black Sticky Stuff påvist på SFA.	
RS 2017	Jernsulfid påvist i innløpsseparator CD2101.	Basert på prøvene estimeres over 500 kg jernsulfid.
20.9.2019	OM105.02 Prosedyre om entring ble oppdatert.	OM105.02 viser til GL0378, Beste praksis, vedlegg H. Det skal antas at jernsulfid er til stede dersom det ikke utelukkes ved analyser eller prøver.
2019	Mannhullslokket på CD2101.	Hengslene ble fjernet slik at lokket ikke lenger kunne monteres for hånd. En løfteanordning måtte derfor tas i bruk.
16.9.2020	GL0378, norsk versjon 2.02.	Beste praksis for kjemisk og mekanisk rengjøring, og ref. vedlegg H om Risiko og mitigerende tiltak. Ref. kapittel 2.6.
18.12.2020	TR1055 versjon 10, krav vedrørende jernsulfid.	Ref. kapittel 2.6.
2022	RS SFA. Deler utsatt til 2024.	Mesteparten av tankprogrammet ble flyttet.
2022	SFB RS22 - Prosedyre for håndtering av jernsulfid	Gjelder krav knyttet til entring av separatorene, GL0378 ikke nevnt i prosedyren.
1.4.2023	Jernsulfidhendelse på SFC.	Ref. kapittel 2.8.1.
Ca april 2023	Planlegging av RS24 starter.	
2023	SFC RS23 Prosedyre for håndtering av jernsulfid.	Prosedypen gjelder både for splitting av rørledninger, entring av tanker og håndtering

Tidspunkt	Hva	Kommentar
		av restavfall. GL0378 og hendelsen på SFC 1.4.2023 er nevnt.
6.10.2023	IKM tildelt kontrakt for tankrengjøring under RS.	
Slutten av oktober 2023	IKM Testing starter arbeidet med tankprogrammet.	Equinor bekreftet overfor tankansvarlig i IKM Testing at de «ikke hadde hatt utfordringer» med jernsulfid på SFA.
<b>Forberedelse og klargjøring til stans:</b>		
Februar 2024	Stansseminaret (ned- og oppkjøringsmøter).	To dager, tidspunkt tilpasset ulike skift. IKM Testing deltar. Noen områdeansvarlige var ikke med.
Mars 2024	Forkantaktivitet med rengjøring av to tanker.	Brannslanger ble lagt fram og brannvannstilkoplinger klargjort før entring.
8.4.2024	Produksjonen stanses, nedkjøring starter.	
10.4.2024 kl. 23:15	Anlegget er trykkløst.	IKM Testing starter arbeidet med steaming av separatoren.
11.4.2024 kl. 14:10	Steaming av CD2101 stanses.	CD12.
14.4.2024 kl. 01:39	Blinding av CD2101 iverksatt.	
15.4.2024	SJA blir gjennomført.	Ledet av IKM Testing. Jernsulfid ble diskutert, men ikke dokumentert på SJA-en. Jernsulfidrisiko inkludert i AT1 for entring der det ble inkluderte krav om oppkopling av brannslange og fukting av massene i CD2101. Områdeansvarlige deltok ikke i gjennomgangen, grunnet stor arbeidsbelastning. Redningsplan utarbeidet i forkant, signert 8.4.2024.
15.4.2024 kl. 16:30	Mannhullslokk åpnet og utluftning startet. AT1 for splitting	Faststoff raser ut ved åpning av mannhullslokk.
15.4.2024 kl. 22:30	IKM Testing Tanklag og områdeansvarlig gjennomgår administrative rutiner.	AT1 for entring ble signert. Gjennomgang i SKR og de ble enige om hvordan tanklag og SKR skulle kommunisere. Avsluttet med en kjentmannsrunde i tankområdet.
16.4.2024 kl. 02:26	AT1 for entring aktivert.	



Tidspunkt	Hva	Kommentar
16.4.2024 kl. 02:45	Avlufting av separator.	
16.4.2024 kl. 07:40	AT fornyet og rengjøring av CD2101 fortsetter.	Tankoperatørene bytter på å jobbe inni tanken, ca. 1-2 timer per økt før avløsning. Fokus på å samle opp pallringer i starten, rengjøring med fjerning av massene i tanken. De løse massene fjernes først før høytrykksspyling.
16.4.2024 (skiftbytte)	Ukjent lukt ombord.	Lukten kjent utenfor SKR, i boligkvarteret og andre steder. Ventilasjonsrom ble undersøkt uten å finne noe feil.
16.4.2024 kl. ca. 20:00	Entring av separator (bytter personell).	VOC-måling gjennomført.
16.4.2024 kl. ca. 22:00	Entring av separator (bytter personell).	Tankmåling gjennomført en halvtime forut: Lav VOC, ingen LRA målt.
17.4.2024 kl. ca. 00:30	Entring av separator (bytter personell).	Registrert dårlig sikt.
<b>Hendelsen:</b>		
<b>17.4.2024 kl. ca. 00:32</b>	<b>Tankoperatør oppdaget åpen flamme.</b>	<b>Reise seg tilfeldig opp i tanken og så en åpen flamme, 15-20 cm. Kritthvit røyk. BES kontakter SKR og rapporterer om observasjonen. Tankoperatør forlater separatoren.</b>
<b>Beredskap og hendelseshåndtering:</b>		
	SKR ber ARL om en "sjekk og rapporter".	
17.4.2024 kl. 00:34	Operatør i SKR initierte GA manuelt.	ARL iverksatte spyling med 1" ferskvannsslange. (Stusser for oppkopling av 2" brannslanger hadde ikke blitt forberedt i forkant av arbeidet, slik som beskrevet i AT1).
17.4.2024 kl. 00:52	S&R-lag 1 går i innsats.	
17.4.2024 kl. 00:55	Bekreftet røyk fra mannhull.	Starter fylling av CD2101 med vann gjennom mannhullet. Forsøker å lokalisere stusser for brannvannstilkobling.
17.4.2024 kl. 01:17	POB	5 savnet.
17.4.2024 kl. 01:17	S&R-lag 2 klar for innsats og bytter med lag 1.	Lag 1 bytter luftflasker og får nytt oppdrag om å starte fylling av CD2102 og CD2103 i CD9.

Tidspunkt	Hva	Kommentar
17.4.2024 kl. 01:35	CD2101 fylt opp med vann til mannullet.	Mannhullslokket kan ikke stenges.
17.4.2024 kl. 01:36	POB	3 personer funnet etter søk i boligkvarteret, 3. etasje.
17.4.2024 kl. 01:42	POB	2 personer funnet i boligkvarteret.
17.4.2024 kl. 01:47	Kontroll på brann.	Området sikret.
17.4.2024 kl. 01:54	POB	Samtlige personell mønstret på sine respektive plasser.
17.4.2024 kl. 02:07	Normalisering.	Avventer beskjed om stabilisering av situasjon.
17.4.2024	Mannhullslokk monteres på CD2101.	Separatoren kan fylles helt med vann.

Tabell 3 Tidslinje for hendelsen

## 5 Hendelsens potensial

### 5.1 Faktisk konsekvens

Den faktiske konsekvensen var en brann med røyk inne i innløpsseparatoren. Det befant seg en person fra IKM Testing, med åndedrettsvern inne i separatoren da brannen ble oppdaget. Personen kom seg ut og SKR ble varslet. Personell fra IKM Testing har rutinemessig blitt fulgt opp i etterkant.

Da IKM Testing-personell forlot separatorområdet var alarm og reaksjonslag (ARL) på plattformen ankommet området og gjennomførte spyling av separatoren. De ble eksponert for noe røyk mens de utførte spyleoperasjonen. Dette personellet hadde ikke brannmannsbekledning for brannbekjempelse, se også kapittel 7 for ytterligere informasjon om håndtering av beredskapen. Eksponert personell har rutinemessig blitt sjekket i etterkant.

Revisjonsstansperioden ble forlenget som følge av brannen.

### 5.2 Potensiell konsekvens

I forbindelse med revisjonsstansen var prosessanlegget trykkavlastet, drenert og steamet og det er vår vurdering at potensialet for spredning av brann fra denne separatoren var begrenset.

Vi er blitt informert om at det var S&R/brannlaget som stoppet mekanisk utluftning fra CD2101. Dette avsuget ble ført under plattformen og man kjente røyklukt fra brannen på mønstringstasjonen ved livbåten. Større mengder jernsulfid og større

røykmengder kunne eventuelt ha hindret eller eksponert personell i dette området dersom utluftingen ikke hadde blitt stanset.

Det var ikke gjort noen vurderinger knyttet til om avfallet var en potensiell tennkilde, men gjennom intervju kom det fram at avfallet ble håndtert som lav-radioaktivt avfall (LRA), noe som betyr at det ble holdt fuktig. Dette bidro til dermed å redusere sannsynlighet for at jernsulfid i avfallet kunne antennes. Vi anser det derfor som lite sannsynlig at håndteringen av avfallet kunne resultere i en brann et annet sted på innretningen.

En jernsulfidbrann med SO<sub>2</sub> og eventuelt andre helseskadelige komponenter i røyken vil raskt kunne ha hatt livstruende konsekvenser uten friskluftsutstyr og verneklær. Redningsplanen som var utarbeidet nevnte ikke risiko for brann knyttet til jernsulfid, og dekket ikke redning ut av tank fylt med skadelig SO<sub>2</sub>-røyk. FLX estimerer at det opprinnelig var mellom 2000 og 4000 kg jernsulfid i tanken, og det var tatt ut bare en begrenset mengde avsetninger fra tanken da brannen startet. Det var altså store mengder jernsulfid igjen i avsetningene i tanken, og antennelse av disse sammen med rester av hydrokarboner kunne medført stor varmeutvikling. Dette kunne ha skadet friskluftslangen til tankoperatør og dermed satt vedkommende i betydelig fare. S&R-lag var utstyrt med friskluftsmasker som håndterer både SO<sub>2</sub> samt andre typer røyk og skadelige gasser.

Vi ble under granskingen informert om at det var flere tanker i område CD9 som var åpne samtidig med separator CD2101 i CD12. Det kunne potensielt ha ført til brann i to moduler på SFA, både i CD12 og CD9.

## **6 Direkte og bakenforliggende årsaker**

### **6.1 Direkte årsak**

Den direkte årsaken til hendelsen var at jernsulfid i innløpsseparator CD2101 ble eksponert for atmosfærisk oksygen, se beskrivelse i kapittel 2.4.1. Dette førte til selvantennelse av jernsulfid.

Den eksoterme reaksjonen kunne skje som følge av en kombinasjon av:

- Tilførsel av oksygen/luft inn i separatoren.
- Jernsulfid tilført fra brønnene.

### **6.2 Bakenforliggende årsaker**

Granskingen viser at det er flere forhold som har bidratt til feil-, fare- og ulykkessituasjonen med brannen på SFA, samt hatt betydning for mulighet for å håndtere hendelsen.

De bakenforliggende årsakene knyttes i hovedsak til:

- Mangler ved styrende dokumenter i Equinor og FLX og bruk av dem.
- Rolle og ansvarsfordeling knyttet til gjennomføring av analyse av jernsulfid og bruk og formidling av resultatene.
- Planlegging og utførelse av arbeidet med rengjøring av tanker.

### **6.2.1 Styrende dokumenter i Equinor og FLX**

Etter hendelsen på Snorre B (se kapittel 2.8.2), gjennomførte Equinor en justering av interne krav til entring i arbeidsprosessen (OM105.02), retningslinje GL0378 – Beste praksis for kjemisk rengjøring og nye krav i TR1055 til kartlegging av jernsulfid, se kapittel 2.6.

Det har kommet frem under granskingen at den nevnte justeringen i OM105.02 ble kommunisert, men ble ansett for å være en mindre justering av det foregående kravet. Dette kravet var også ukjent for flere av de vi har intervjuet under granskingen både i Equinor og i IKM Testing.

I retningslinjen GL0378, vedlegg H foreslås det ulike forbyggende tiltak basert på hvilke nivåer jernsulfid som har blitt påvist/kartlagt i prosess-strømmer/anlegget. Imidlertid fremstår tiltakene som uklare, da de ikke angir konkrete innslagsnivåer for de ulike tilnærmingene.

Det er også i GL0378 beskrevet gjennomføring av en to-trinns kjemisk steameprosess dersom det er avdekket høye nivåer av jernsulfid. Ingen av Equinor-personellet vi har intervjuet i granskingen kjente til at det var etablert en metode eller en kjemikaliepakke som kunne benyttes for å følge denne veiledningen. GL0378 var heller ikke gjort kjent for IKM Testing som var tjenesteleverandør for rengjøring av tanker på SFA.

### **6.2.2 Kjennskap til jernsulfidinnhold i prosessanlegget på SFA**

Informasjon om tilstedeværelse av jernsulfid i anlegget på SFA, er ikke aktivt formidlet til eller brukt av dem som hadde ansvar for planlegging av RS24.

Mangelfull kjennskap, både hos driftsmiljøet og RS-teamet, til at jernsulfid var påvist i produksjons- og prosessanlegget på SFA, fremstår som den mest sannsynlige årsaken til at dette ikke ble tatt høyde for ved planleggingen av revisjonsstansen i 2024.

### 6.2.3 Planlegging og utførelse av arbeidet med rengjøring av tanker

Som beskrevet i kapittel 2.6 kan tilstedeværelse av jernsulfid ha betydning i forhold til valg av rengjøringsmetode og etablering av tiltak for å hindre og håndtere en eventuell antennelse.

Risikoen med jernsulfid og eventuelle tiltak for å håndtere dette ble ikke diskutert i planleggingsfasen.

I planleggingsfasen defineres arbeidsomfanget og forventet ressursbehov for arbeidet med den enkelte separator. RS-teamets manglende kjennskap til tilstedeværelse av jernsulfid førte til at nødvendige tiltak for å håndtere jernsulfid ikke ble vurdert i forbindelse med etablering av rengjøringsmetode, vurdering av ressursbehov eller for eventuell tidsbegrensning i forhold til utluftning av separatorene. På tidspunktet for hendelsen stod flere separasjoner til utluftning. Oppdatert krav i OM105.02 til utluftning var ikke kjent for dem som utarbeidet prosedyrene for tankarbeidet.

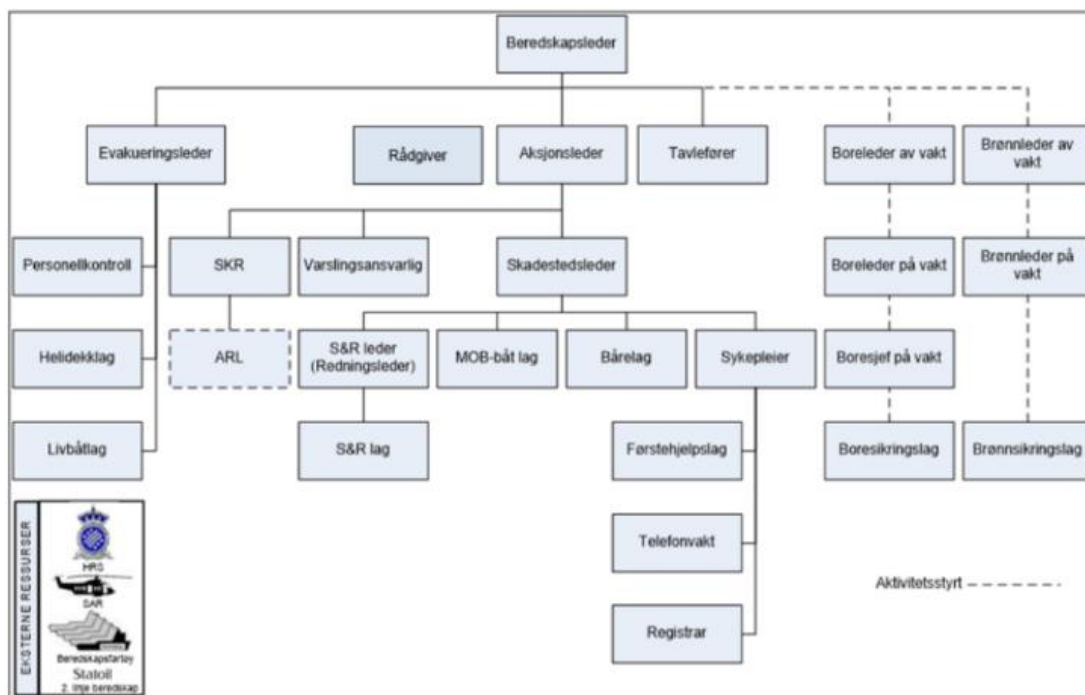
Tankrengjøring av separatoren går dag og natt og involverer utførende personell fra IKM Testing samt områdeoperatører som har ansvar for oppfølging/tiltak i sine områder. Risiko for jernsulfid ble diskutert i SJA i forkant av jobben. Det ble besluttet å inkludere enkelte tiltak i AT for entring, selv om sannsynligheten for jernsulfidproblematikk ble ansett å være liten. Dette ble imidlertid ikke dokumentert i SJA-en, hvilket medførte at risikoen for jernsulfid i tanken i begrenset grad var kommunisert.

## 7 Beredskap

Regelverket setter krav til at rettighetshaver og andre som deltar i petroleumsvirksomheten på norsk sokkel og på land, til enhver tid skal opprettholde en effektiv beredskap for å kunne håndtere fare- og ulykkessituasjoner som kan medføre tap av menneskeliv eller personskade, miljøforurensning eller stor materiell skade.

### 7.1 Beredskapsorganisasjon

Beredskapsorganisering, roller og oppgaver for beredskapsorganisasjonen på SFA er beskrevet i tillegg til: *Beredskap på norsk sokkel – Beredskap på norsk sokkel - Statfjord A, Final Ver. 14, publisert 2023-04-03.*



Figur 5 Beredskapsorganisasjonen på SFA

## 7.2 Beredskapshåndtering av hendelsen

I denne del av rapporten er vår beskrivelse av beredskap og innsats basert på intervjuer med fagpersonell som var i kontrollrommet under hendelsen, alarmreaksjonslag, beredskapspersonell som deltok på skadestedet ute i felt, ledende personell og beredskapsleder, i tillegg til beredskapsplaner og loggføringer fra hendelsen.

Vi beskriver overordnet de beredskapstiltak som ble aktivert fra alarm og varsling, til evakuering og bekjempelse ble iverksatt, frem til normaliseringsfasen etter at situasjonen var avklart og brannen slukket.

### 7.2.1 Alarm, varsling og mobilisering

Straks etter at åpen flamme blir oppdaget i separatorens varsler tankoperatør BES-vakt som igjen rapporterte via radio til SKR om brann. Tankoperatør tok seg umiddelbart ut av tanken.

Kl. 00:34 ble det aktivert GA fra SKR, noe som innebærer mønstring til livbåt for alt personell uten beredskapsoppgaver. I tillegg skal personell med beredskapsoppgaver mønstre på sine mønstringsplasser. Operatørene i SKR reagerte i henhold til beredskapsplanen, og brukte **DFU nr. 03 «Brann eller eksplosjon»** som grunnlag for videre aksjoner.

Været var loggført: NØ vind, 10 kn, 13 kn i kastene. Det var god sikt med signifikant bølgehøyde på 1,9 m.

### 7.2.2 Bekjempelse og redning

ARL, som besto av to prosessoperatører, ble straks sendt til CD12-området for å verifisere status – sjekk og rapporter tilbake til SKR.

ARL forespurte skadestedsleder (SKL) om de kunne starte slukking av brannen, noe som ble oppfattet at det ble gitt klarsignal til. SKL var på dette tidspunktet overbevist om at stusser for tilkobling av brannvann var installert i begge ender av tanken, men dette viste seg i ettertid å ikke være tilfelle da de aktuelle stussene ikke var klargjort til bruk.

ARL gikk umiddelbart til innsats med verneutstyr bestående av kjeledress, hjelm, vernesko, hansker og vernebriller, og ikke i brannmannsbekledning tilpasset oppgaven for brannslukking i tank. Dette ble iverksatt i påvente av at søk- og redningslag (S&R-/brannlaget) skulle bli klare til innsats.

ARL startet så påføring av vann med håndholdt vannslange inn i tanken via mannhullet. Brannslangene som skulle vært klare før arbeidet startet i innløpsseparatoren, var derimot ikke lagt frem, i strid med krav i entringstillatelsen AT1.

Under slukkearbeidet kom det røyk ut av mannhullet, noe som medførte at de to i ARL i noen grad ble eksponert for giftig røyk før de trakk seg ut av området.

Plattformsjefen ankom beredskapsrommet for å lede beredskapsinnsatsen umiddelbart etter at alarm ble gitt. Det ble straks rekvirert 2 stk. SAR helikopter, 1 stk. ordinært helikopter, og 1 beredskapsfartøy med FIFI.

Den øvrige beredskapsledelsen mønstret fortløpende i beredskapssentralen, og man utførte tiltak og aksjoner i henhold til beredskapsplanen og DFU nr 03 «Brann eller eksplosjon. Øvrig mannskap mønstret i henhold til alarminstruksen.

Det ble avholdt førstemøte i beredskapssentralen og skadestedsenter ble opprettet i CD14. Redningsleder ankom skadestedsenter hvor SKL oppholdt seg.

S&R-lagene mønstret på skadestedsenteret og var klare til innsats kl. 00:45. På dette tidspunkt manglet det en person på det ene av de to S&R-lagene. Personen som uteble hadde mønstret på livbåtstasjonen, og vedkommende var etter eget utsagn ikke blitt informert om sin rolle på S&R-laget. Vedkommende ble etter kort tid hentet ut av livbåten slik at begge innsatslagene ble fulltallige. Nødhospital ble klargjort og S&R-laget ble klarert for innsats og overtok for alarm- og reaksjonslaget.

S&R-lag nr. 1 gikk deretter inn i CD12 og startet innsats med å fylle separatorene med vann via mannhullet ved bruk av brannslanger. Radiokommunikasjonen mellom S&R-laget og SKL fungerte ikke optimalt med bekreftende kommunikasjon. I tillegg var det en del brudd i radiosambandet, såkalt radioklipping, ved at radiosambandet falt inn og ut og ikke virket konstant. Samtidig prøvde man å lokalisere stusser for tilkobling av brannvann direkte inn på tanken. Etter hvert fant man stusser til tilkobling av brannslanger, men disse var ikke klargjort til bruk. Senere samme natt ble stussene påmontert koblinger til brannslange av mekanisk avdeling.

De to personene fra ARL som var blitt røykeeksponerte ble fulgt til hospitalet for oppfølging og helsesjekk. Sykepleier var i den forbindelse i kontakt med vaktlege på land. Vi fikk i ettertid opplyst at det ikke ble konstatert personskader på de to i ARL.

### **7.2.3 Personelloversikt**

SFA benytter vanligvis et system med personlige registreringsklokker (PRS-klokker) for POB-kontroll. På grunn av mangel på PRS-klokker hos helikopterselskapet var noen av personellet ombord uten PRS-klokke ved ankomst til SFA. Det ble derfor på et tidlig tidspunkt besluttet å iverksette manuell telling ved en eventuell beredskapssituasjon. Dette medførte at POB-tellingen tok lengre tid.

Kl. 00:34 blir det aktivert generell alarm (GA) for å iverksette mønstring. Kl. 01:17 var det fremdeles fem personer som det ikke var gjort rede for, og det ble derfor startet søk i boligkvarteret etter disse personene.

Mellom kl. 01:36 og kl. 01:40 ble det funnet fem personer sovende i boligkvarteret; tre personer i 3. etasje, en person i 2. etasje, og en person i 4. etasje.

Etter 1 time og 20 minutter var alle mønstret på sine respektive plasser. Det ble ikke foretatt noen evakuering fra SFA.

### **7.2.4 Normalisering**

Hovedhensikten med normaliseringsfasen er å bringe anlegget med tilhørende personellressurser tilbake til normal og driftssikker tilstand.

S&R-lag sjekket etter hvert om det var antydning til røyk eller brann i de andre tankene, CD2102 og 2103 (CD9), med negativt resultat. Deretter ble disse tankene fylt med vann.

Kl. 01:35 ble det rapportert at tank CD2101 var så full av vann at vannet rant ut av mannhullet. S&R-lag trakk seg deretter tilbake, og kl. 01:47 ble det rapportert at



situasjonen var avklart og området sikret. Normalisering startet kl. 02:07 og streifvakt ble etablert.

Mannhullslokket som manglet hengsler ble påmontert tank CD2101 av mekanisk avdeling samme natt. Det ble ikke satt ut brannvakt, da det ikke ble ansett som nødvendig da tankene fortløpende ble fylt med vann.

## **8 Observasjoner**

Havtils observasjoner deles generelt i to kategorier:

*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.

### **8.1 Avvik**

#### **8.1.1 Mangelfull informasjon ifm. planlegging av tankrengjøring i revisjonsstans**

##### **Avvik**

Equinor hadde ikke sikret at den nødvendige informasjonen om muligheten for jernsulfid ble innhentet, bearbeidet og formidlet til relevante brukere til rett tid forut for planlegging av tankrengjøring på SFA, samt ved håndtering av avfall på SFA.

##### **Begrunnelse**

Gjennom ulike analyser er det avdekket at det er jernsulfid i brønner og prosessanlegget på SFA.

Intervjuet har avdekket at de første observasjonene av H<sub>2</sub>S fra produksjonen på SFA ble registrert rundt årtusen-skiftet. H<sub>2</sub>S i reservoar eller prosessanlegg forbindes med økt risiko for dannelse av jernsulfid. Utfordringer rundt brønnavsetninger og Black Sticky Stuff (BSS) ble registrert som en økende utfordring rundt 2014. BSS er også assosiert med betydelig risiko for innslag av jernsulfid.

Sikkerhetsdatablad for brønnavsetninger ved Statfjord-feltet beskriver at brønnavsetningene kan inneholde 70 % jernsulfid helt tilbake i 2012, men har ingen opplysninger om fysiske og kjemiske egenskaper eller til reaktivitet av jernsulfid, se kapittel 2.7.2. Dette kunne ha bidratt til en bedre risikoforståelse hos involvert personell.

I revisjonsstansen for SFA i 2017 ble det tatt prøver av avsetninger i innløpsseparator CD2101 som viste innhold av jernsulfid.

Fra 2021 hadde det systematisk vært tatt prøver i brønner, tanker og produsertvann som dokumenterte at det fantes jernsulfid både i brønner og i prosessanlegget på SFA.

Kunnskap om tilstedeværelse av jernsulfid og den risiko dette medfører har imidlertid ikke blitt formidlet til det personellet som planla RS2024 og arbeidet i CD2101. Dermed har sannsynlig tilstedeværelse av jernsulfid ikke blitt lagt til grunn i planleggingen.

Det ble heller ikke sikret at leverandøren IKM Testing fikk informasjon slik at de kunne tilpasse sin arbeidspraksis for å ta høyde for mulig jernsulfid i de avsetningene de skulle håndtere i tanken.

Det er ikke utarbeidet prosedyrer for klargjøring til entring eller entring av separatoren CD2101 som håndterer risiko for antennelse av jernsulfid, knyttet til for eksempel valg av rengjøringsmetode, tid for utluftning, behov for ekstra ressurser for å holde massen fuktig.

### **Krav**

*Styringsforskriften § 15 om informasjon andre ledd, jf. aktivitetsforskriften § 29 om planlegging første ledd*

## **8.1.2 Mangelfull risikovurdering ved åpning av mannhullsløkket på innløpsseparator (splitting av hydrokarbonsystemer)**

### **Avvik**

Den sikkerhetsmessige klareringen før åpning av mannhull på innløpsseparator omfattet ikke tiltak for å håndtere risiko for jernsulfid

### **Begrunnelse**

Aktiviteten med åpning av mannhull på innløpsseparator CD2101 tok ikke hensyn til hvilken risiko åpningen medførte.

I intervjuer og annen dokumentasjon har vi blitt informert om at mannhullsløkket ble åpnet 15.4.2024 kl. 16:30. Det er en egen AT1 knyttet til åpning/splitting av tanken. Det var ikke satt krav til tiltak knyttet til jernsulfid slik som det var i AT1 for entring.

I perioden separatoren sto på utluftning tok ikke Equinor hensyn til risiko med at mannhullsløkket ikke kunne lukkes raskt.

Eksakt når luft (oksygen) tilføres CD2101 er noe uklart, men det skjer lenge før brannen oppdages litt over midnatt den 17.4 (32 timer senere). I intervjuer har vi blitt informert både om en ukjent lukt, se kapittel 11, og de som entret CD2101 har også informert om dårlig sikt i separatorene. Det er mulig at en reaksjon mellom oksygen og jernsulfid kan ha startet før personell entret, eller da personell jobbet i tanken på dag- og nattskiftet 16.4.

### **Krav**

*Aktivitetsforskriften § 30 om sikkerhetsmessig klarering av aktiviteten*

## **8.1.3 Mangelfull kjennskap til krav i styrende dokumentasjon**

### **Avvik**

Krav til håndtering av jernsulfid i styrende dokumentasjon var ikke kjent av personell på SFA/FLX.

### **Begrunnelse**

Etter hendelsen på Snorre B med antenning av jernsulfid ble styrende dokumentasjon oppdatert for å hindre tilsvarende hendelser. Følgende kravdokumenter ble oppdatert: ARIS prosess for entring (OM 105.02), samt beste praksis for rengjøring (GL 0378). Ytelseskrav for tennkildek kontroll i TR1055 ble også oppdatert, men etter det som har blitt opplyst benytter FLX/SFA ikke TR1055 som teknisk kravdokument.

Gjennom intervju er vi informert om at eier og forfatter av tekniske krav i Equinor har ansvar for å informere om nye krav ut til de ulike driftsområdene, men at det ikke er noen ytterligere oppfølging fra kravseier i etterkant. Driftsområdene skal deretter gjøre en gap vurdering av nye operasjonelle og tekniske krav og er ansvarlig for implementering i egen organisasjon.

I dette tilfellet har ikke endringer i styrende dokumentasjon, knyttet til krav om at man skal ta hensyn til jernsulfid dersom det ikke kunne utelukkes ved prøve eller analyse, vært kjent og etterlevd i forbindelse med planlegging av aktivitet (mekanisk rengjøring av CD2101). Se også avvik 8.1.1.

### **Krav**

*Aktivitetsforskriften § 20 andre ledd bokstav b*

## **8.1.4 Håndtering av jernsulfid**

### **Avvik**

Equinor har ikke sikret at GL0378 for håndtering av jernsulfid i er utformet slik at den oppfyller sin tiltenkte funksjon.

## **Begrunnelse**

Enkelte av tiltakene beskrevet i retningslinje GL0378, vedlegg H fremstår som uklare. I retningslinjen foreslås det ulike forbyggende tiltak basert på hvilke nivåer jernsulfid som har blitt påvist/kartlagt i prosess-strømmer/anlegget. Retningslinjen angir imidlertid ikke konkrete innslagsnivåer for de ulike tilnærmingene.

I GL0378 er det beskrevet en to-trinns steame-prosess som skal benyttes dersom det er bekreftet høye jernsulfidnivåer. Det første trinnet inkluderte vanddamp tilsatt kjemikalier som har til hensikt å reagere med jernsulfid og danne mindre brannfarlige forbindelser. Gjennom intervjuer ble det bekreftet at Equinor ikke har identifisert hvilke kjemikalier som skal anvendes i en kjemisk håndtering av jernsulfid, og har ikke tidligere benyttet denne tilnærmingen på sine innretninger og anlegg.

I revisjonsstansene på SFB i 2022 og SFC i 2023 ble det utarbeidet egne detaljerte prosedyrer for jernsulfid, se kapittel 2.7.2. I revisjonsstansen for SFA var det ikke utarbeidet en tilsvarende prosedyre som inkluderte risiko forbundet med jernsulfid og selvantennning av denne.

## **Krav**

*Aktivitetsforskriften § 24 om prosedyrer andre ledd*

### **8.1.5 Mangelfull personellkontroll**

#### **Avvik**

Equinor hadde ikke sikret at personellet som oppholdt seg ombord på SFA kunne lokaliseres og reddes så raskt som mulig.

#### **Begrunnelse**

Opptellingssystemet under mønstring fungerte ikke tilfredsstillende innenfor egne ytelseskrav. Ytelseskravet for mønstring på SFA er 25 minutter, ref. WR1156 kap. 3.2.2. Opptellingen av POB ble derfor ikke klar før det var gått over en time og 8 minutter. Først etter 1 time og 20 minutter var alle mønstret på sine respektive plasser.

De personlige registreringsklokkene (PRS-klokkene), som vanligvis brukes på SFA for POB-kontroll under mønstring, var ikke blitt utlevert i tilstrekkelig antall til alle passasjerer på heliporten før utreise fordi leverandør av disse ikke hadde flere igjen på lager. Dette medførte at man måtte iverksette manuell POB-opptelling som tok lengre tid. Det fremkom også under noen av intervjuene at alarmen (GA) ble avsluttet noe tidlig, og dette kan ha bidratt til at ikke alle oppfattet at de skulle mønstre i livbåtene.

**Krav**

*Aktivitetsforskriften § 77 om håndtering av fare- og ulykkessituasjoner, bokstav c jf. d.*

**8.1.6 Mangelfull planlegging av brannbekjempelsestiltak****Avvik**

Equinor hadde ikke sikret at brannbekjempelsestiltak ble satt i verk så raskt som mulig ved brann i innløpsseparatoren.

**Begrunnelse**

Viktige tiltak for å unngå brann, som beskrevet i AT (entringstillatelsen), var å holde jernsulfid våt/fuktig. I AT for entring av tanken ble det satt krav til at stusser på tanken skulle klargjøres og brannslanger legges ut slik at man lett kunne påføre vann dersom varmgang ble observert.

Under intervjuer kom det frem at brannslangene ikke var lagt frem og klargjort til bruk før arbeidet i innløpsseparatoren startet.

**Krav**

*Aktivitetsforskriften § 77 om håndtering av fare- og ulykkessituasjoner, bokstav b*

**8.2 Forbedringspunkter****8.2.1 Mangler ved selskapets oppfølging av at nye krav iverksettes****Forbedringspunkt**

Equinor synes ikke å ha fulgt opp at styringssystemets nye krav til håndtering av jernsulfid fungerer etter hensikten.

**Begrunnelse**

I oppdatert TR1055, versjon 10, sies det angående jernsulfid: "SR-85881 - The safety strategy shall include information about process segment where iron sulphide may accumulate and pose a threat from auto ignition in connection with maintenance, cleaning or opening of process segment. It should also identify if such an accumulation can be expected during later service life in connection with changes in fluid composition."

Vi er blitt gjort kjent med at det er blitt informert om de nye tekniske kravene i TR1055 i mange sammenhenger, for eksempel i faglige nettverksmøter. I tillegg til informasjon om nye krav har Equinor egne verifikasjonsgrupper til å utføre oppfølging av krav i TR1055 gjennom Tekniske Tilstand Sikkerhet (TTS). TTS gruppene gjennomfører sine verifikasjoner med hjelp av sjekklister, og disse skal da gjenspeile

krav i TR1055. Vi er blitt informert om at det nye ytelseskravet for tennkildekontroll og kartlegging av jernsulfid ikke var lagt til som en del av sjekklisten i TTS.

Granskingsgruppen ble i oppstartsmøte 23.5 med FLX informert om at TR1055 ikke var benyttet som teknisk kravdokument og at FLX derfor ikke hadde gjort den kartleggingen som TR1055 krevde. FLX henviser isteden til at de legger NORSOK S-001 til grunn for sitt arbeid.

Det kom frem under granskingen at siden FLX ikke har fanget opp endringene i TR1055, har man verken oppdatert sin sikkerhetsstrategi eller på andre måter fanget opp dette forholdet. Det synes derfor som at Equinor ikke fulgte opp at den risiko som endringene i TR1055 skal håndtere, ble ivaretatt også i styrende dokumenter som lagt til grunn i FLX.

### **Krav**

*Styringsforskriften § 21 om oppfølging*

## **8.2.2 Mangelfull mønstring i søk- og redningslaget (S&R-laget)**

### **Forbedringspunkt**

Equinor synes ikke å ha sikret nødvendig overføring av informasjon til medlem i S&R-lag om pålagte oppgaver i beredskapsorganisasjonen ved skift- og mannskapsbytte.

### **Begrunnelse**

S&R-laget var satt opp med seks personer, men laget mønstret kun med fem personer da Generell Alarm (GA) ble utløst. En person som tilhørte S&R-laget, var etter eget utsagn ikke informert om at han var satt opp på S&R-laget og hadde derfor mønstret på livbåtstasjonen. Vedkommende måtte derfor hentes ut av livbåten.

Dette resulterte i at det gikk ekstra lang tid før S&R-laget var fullt bemannet, uten at dette førte til påviselig forsinkelse i slokkearbeidet.

### **Krav**

*Aktivitetsforskriften § 32 om overføring av informasjon ved skift- og mannskapsbytte jf. Aktivitetsforskriften § 75 om beredskapsorganisasjon, første ledd*

### 8.2.3 Mangelfull radiokommunikasjon

#### Forbedringspunkt

Equinor synes ikke å ha sikret at nødvendig intern radiokommunikasjon mellom personellet i S&R-laget, SKL og SKR ble ivaretatt til enhver tid under beredskapsinnsatsen ved brann i innløpsseparator.

#### Begrunnelse

Radiokommunikasjonen mellom S&R-laget, SKL og SKR fungerte ikke optimalt med bekreftende kommunikasjon. I tillegg var det en del brudd i radiosambandet, såkalt radioklipping, ved at radiosambandet falt inn og ut og ikke virket konstant. Dette medførte blant annet at SKR trodde man hadde funnet stussene til brannslangene på innløpsseparatoren, noe som senere viste seg å ikke stemme.

#### Krav

*Aktivitetsforskriften § 80 om kommunikasjon første ledd*

### 8.2.4 Mangelfull beredskapstrening og -øving for arbeid i tank

#### Forbedringspunkt

Det synes som om Equinor ikke hadde sikret at det ble utført nødvendig beredskapstrening eller -øving for arbeid i den aktuelle tanken/innløpsseparatoren, slik at personellet kunne håndtere en brann i denne på en effektiv måte.

#### Begrunnelse

I intervjuer kom det frem at det ikke var trent eller øvd i tilstrekkelig grad på redningsplanen for arbeid i den aktuelle tanken/innløpsseparatoren.

Dette medførte blant annet at innsattpersonellet på forhånd ikke var blitt oppmerksomme på at det manglet stusser for tilkobling av brannslanger på tanken/innløpsseparatoren, og at lokket til mannhullet var demontert.

Det var heller ikke avdekket på forhånd at brannslangene som skulle vært lagt frem var for korte til å rekke frem til brannstedet, eller nøyaktig hvor disse var lokalisert i tilknytning til innløpsseparatoren.

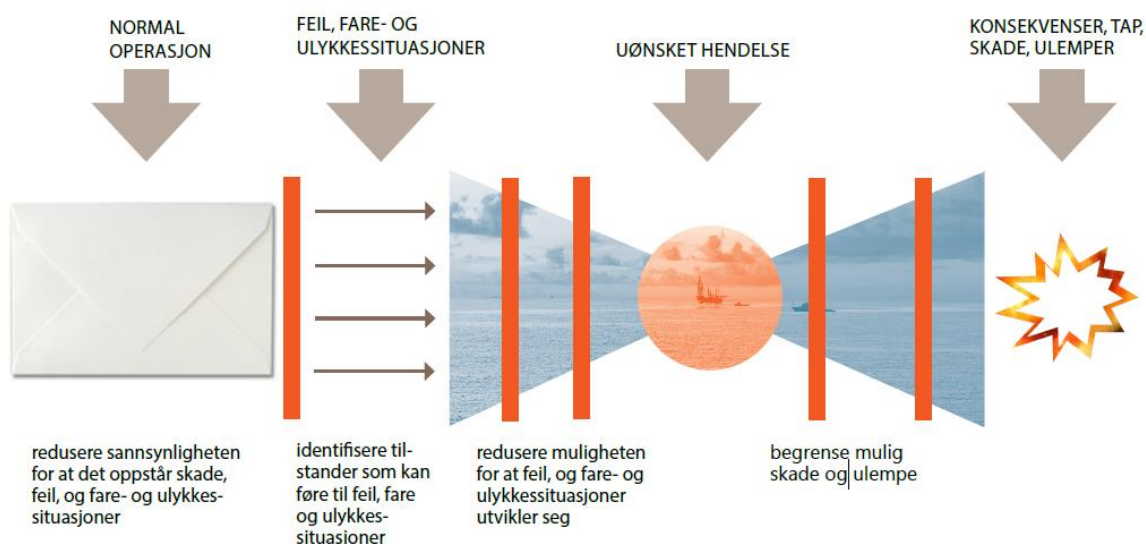
Dette medførte at man brukte lang tid til å finne de rette brannslangene, som så måtte klargjøres og skjøtes før de kunne brukes.

## Krav

Aktivetsforskriften § 23 om trening og øvelser første ledd, jf.

Aktivetsforskriften § 77 om håndtering av fare- og ulykkesituasjoner, bokstav b

## 9 Barrierer som har fungert



Figur 6 Tradisjonelt barrierediagram – Fra Ptil barrierenotat 2017

Hendelsen ble håndtert etter DFU03 «Brann eller eksplosjon». Det var i hovedsak brudd på barrierer på venstre siden av Bowtie-diagrammet, spesielt med manglende identifisering av sannsynligheten for at det kan oppstå skade, feil-, fare- og ulykkesituasjoner.

På høyre siden av diagrammet fungerte følgende barriereelementer:

- SKR fikk informasjon om brannen av beredskapsvakten (BES) til tanklaget over radio og fulgte opp med GA. ARL ble sendt til området og verifiserte røyk i tanken.
- Beredskapslag og førstehjelpspersonell mønstret i henhold til instruks og ytelseskrav, men en fra brannlaget mønstret i livbåt.
- Beredskapsledelsen rekvirerte umiddelbart to SAR-helikopter, et ordinært helikopter og beredskapsfartøy med FIFI.
- Beredskapsledelsen mønstret fortløpende i beredskapssentralen.
- Skadestedsenter ble opprettet i CD14 og redningsleder og skadestedsleder ankom skadestedsenter i henhold til instruks og ytelseskrav.

De beredskapsmessige forholdene som hadde feil og mangler er beskrevet i kapittel 7.



## **10 Læring og oppfølging av tidligere hendelser med selvantennelse av jernsulfid**

Som en del av mandatet til denne granskingen skal oppfølging av tiltak og læring etter tilsvarende hendelser på Snorre B, SFB og Kalstø vurderes.

Arbeidsprosessen OM105.02 (OM – Operation and Maintenance) knyttet til entring har en eier og en forfatter. Tilsvarende er det med tekniske krav i eksempelvis TR1055 og beste praksis dokumenter som GL0378. I intervjuer er vi informert om at endringer i disse dokumentene gjøres etter innspill fra fagpersoner, hendelser, standarder eller andre erfaringer. Endringer av OM105.02 og TR1055 etter hendelsen på Snorre B i 2019 ble formidlet til de ulike driftsenhetene. Videre oppfølging av kravene blir håndtert i disse. Etter hendelsen på Snorre B ble det eksempelvis for OM105.02 etablert en læringspakke og det ble også satt på agendaen for erfaringsoverføringsmøtet for revisjonsstansteam i 2019. Malen for arbeidstillatelsene fikk et «ekstra valg» knyttet til jernsulfid i forbindelse med entring.

Gjennom samtaler kom det fram at det i forbindelse med revisjonsstanser på SFA i 2019 og 2022 var etablert noen tiltak for håndtering av jernsulfid, blant annet ved å montere påkopplingsstusser for brannvann på separatorene før entring. Dette ble også gjennomført i forbindelse med entring av to separatorene i forkant av revisjonsstansen i 2024 (testseparator og avgassingstank). Tiltakene var av uklar årsak ikke videreført inn i revisjonsstansen i 2024.

Som beskrevet i kapittel 2.8 så har det vært hendelser med jernsulfid på SFB og SFC. På disse innretningene er det etablert spesifikke prosedyrer for håndtering av jernsulfid.

Det var ikke gjennomført noen aktive målinger for å avkrefte tilstedeværelse av jernsulfid på SFA i forbindelse med revisjonsstansen. Men som beskrevet i avvik 8.1.1 så finnes det prøver fra produksjonssegmenter på SFA som påviser tilstedeværelse av jernsulfid.

Basert på informasjon mottatt i granskingen kan det se ut til at endringen i arbeidsprosess for entring knyttet til håndtering av mulig tilstedeværelse av jernsulfid (OM105.02) ikke medførte noen endring i forhold til hvordan arbeidet med rengjøring og inspeksjon av innløpsseparator på SFA ble planlagt og gjennomført.

## **11 Diskusjon omkring usikkerheter**

### **11.1 Usikkerhet med hvorfor tidligere tiltak ikke ble gjennomført i RS2024**

I forbindelse med revisjonsstans på SFA i 2019 samt ved rengjøring av testseparator og avgassingstank i forkant av revisjonsstansen i 2024, ble det implementert tiltak

knyttet til å montere tilkoblingspunkt for brannvann på separatorene. Hvorfor disse tiltakene ikke ble implementert i forkant av splitting av CD2101 under selve revisjonsstansen i 2024 er usikkert.

### **11.2 Usikkerhet knyttet til en reaksjon mellom jernsulfid og oksygen forut for brannen i CD2101 ble oppdaget**

Det kom frem i intervjuer at mange hadde kjent en ny «ukjent» lukt forut for brannen. Allerede i forbindelse med skiftbytte om kvelden den 16.4 kjente flere personer denne lukten, og det ble også gjennomført i ventilasjonsrom ombord for å finne ut hvor lukten kom fra. Granskingsgruppen er usikker på om lukten kan knyttes til tidlig reaksjon mellom jernsulfid og oksygen.

Det kom frem i intervjuer at sikten inne i separatorene var noe begrenset på nattskiftet som oppdaget brannen. I prosedyren for håndtering av jernsulfid på SFC i RS2023 er det beskrevet at det er lett å forveksle røyken fra en jernsulfidbrann med damp. Granskingsgruppen er usikker på om «dampen» i CD2101 faktisk var røyk fra en reaksjon mellom jernsulfid og oksygen.

### **11.3 Estimert mengde jernsulfid i CD2101**

Det er rapportert om at ca. 7 m<sup>3</sup> masse er tatt ut av CD2101. Analyser viser at prøvene fra bunnen inneholder mellom 32 og 36 % jernsulfid. Massetettheten er ca. 2000 kg/m<sup>3</sup> og gir 14 tonn, dvs. ca. 5000 kg jernsulfid. Equinor har konkludert med at det nok er usikkerhet både i volumet på 7 m<sup>3</sup> masse, innholdet av vann og konsentrasjonen av jernsulfid i ulike deler av separatorene. Det er antatt at innholdet ligger mellom 2 og 4 tonn.

### **11.4 Tidsforløpet er usikkert**

I oppsummeringsmøtene med Equinor og IKM Testing presenterte vi usikkerhet når personell entret separatorene. Vi har fått tilbakemelding på at dette skjedde første gang om morgenen den 16.4. Dersom entringen skulle ha skjedd tidligere har det ingen betydning for hendelsen.

## **12 Vurdering av aktørens granskingsrapport**

Equinor etablerte en egen granskingsgruppe den 18.4.2024 med mandat for granskning av hendelsen 17.4.2024. Granskningen ble lagt på nivå 3 i Equinor sin granskingskategori.

Vi mottok deres granskingsrapport 25.6.2024. Hendelsesforløp og årsaksforhold er i hovedsak sammenfallende med vår granskingsrapport. Vi vurderer at selve planleggingsfasen på land forut for revisjonsstansen er lite beskrevet. Rapporten til

Equinor har ikke inkludert en sentral arbeidstillatelse som dekket åpning av separatoren (AT1 for splitting av HC-system), se beskrivelse i vår rapport kapittel 2.5.

I vår rapport har vi også vurdert flere forhold relatert til manglende planlegging og håndtering av beredskap.

I de mer bakenforliggende årsakene har vår granskingsrapport diskutert mer det faktum at det var manglende deling av informasjon om risiko med jernsulfid i FLX og til dels Equinor, tross at slik informasjon fantes i organisasjonen. Eksempelvis var det allerede i 2012 et sikkerhetsdatabladd for brønnavsetninger på Statfjord som beskrev at det kunne bestå av 70 % jernsulfid.

Equinor har valgt å granske hendelsen på nivå 3, der driftsenheten er ansvarlig. Vi vurderer at andre nivåer kunne vært valgt. Dette på bakgrunn av blant annet:

- Sentral arbeidsprosess i ARIS (til entring), oppdatert i 2019, men medførte ikke noen endring i forhold til hvordan arbeidet med rengjøring og inspeksjon av innløpsseparator på SFA ble planlagt og gjennomført.
- Veiledning til ARIS-kravet (GL0378) fremstår som uklar.
- Flere barrierer med tanke på beredskap var ikke på plass.
- Det gikk veldig lang tid før man hadde fullstendig mønstring av personell om bord.

Tekniske krav i TR1055 til kartlegging av jernsulfidmengder var ikke etterlevd på noen innretninger siden kravet kom etter oppdatering i 2020.

Vi ser det som en fordel at Equinor sin gransking har tiltak både til FLX, Equinor og IKM Testing fordi svikt og forbedringer i planlegging og utføring kan knyttes til flere.

## **13 Andre kommentarer**

### **13.1 ARL-personell startet brannslukking uten brannmannsbekledning**

De to fra alarmreaksjonslaget (ARL) som først kom til skadestedet etter alarm var aktivisert i SKR, startet umiddelbart med påføring av vann inn i tanken via mannhullet for å slokke brannen. Etter kort tid veltet giftig røyk ut av mannhullet, og begge ble i noen grad eksponert for denne røyken og måtte få tilsyn av sykepleier ombord. Vi er ikke kjent med at dette har medført personskade.

ARL-personellet var ikke iført brannmannsbekledning for brannslukking, men vanlig arbeidsantrekk for arbeid utendørs på innretningen.

Primæroppgaven til ARL er å verifisere alarmen - sjekk og rapporter - og gi raskest mulig tilbakemelding til SKR, slik at nødvendige beredskapstiltak kan iverksettes.

I dette tilfellet var det S&R-laget som primært skulle utføre slokkeinnsatsen iført brannmannsbekledning.

### **13.2 Manglende hengsler på mannhullsløkk**

I 2019 ble luken til mannhullet på innløpsseparator CD2101 modifisert ved at hengslene ble fjernet. Dette medførte at luken, måtte håndteres på plass med en løfteanordning, og kunne derfor ikke lukkes med håndkraft slik man kunne på øvrige tanker. Dette har bidratt til å forringe muligheten for å håndtere hendelsen effektivt.

Hendelsen på SFC 1.4.2023 viser at det er effektivt å isolere rørsegmenter eller tanker, og dersom mannhullsløkket på en enkel måte kunne blitt stengt kunne dette bidratt til å kvele/slukke brann i separator. Dette underbygges også av prosedyren for håndtering av jernsulfid utarbeidet for revisjonsstansen på SFB i 2022, som anbefaler at mann hull lukkes og vann tilføres tank i tilfelle varmeutvikling og hvit røyk.

Brannen i CD2101 var lokalisert over mannhullsnivået. Fylling av vann i tanken uten å stenge mannhullet kunne dermed ikke ha stoppet hendelsen. Mannhullet ble ikke stengt før et arbeidslag, etter normalisering, fikk anledning til å planlegge og utføre løfteoperasjonen.

### **13.3 Utsatt tankrengjøring og tekniske problemer med jettevannssystemet**

Som beskrevet i kapittel 2.4.1, var tankrengjøringen av CD2101 opprinnelig planlagt gjennomført i 2022, men utsatt først til 2023, så til 2024. En konsekvens av dette er økt akkumulering av avsetninger i separatorene når tanken skulle rengjøres i 2024. I tillegg var det erfart dårlig tilstand på jettevannssystemet når dette har blitt inspisert i forbindelse med tidligere tankrengjøring, i form av, blant annet, tette dyser. Se Tabell 1. Granskingsgruppen har ikke inkludert vurderinger om systemet har vært i stand til å utføre sine tiltenkte funksjoner i drift.

## **14 Vedlegg**

A: Dokumenter er lagt til grunn i granskingen.

B: Oversikt over personell fra IKM Testing og Equinor som har deltatt i intervjuer og møter.