

Granskingsrapport

Rapport	
Rapporttittel Rapport etter gransking av gasslekkasje på Aasta Hansteen 8.4.2019	Aktivitetsnummer 001218029

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

Involverte	
Lag T-1	Godkjent av / dato Kjell Marius Auflem 24.3.2020
Deltakere i granskingsgruppen Bente Hallan, Kristi Wiger og Eivind Sande	Granskingsleder Eivind Sande

Innhold

1	Sammendrag	3
2	Bakgrunnsinformasjon.....	3
	2.1 Beskrivelse av innretning og organisasjon	3
	2.2 Situasjon før hendelsen.....	4
	2.3 Beskrivelse av fakkelsystem og utstyr relevant for hendelsen	4
	2.4 Forkortelser	5
3	Ptils gransking.....	6
	3.1 Om granskingen.....	6
	3.2 Granskingsgruppens mandat.....	6
	3.3 Granskingsgruppens sammensetning	7
4	Hendelsesforløp	7
5	Hendelsens potensial.....	10
	5.1 Faktisk konsekvens	10
	5.2 Potensiell konsekvens.....	10
6	Årsaksforhold og drøftinger	10
	6.1 Direkte årsak	10
	6.2 Bakenforliggende årsaker	10
	6.3 Problemstillinger relevant for denne type sprengblekk.....	10
	6.4 Lekkasjerate	11
7	Observasjoner.....	11
	7.1 Mangler ved krav til fakkelfventil	12
	7.2 Mangler ved installasjon av sprengblekk med tilhørende sprengblekkholder.....	13
8	Barrierer som har fungert.....	13
9	Diskusjon omkring usikkerheter.....	14
10	Vurdering av aktørens granskingsrapport.....	14
11	Dokumentliste	16
12	Vedlegg.....	17

1 Sammendrag

Den 8.4.2019 oppstod det en gasslekkasje på Equinors innretning Aasta Hansteen. Gasslekkasjen var fra et sprengblekk i fakkelsystemet, og oppstod etter en driftsforstyrrelse som medførte produksjonsfakling. Petroleumstilsynet (Ptil) besluttet 9.4.2019 å granske hendelsen.

Fakkelsystemet er det sikkerhetssystemet som, ved hendelser som medfører trykkavlastning og nødavstenging av prosessanlegget, skal sørge for en sikker håndtering av hydrokarbonene i anlegget. Dette for å redusere risiko og sannsynlighet for eskalering. Hendelser som svekker eller setter fakkelsystemet ut av drift er derfor spesielt bekymringsfullt.

Aasta Hansteen er designet med et lukket høyttrykksfakkelsystem. Ved behov for fakling vil en hurtigåpnene fakkelfventil åpne, slik at gass kan strømme ut av fakkeltuppen og brennes. I parallell med fakkelfventilen er det installert et 30" sprengblekk som skal sikre fri passasje for gassen dersom fakkelfventilen ikke åpner slik den skal.

Under hendelsen den 8.4.2020 ble sprengblekket aktivert (åpnet). Deler av sprengblekket ble dratt ut av sprengblekkholderen og inn i fakkelfrøret. Dette medførte en ekstern gasslekkasje ut fra sprengblekkholderen. Gasslekkasjeraten er vurdert til å være større enn 0,1 kg/s.

Gasslekkasjen ble observert av personell i området og detektert av gassdeteksjonssystemet. Gassdeteksjonen medførte mønstringsalarm (generell alarm), produksjonsnedstengning, utløsning av deluge og trykkavlastning.

Gasslekkasjen ble detektert kl 13.29. Kontroll på personell om bord (POB) var bekreftet kl 13.40. Kl 14.15 ble deluge stoppet, det var da ingen gassdetektorer som viste utslag. Demobilisering og normalisering ble påbegynt kl 14.50.

Produksjonen var nedstengt i 10,5 døgn som følge av hendelsen.

Det er registrert 2 avvik relatert til følgende forhold:

- Mangler ved krav til fakkelfventil
- Mangler ved installasjon av sprengblekk med tilhørende sprengblekkholder

For nærmere beskrivelse av forholdene viser vi til kapittel 7.

2 Bakgrunnsinformasjon

I forbindelse med produksjonsfakling oppstod det den 8.4.2019 en gasslekkasje på Equinors innretning Aasta Hansteen.

2.1 Beskrivelse av innretning og organisasjon

Aasta Hansteen ligger i den nordlige delen av Norskehavet, 120 kilometer nordvest for Norge. Vanndybden i området er 1270 meter. Aasta Hansteen ble påvist i 1997, og plan for utbygging og drift (PUD) ble godkjent i 2013. Feltet er bygd ut med en Spar-plattform, en

flytende innretning med et vertikalt sylindrisk skrog som er forankret til havbunnen. Utbyggingen omfatter også to bunnrammer med fire brønnslisser hver og to havbunnsrammer med en slisse hver (satellitter). Brønnrammene er koblet til plattformen med rørledninger og stive stigerør av stål. Aasta Hansteen Spar ble slept til feltet tidlig i 2018. Alle produksjonsbrønner ble forboret i 2018 og produksjonen startet i desember samme år.

Gass fra Aasta Hansteen transporteres i Polarled-rørledningen til Nyhamna-terminalen i Møre og Romsdal. Lettolje lastes på tankskip og fraktes til markedet.

Rettighetshavere i utvinningstillatelse 218 er:

- Equinor Energy AS	51%
- Wintershall Norge AS	24%
- OMV (Norge) AS	15%
- ConocoPhillips Scandinavia AS	10%

Equinor er operatør på feltet.

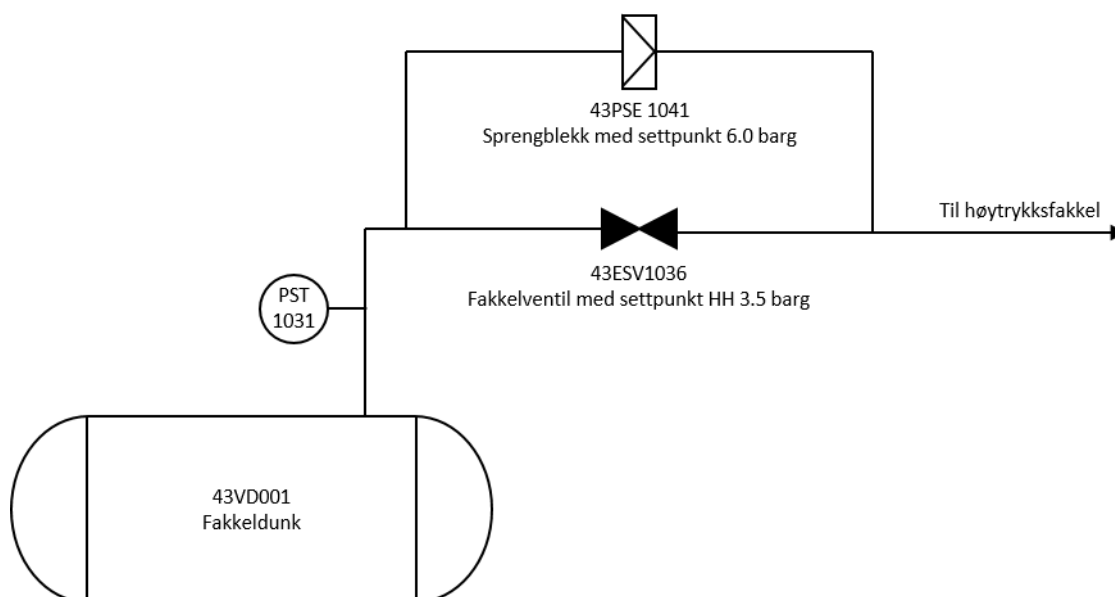
2.2 Situasjon før hendelsen

Aasta Hansteen var i normal drift i forkant av hendelsen den 8.4. Det ble notert vind med hastighet på 14 knop, retning 324 grader nordvest.

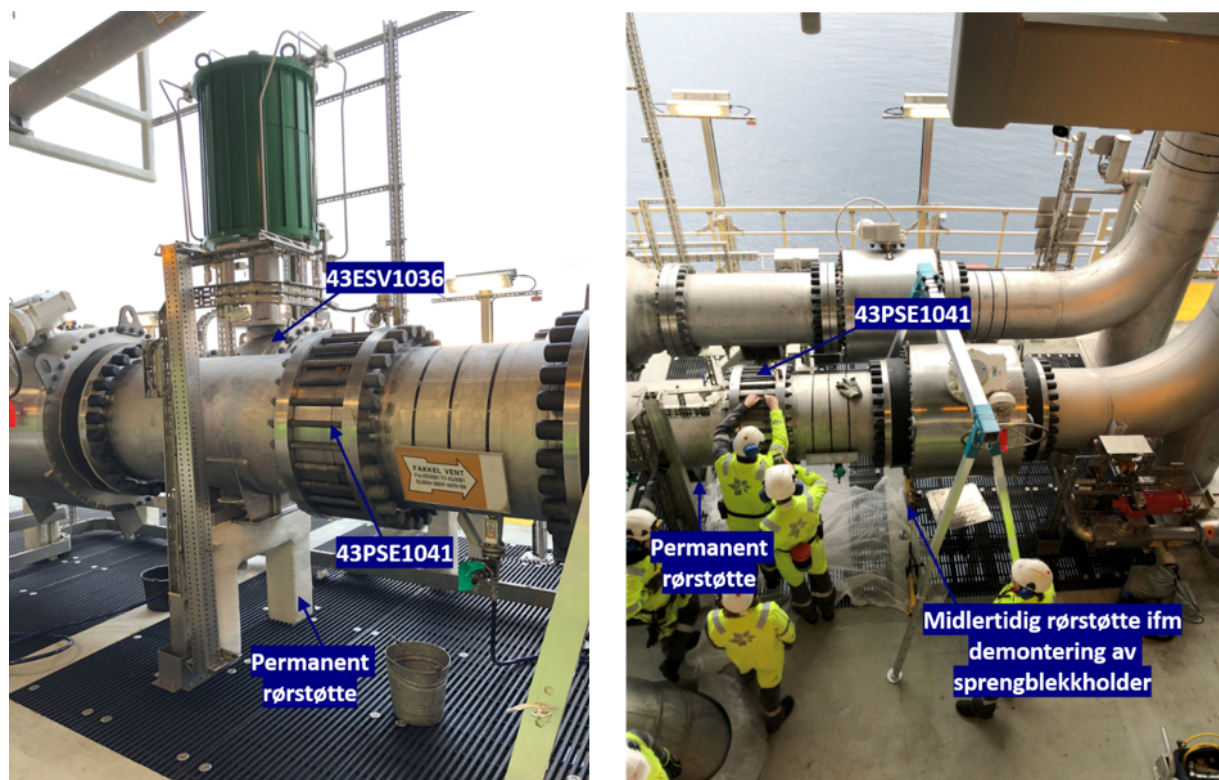
På grunn av tilbakevendende problemer med en rekompresor hadde man hatt perioder med faking av deler av produksjonen på Aasta Hansteen. I situasjoner der rekompresoren ikke var i drift, måtte fakkelfventilen (43ESV1036) stå i åpen posisjon. Rekompresoren hadde ikke vært i drift i en periode i forkant av hendelsen, men når hendelsen inntraff var kompressoren nettopp startet opp igjen og fakkelfventilen var stengt.

2.3 Beskrivelse av fakkelsystem og utstyr relevant for hendelsen

Fakkelsystemet er designet for å hindre eskalering av fare- og ulykkessituasjoner ved hurtig å redusere trykket i anlegget. Systemet for høytrykksfakkelf på Aasta Hansteen er et lukket system, det vil si at eventuelle lekkasjer inn til fakkelsystemet føres tilbake til prosessanlegget. Dersom en får en situasjon i en eller flere deler av prosessanlegget som fører til trykkavlastning, vil det skje en trykkøkning i høytrykksfakkeldunk (43VD001) utover operasjonstrykk og den hurtigåpnende fakkelfventilen (43ESV1036) vil åpne. Et sprengblekk (43PSE1041) er montert i parallell med fakkelfventilen. Dette vil åpne i tilfelle ventilen skulle svikte eller ikke åpner raskt nok. Sprengblekket er et sikkerhetsselement, og at det ryker skal i seg selv ikke medføre økt risiko. I hendelsen på Aasta Hansteen røk imidlertid sprengblekket på en slik måte at innfestningen ikke klarte å holde sprengblekket på plass i holderen, og en hydrokarbonlekkasje oppstod.



Figur 1 Forenklet skisse av høytrykksfakkeldunk og fakkelventiloppsett



Bilde 1 og Bilde 2: Bilder tatt på hendelsessted under demontering av sprengblekk 11.4.2019 (Ptil)

2.4 Forkortelser

- ESV – Emergency Shutdown Valve (nødavstengningsventil)
- PSE – Pressure Safety Element (rupture disc/sprengblekk)
- PST – Pressure Safety Transmitter

3 Ptils gransking

3.1 Om granskingen

Petroleumstilsynet ble varslet om gasslekkasjen på telefon til vår beredskapsvakt mandag 8.4.2019 kl. 14.04. Varselskjema ble formelt oversendt senere samme dag. Det ble avholdt et videomøte med Equinor tirsdag 9.4.2019 kl. 10.00 der selskapet informerte om hendelsen, og et nytt videomøte kl. 14.00 der det ble gitt oppdatert informasjon. Petroleumstilsynet besluttet etter dette møtet å granske hendelsen.

Ptils granskingsgruppe kom om bord på Aasta Hansteen onsdag 10.4.2019. Vi gjennomførte intervjuer med direkte og indirekte involvert personell i hendelsen og befaring av hendelsesstedet i perioden 10.-12.4.2019. I perioden 2.-3.5.2019 ble det gjennomført intervjuer av personell i Aasta Hansteens landorganisasjon hos Equinor i Harstad. 6.11.2019 hadde vi et møte på Skui med Haakon Ellingsen AS, som representerer BS&B (produsent av det aktuelle sprengblekket) i Norge. Dokumentasjon er innhentet fra både Equinor og Haakon Ellingsen AS.

Granskingsgruppen har utarbeidet granskingsrapport basert på møter, presentasjoner, intervjuer, befaring og gjennomgang av mottatte dokumenter. Vi har ikke gjort egne tekniske undersøkelser, men har basert våre vurderinger ut fra analysene som Equinor har fått utført.

3.2 Granskingsgruppens mandat

Granskingsgruppen ble gitt følgende mandat for granskingsarbeidet:

- a. Klarlegge hendelsens omfang og forløp (ved hjelp av en systematisk gjennomgang som typisk beskriver tidslinje og hendelser)
- b. Vurdere faktiske og potensielle konsekvenser
 1. Påført skade på menneske, materiell og miljø.
 2. Hendelsens potensial for skade på menneske, materiell og miljø.
- c. Vurdere direkte og bakenforliggende årsaker
- d. Identifisere avvik og forbedringspunkter relatert til regelverk (og selskapsinterne krav)
- e. Diskutere og beskrive eventuelle usikkerheter /uklarheter.
- f. Drøfte barrierer som har fungert. (Det vil si barrierer som har bidratt til å hindre en faresituasjon i å utvikle seg til en ulykke, eller barrierer som har redusert konsekvensene av en ulykke.)
- g. Vurdere aktørens egen granskingsrapport
- h. Utarbeide rapport og oversendelsesbrev (eventuelt med forslag til bruk av virkemidler) i henhold til mal.
- i. Anbefale - og normalt bidra i - videre oppfølging

Hensikten med Ptils granskingsarbeid er å bidra til å forebygge tilsvarende hendelser, gjennom å synliggjøre forbedringspunkter hos involverte aktører, og gjennom erfaringsoverføring til andre aktører i næringen.

3.3 Granskingsgruppens sammensetning

Petroleumstilsynets granskingsgruppe har bestått av:

Bente Hallan	–	prosessintegritet
Kristi Wiger	–	prosessintegritet
Eivind Sande	–	prosessintegritet, granskingsleder

4 Hendelsesforløp

I forbindelse med lekkasjetesting av deler av fakkelsystemet på Aasta Hansteen ble det den 25.3.2017 registrert at det var en lekkasje ved sprengblekk montert i parallell med fakkelveil for høytrykksfakkell. Leekasjetesten ble utført på byggeverftet i Sør-Korea. Flenser i tilknytning til sprengblekket ble som følge av dette re-maskinert.

Ved ny sammenstilling og innmontering av sprengblekket ble det gjort en avklaring mot produsenten BS&B knyttet til tiltrekkingsmoment for bolter i sprengblekkholderen. Det ble oppgitt fra produsenten at det skulle benyttes et moment på 426 Nm for dette 30'' sprengblekket. Det ble deretter gjort en ny lekkasjetest den 19.4.2017. Også denne testen feilet. Det var påfølgende tekniske og kommersielle diskusjoner knyttet til dette og flere andre sprengblekk på Aasta Hansteen. Disse pågikk fortsatt når Aasta Hansteen dekket forlot verftet den 28.9.2017.

Det ble utført en ny lekkasjetest knyttet til sprengblekket den 18.2.2018 mens Aasta Hansteen lå i Digernessundet ved Stord. Totalt 13 av 16 sprengblekkholdere var ved denne testen lekk. Dette inkluderte lekkasje i det aktuelle sprengblekket (43PSE1041) som står i parallell med fakkelveil for høytrykksfakkelen.

Representanter fra produsent var tilstede ved demontering av sprengblekket i fakkelsystemet på Stord og det ble utgitt en rapport fra inspeksjonen den 23.2.2018. Sprengblekkholderne ble deretter sendt til re-maskinering hos BS&B. Etter re-maskinering og ny sammenstilling ble sprengblekket bekreftet tett ved lekkasjetest utført den 2.4.2018.

I november 2018 ble det bestilt nye sprengblekkholdere av en annen type. Dette fordi en ønsket å bytte grunnet de utfordringene en hadde hatt. Disse skulle etter planen settes inn ved revisjonsstansen høsten 2019.

Aasta Hansteen forlot Stord 12.4.2018 og produksjonen på feltet ble startet den 16.12.2018.

Den 25.07.2018 blokkeres alarm fra sensor som overvåker om sprengblekket er brutt. Grunnen til blokkeringen var at feil på sensoren medførte kontinuerlig alarm, selv om sprengblekket var intakt.

Den 19.2.2019 var det en produksjonsfakling fra full produksjon grunnet utfall av eksportkompressor. Faklingen forløp normalt, uten at det oppstod noen lekkasjer.

Aksjoner knyttet signal fra sprengblekksensor ble endret den 4.4.2019.

Den 6.4.2019 ble det registrert en diffus lekkasje på 10" sprengblekk for våtgasskjøler. Det ble skrevet en notifikasjon på dette funnet.

Hendelsesdagen 8.4.2019

Den 8.4.2019 kl. 13.12 ble fakkelfventilen på høytrykksfakkell stengt. Det var i forkant av dette produsert med åpen fakkell som følge av driftsproblemer med en rekompresor.

Kl.13.28.38 medfører et signal fra en trykktransmitter knyttet til gasseksportkompressoren at gasseksportkompressoren tripper. Dette medfører videre at gassen blir ledet til høytrykksfakkeldunk. Trykket i fakkeldunken stiger, og trykktransmitteren i dunken gir høy-høy alarm (HH) ved 3,5 barg kl. 13.28.52,6. Det blir samtidig gitt åpnesignal til fakkelfventilen (43ESV1036). Trykket i fakkeldunken fortsetter å stige, og sprengblekket som skal beskytte fakkeldunken mot overtrykk, ryker ca. kl. 13.28.54,4. Det målte trykket i fakkeldunken var på dette tidspunktet ca. 4,3 barg.

Når sprengbrekket ryker, blir deler av kanten på sprengblekket trukket inn i fakkellrøret. Dette medfører at det samtidig oppstår en gasslekkasje ut av sprengblekkholderen. Signal fra endebryteren på fakkelfventilen kommer inn kl. 13.28.55,3.

Det er totalt fem personer som visuelt observerer gasslekkasjen. Tre personer som jobber i nærheten av fakkelfventilen og to personer som jobber nede på spar-dekk. En av de tre som jobbet i nærheten oppholdt seg ca. 10 meter fra lekkasjestedet. Han hørte at noe skjedde i anlegget. Lyder fra ventiler som beveget seg og ble aktivert, at det etter dette ble litt stille, og så lyden av at fakkeldunken begynte å fylles. Deretter et kraftig smell før han så lekkasjen fra der hvor sprengblekket er montert i fakkellinjen. Den visuelle observasjonen var at det var lekkasje rundt hele flensen, men at strålen var kraftigst i retning inn mot prosessanlegget. Han signaliserte til de to andre som jobbet i nærheten at de måtte komme seg vekk og de løp til boligkvarteret. Begge de to andre som jobbet i nærheten av fakkelfventilen kjente gasslukket og observerte gasslekkasjen visuelt. Ved ankomst boligkvarteret hørte de at generell alarm var utløst. Gasslekkasjen lagde mye lyd og ble av øyenvitnene beskrevet som å være stor. Dagen før hadde vedkommende som var nærmest lekkasjen jobbet mye nærmere, bare ca. 4 meter fra lekkasjestedet.

De to øyenvitnene som jobbet på spar-dekket hørte unormale strømminger i rør, og kikket derfor ned på sjøen der de observerte fargespill på overflaten. Deretter så de opp mot lekkasjestedet, og observerte en gassky som lå utover siden på plattformen. De begynte begge umiddelbart å løpe mot boligkvarteret. De rakk ikke å sikre arbeidsstedet hvor de hadde jobbet med en luftdrevet drill, da de vurderte situasjonen til at de måtte komme seg bort fra området så fort som mulig. Generell alarm ble løst ut like etter at de begynte å løpe. De hørte at det ble gitt en melding over høyttaleranlegget mens de fortsatt løp på spar-dekk.

Første gassdetektor (70GPP200A-186) gir høy-høy alarm kl. 13.29.26,9. Dette medfører tennkildeutkobling gruppe 1N, som blir iverksatt kl. 13.29.31,2.

Den andre gassdetektoren som kommer inn (70GPP200A-083) gir høy alarm kl. 13.29.35,0. Dette medfører bekreftet gassalarm i modul P200, og deluge blir automatisk utløst kl.

13.29.38,2 på mezzanindekk nord. Deluge på nedre dekk nord og sør og på kjellerdekk nord og sør blir utløst kl. 13.29.39,1.

Trykkavlastning og tennkildeutkobling gruppe 2A blir automatisk iverksatt kl. 13.29.39,3. Samtidig går mønstringsalarmen (generell alarm).

Den andre gassdetektoren som kom inn (70GPP200A-083) gir høy-høy alarm kl. 13.29.45,8. En tredje gassdetektor (70GPP200A-193) gir høy alarm samtidig.

Alt personell om bord er telt opp kl. 13.40. Det var 80 personer om bord. Anlegget blir erklært trykkløst kl. 13.55. Deluge stoppes kl. 14.15. Det er da ingen detektorer som gir gassutslag.

Demobilisering og normalisering iverksettes kl. 14.50.

Tidspunkt	Hva
13.12.00,086	Stengekommando gis til 43ESV1036 fakkelfventil
13.12.15,386	43ESV1036 fakkelfventil forlatt åpen posisjon
13.12.44,186	43ESV1036 fakkelfventil stengt
13.28.38,685	27PDT1179 trykktransmitter på turbin til gasseksportkompressor får varsel om trykkøkning på tetningsgass ≤ 0.15 bar
13.28.52,588	43PST1031 trykktransmitter til fakkeldunk får HH-alarm (PSD) > 3.5 bar
13.28.52,588	43ESV1036 fakkelfventil åpnekommando - produksjonsfakling
13.28.54	43PSE1041 sprengblekk ryker, ekstern lekkasje oppstår
13.28.54,388	43ESV1036 fakkelfventil forlater stengt posisjon
13.28.55,287	43ESV1036 fakkelfventil åpen
13.29.26,901	70GPP200A-186 gassdetektor HH-alarm $\geq 30\%$ LEL (singel gassalarm)
13.29.31,196	Tennkildeutkobling gr. 1N
13.29.32,292	ESD 2.11
13.29.35,000	70GPP200A-083 gassdetektor H-alarm $\geq 20\%$ LEL (bekreftet gassalarm)
13.29.38,163	Deluge på mezzanin nord utløst
13.29.39,063	Deluge på nordre dekk N&S og kjellerdekk N&S utløst
13.29.39,295	Tennkildeutkobling gr. 2A
13.29.39,295	Trykkavlastning startet fra B&G-node
13.29.39,295	43ESV1036 unormal tilstand (ESD)
13.29.39,487	ESD 2.1 mønstringsalarm
13.29.39,487	ESD 2.4 trykkavlastning
13.29.45,799	70GPP200A-083 gassdetektor HH-alarm $\geq 30\%$ LEL
13.29.45,799	70GPP200A-197 gassdetektor H-alarm $\geq 20\%$ LEL
13.40	Bekreftet POB
13.55	Trykkløst anlegg
14.15	Deluge stoppes. Ingen gassdetektorer har utslag.
14.50	Demobilisering og normalisering

5 Hendelsens potensial

5.1 Faktisk konsekvens

Gasslekkasje med samlet lekkasjerate $> 0,1$ kg/s fra to lekkasjepunkter i fakkellinjen nedstrøms høytrykksfakkeldunk.

Produksjonen var nedstengt på Aasta Hansteen i 10,5 døgn som følge av hendelsen.

5.2 Potensiell konsekvens

Equinors beregninger viser at lekkasjeraten ville være opptil 3,6 kg/s dersom hele sprengblekket hadde gått inn i røret og lekkasje kun hadde vært begrenset av avstanden mellom flensene på sprengblekkholderen

Dersom hele eller deler av sprengblekket hadde fulgt med gasstrømmen i røret ville dette kunne ha medført skade eller i verste fall hull i fakkelløret nedstrøms sprengblekket.

6 Årsaksforhold og drøftinger

6.1 Direkte årsak

Den direkte årsaken til gasslekkasjen var at sprengblekket revnet på en måte som medførte at kanten på sprengblekket ble dratt innover i fakkelløret på to steder. Dette medførte videre at tetningen forsvant på disse punktene og det oppstod gasslekkasje.

6.2 Bakenforliggende årsaker

Vi har vurdert at en kombinasjon av følgende forhold kan være bakenforliggende årsaker til at hendelsen kunne skje:

- Skjevmontering kan ha medført at det har vært ulik klemkraft rundt omkretsen av sprengblekket.
- Det ble valgt en sprengblekkholder av typen «pre-assembled» selv om leverandøren anbefalte «pre-torqued»
- Sprengblekkholderen er montert i en horisontal rørlinje. For store dimensjoner er det anbefalt vertikal montasje for denne typen sprengblekk.
- De store dimensjonene gjorde det svært krevende å installere sprengblekk og sprengblekkholder inn i linjen.
- Utfordringene med å få sprengblekk tette, fikk ikke tilstrekkelig oppmerksomhet i prosjektet.

6.3 Problemstillinger relevant for denne type sprengblekk

Ifølge leverandøren av sprengblekket og deres representanter i Norge er denne type sprengblekk, med stor dimensjon og høye krav til pålitelighet, krevende i forhold til montering inn i rørlinjen og tiltrekking av bolter. Total vekt av holder og sprengblekk på Aasta Hansteen er ifølge mottatt dokumentasjon 338 kg.

Sprengblekket ble levert i en holder som er såkalt «pre-assembled», hvor boltene må tiltrekkes etter at holderen er montert. En «pre-assembled» løsning er svært følsom for forskyvning og avvik i rørlinjen den skal monteres inn i. På Aasta Hansteen er sprengblekket montert inn i en horisontal rørlinje. Ved løsninger der sprengblekket monteres vertikalt, så reduserer dette utfordringer med selve monteringen. Leverandøren anbefaler en «pre-torqued» løsning for denne type applikasjoner og dimensjoner. Ved at sprengblekket da vil være forhåndsmontert og tiltrukket i holderen kan det monteres inn i rørlinjen uten at selve sprengblekket påvirkes. En kan også ta det ut for inspeksjon uten å måtte bytte sprengblekk. Ved en holder som er «pre-assembled», som var tilfellet på Aasta Hansteen, så må en bytte sprengblekket for hver demontering.

Sprengblekket som røk var av typen «non-fragmenting disc». Det vil si at når blekket utsettes for det trykket som gjør at det skal revne, så revner det på en måte som ikke innebærer løse deler eller fragmenter. Sprengblekket skal være i en del, også etter at det har revnet.

6.4 Lekkasjerate

I følge Equinors gasspredningsanalyse var faktisk konsekvens en gasslekkasje med lekkasjerate på 0,08 kg/s, som ga en gassky med størrelse på ca. 60m³. Beregningen er gjort med basis i et lekkasjepunkt med hullstørrelse på ca. 110 mm². Lekkasjen er oppgitt å være rettet mot plattform vest, altså rett inn mot prosessområdet. Analysen nevner også et sekundært og mindre lekkasjepunkt på motsatt side av sprengblekket, rettet ut over plattformperiferien, men dette punktet er ikke tatt med i beregningene da det er vurdert at denne lekkasjen ikke vil påvirke hovedkonklusjonene i analysen.

I vår gransking har vi konkludert med at begge lekkasjene hadde betydning for oppbygning av gasskyen. Bakgrunnen for dette er at vi under trykktest før demontering observerte at det var lekkasje i to punkter. Hovedlekkasjepunktet var lokalisert på klokkeposisjon 3 (rett inn mot prosessanlegget) og et sekundært lekkasjepunkt var lokalisert på klokkeposisjon 6 (rett nedover). Dette avviker fra beskrivelsen i Equinors gasspredningsanalyse der det sekundære lekkasjepunktet er oppgitt å være lokalisert på motsatt side av sprengblekket for hovedlekkasjepunktet.

Våre observasjoner underbygges av vitneobservasjoner under hendelsen, og at det i Equinors analyse er en uoverenstemmelse mellom beregnet gassky og de utslagene som var på gassdetektorene i området. Videre underbygges vår observasjon av beskrivelser av skadene på sprengblekket i Equinors materialtekniske undersøkelse. Her beskrives det plastisk deformasjon som er forenelig med at sprengblekket har blitt dratt inn i røret på to steder, et punkt i klokkeposisjon 3 og et punkt i klokkeposisjon 6.

Basert på Equinors beregninger av lekkasjeraten fra det største lekkasjepunktet er vår vurdering at den samlede lekkasjeraten fra begge punktene var over 0,1 kg/s.

7 Observasjoner

Ptils observasjoner deles generelt i to kategorier:

- Avvik: I denne kategorien finnes observasjoner hvor Ptil har konstatert brudd på regelverket.

- Forbedringspunkt: Knyttes til observasjoner hvor vi ser mangler, men ikke har nok opplysninger til å kunne påvise brudd på regelverket.

7.1 Mangler ved krav til fakkelfventil

Avvik:

Det var ikke samsvar mellom krav til fakkelfventil gitt i ulike dokumenter og systemer.

Begrunnelse:

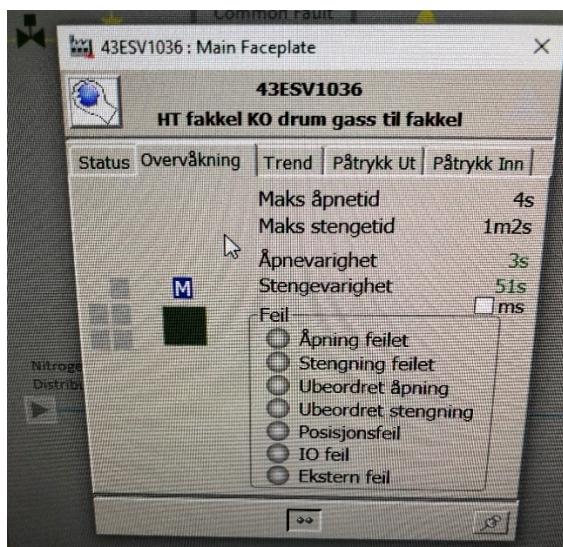
I «Process Safety Report» oppgis det at fakkelfventilen 43ESV1036 har et krav på < 2 sekund total åpnetid. Ventilen skal åpne hurtig for å unngå trykkoppbygging i høytrykksfakkelsystemet.

I dokumentet «Safety Requirement Specification Global functions (ESD/F&G)» oppgis krav til «Valve opening time» for 43ESV1036 til å være < 2 sekund. Det er her ikke entydig om SAS responstid inngår i tidskravet eller om det kun er gangtid for ventilen.

I dokumentet «Safety Requirement Specification Local functions (PSD)» er det oppgitt et tidskrav på < 3 sekund for åpning av fakkelfventil 43ESV1036 ved HH alarm fra trykktransmitter 43PST1031. Det er her spesifisert at sikkerhetsfunksjonen inkluderer trykktransmitter, signalprosessering i PSD node og ventiler med sine solenoider og aktuatorer.

Når åpningstiden til fakkelfventilen 43ESV1036 har blitt testet, har den blitt testet mot 3 sekunder som krav til total åpnetid. Dette møter ikke kravet slik det er gitt i «Process Safety Report».

I SAS var maks åpnetid for fakkelfventilen 43ESV1036 satt til 4 sekund. Dette er ikke i samsvar med kravene i de andre dokumentene.



Bilde 3: Bilder tatt av skjerm i sentralt kontrollrom 12.4.2019 (Ptil)

Krav:

Styringsforskriften § 5 om barrierer, 4. ledd

7.2 Mangler ved installasjon av sprengblekk med tilhørende sprengblekkholder

Avvik:

Sprengblekk, sprengblekkholder, rørstøtter og tilknyttet rørsystem var ikke utformet på en robust måte.

Begrunnelse:

- a) Det ble ikke sjekket godt nok at valgt type sprengblekk og holder var egnet for horisontal montering ved store dimensjoner.
- b) Installasjonsmanual for sprengblekkholder S90-7R beskriver at disse skal installeres med bolter og muttere med «lightly oiled» gjenger. I den norske oversettelsen av installasjonsmanualen er dette oversatt til lettsmurte gjenger, og det vises til en tabell med tiltrekningsmoment. Det er i denne tabellen oppgitt at momentverdiene er basert på at gjengene er lett oljet, rene og går jevnt med en friksjonskoeffisient på $\mu = 0,16 \sim 0,20$.

Det fremgår videre av tabellen at påvirkning fra rust, bruk av visse gjengepasta eller tørrmontering kan føre til at den effektive klembelastningen på sprengblekket endres, og at dette i sin tur kan gå sterkt utover sprengblekkets funksjon.

Tabellen inneholdt en kommentar til verdien som var oppgitt knyttet til dimensjonen 30" angående at den gjaldt for MSS SP-44 klasse 150-flenser. Momentverdien ble derfor spesifisert til 426 Nm gjennom en egen «engineering instruction».

Ved installasjon av sprengblekk med sprengblekkholder 43PSE1041 ble bolter og muttere smurt med Molycote G-Rapid Plus. Denne gjengepastaen har en lav friksjonskoeffisient $\mu = 0,10$.

Bruk av feil smøremiddel på bolteforbindelsen under montering av sprengblekk og sprengblekkholder i linjen har medført at klemkraften på sprengblekket har blitt høyere enn om bolteforbindelsen hadde blitt smurt som foreskrevet.

- c) Ved montering/demontering var det nødvendig å jekke opp nedstrøms rørlinje for at flensene, som sprengblekkholder skulle monteres mellom, skulle være på linje slik at boltene kunne tres gjennom hullene i rørfleisene.

Krav:

Innretningsforskriften § 10 om anlegg, systemer og utstyr, 1. ledd

8 Barrierer som har fungert

Gassdeteksjon har fungert og deluge ble utløst automatisk på bekreftet gassdeteksjon.

Alle seksjoneringsventiler stengte og alle trykkavlastingsventiler åpnet. Alle nedstengingsfunksjoner fungerte som tiltenkt.

Trykkavlastningen ble iverksatt automatisk ved bekreftet gassdeteksjon. Dette var ikke del av opprinnelig design, men var blitt innført som et kompenserende tiltak knyttet til lang utløsningsstid for deluge.

Vurdering av beredskapen var ikke en del av mandatet for vår gransking, men vår oppfatning er at beredskapsmessig håndtering av hendelsen var i henhold til planen.

9 Diskusjon omkring usikkerheter

Det er knyttet usikkerhet til om klemkraften på sprengblekket har vært riktig og likt rundt hele omkretsen av sprengblekket. Ved demontering etter hendelsen ble tiltrekningsmoment målt. Denne målingen er etter vår vurdering ikke tilstrekkelig til å konkludere med at det har vært riktig klemkraft på sprengblekket rundt hele omkretsen. Eksempelvis kan deler av boltekraften ha gått til å trekke sammen de to rørflensene som holderen monteres imellom. Et annet forhold er at de to rørflensene ikke var helt på linje etter at sprengblekkholderen var demontert. Nedstrøms side måtte jekkes opp for at en skulle klare å ta ut boltene.

Dersom de to flensene ikke har vært helt parallelle kan dette ha medført at klemkraften på sprengblekket ikke har vært likt rundt omkretsen, selv om det er bruk likt tiltrekningsmoment på alle boltene.

Vi har vurdert det som veldig lite sannsynlig at sprengblekket kunne ha løsnet helt fra holderen og blitt blåst videre i fakkelerøret. Dette begrunner vi med at det kun er en liten del av omkretsen som er blitt dratt inn i fakkelerøret.

Det er noe usikkerhet knyttet til hvor høyt trykk det har vært over sprengblekket før det ble aktivert. Dette skyldes at trykktransmitteren som gir signal til åpning av fakkelvekten har en samplingsfrekvens på 1 Hertz. Det er dermed 1 sekund mellom hver måling av trykket.

Etter hendelsen har Equinor innført tiltak, blant annet er det skiftet til en sprengblekkholder av typen «pre-torque». Den 18.1.2020 oppstod det imidlertid en lignende hendelse på samme sted, i det nye sprengblekket på Aasta Hansteen. Det oppstod en hurtig trykkøkning i fakkelsystemet etter at gasskompressor trippet. Etterpå ble det verifisert at sprengblekket revnet og ved observasjoner i felt og test med nitrogen viste det seg at det hadde vært en mindre ekstern gasslekkasje også i dette tilfellet. Små utslag på gassdetektorene kunne også sees i etterkant. Ved demontering så man at blekket var dratt inn i røromkretsen omtrent på samme måte som ved hendelsen 8.4.2019. Equinor har nedsatt en arbeidsgruppe som skal se på årsaksbildet på nytt. Det er derfor knyttet usikkerhet til hvilke faktorer som har vært mest utslagsgivende til at også den første hendelsen kunne oppstå.

10 Vurdering av aktørens granskingsrapport

Equinor besluttet å granske hendelsen samme dag som den skjedde. Granskingsgruppen ble etablert dagen etter. Leder av granskingsgruppen var fra enhet for konserngransking i Equinor. Granskingsgruppen reiste ut på Aasta Hansteen 10.4.2019 samtidig med Ptils granskingsgruppe. Granskingsrapporten fra Equinor ble mottatt av Ptil 6.8.2019.

Det ble gjennomført tre analyser som del av granskingsarbeidet

1. Materialteknisk undersøkelse av sprengblekk fra Aasta Hansteen, datert 22.5.2019
2. Gasspredning- og brann-analyse, datert 11.6.2019
3. FE analyse datert 10.6.2019

Beskrivelse av hendelsesforløpet er sammenfallende med våre observasjoner og vurderinger.

Granskingsrapporten konkluderer med at det er knyttet usikkerhet til utløsende årsaker.

Rapporten har en grundig undersøkelse av håndtering av utfordringer med sprengblekk i prosjektet.

For lavt boltemoment er ikke vurdert som en del av årsaksanalysen, begrunnet i målt moment for å ettertrekke boltene etter hendelsen. Vi har vurdert at dette ikke er tilstrekkelig til å avskrive for lavt moment som en mulig årsak til hendelsen.

Equinor har utført en finite element analyse av sprengblekk og holder basert på boltekrefter og effekten av friksjon. Resultatet viser at trykket som sprengblekket revner ved øker med økende boltekraft. Lekkasje som oppstår når sprengblekket trekkes inn, skyldes lav friksjon mellom sprengblekk og holder. Sprengblekket og holder er her analysert som et eget system uavhengig av rørsystemet det er montert inn i. Vi vurderer at det også er relevant å ta hensyn til påvirkning av ytre laster. Det hadde vært hensiktsmessig med en analyse som tok hensyn til laster som skyldes egenvekt og eventuelle krefter fra innspenning og opplagring av rørsystemet rundt sprengblekket. Vi har vurdert at disse kreftene kan ha påvirket klemkraften på selve sprengblekket.

Ved vurdering av lekkasjeraten er det kun tatt med lekkasje i klokkeposisjon 3 (sett i strømningsretningen) under faktisk konsekvens. Vi har vurdert det slik at det også var en lekkasje i klokkeposisjon 6. Vi har derfor vurdert lekkasjeraten som noe høyere enn de 0,08 kg/s som er konkludert med i rapporten. Dette underbygger vi også med vitnebeskrivelser og resultater fra gasspredningsanalysen sammenlignet med faktiske utslag på gassdetektorer.

De er ikke beskrevet vurderinger rundt mulige konsekvenser dersom hele eller deler av sprengblekket hadde løsnet og blitt trukket inn i røret.

11 Dokumentliste

Følgende dokumenter er lagt til grunn i granskingen:

1. Varsel om uønsket hendelse utslipp HC lekkasje Aasta Hansteen 8.4.2019
2. Aasta Hansteen Synergi 1576211 knyttet til hendelsen
3. Utility P&ID HP Flare Drum and Metering, C134-FS-P-XB-4302-01, Rev. 13 datert 8.3.2019
4. Trender 2019 Gassdetektorer rundt 43PSE1041 på P280
5. Beredskap Gasslekkasje 8.4.2019 AHA_ Første møte
6. Beredskap Gasslekkasje 8.4.2019 AHA_ Fokustavle og aksjoner
7. Beredskap Gasslekkasje 8.4.2019 AHA_ Ressurser og Situasjonsploott
8. C134-FS-J-XX-0006-01 ESD Shutdown Hierarchy, APS, ESD1 AND ESD2
9. C134-FS-J-XX-0006-02 ESD Shutdown Hierarchy, ESD2
10. EventLogExport Thursday, April 11, 2019
11. Punch List Items Search - system 43
12. Trend 8.4.2019 43PST1031 HP Flr KO drum Scrub gas Outlet
13. Notifikasjoner tilhørende 43-systemet
14. FV og KV utført på 43 systemet 2019
15. TR3001 Process Safety v4.01
16. TR3002 Flare, Vent and Drain v4.02
17. TR3003 Emergency depressurisation v3.0
18. C134-FS-P-RA-0006 04 2 FLARE SYSTEM REPORT - Aasta Hansteen
19. AT 43 system 120419
20. Notifikasjoner 120419
21. Utført arbeid fakkelsystem 120419
22. Disp 161706 Responstid Delugesystem toposide
23. Functional schematic diagrams
24. E-post 12042019 - SWCR 6455 - SCD – Logger
25. Query Search system 43
26. Trend tripp 0804 trykk HP fakkellutløp
27. Trend tripp 1902 trykk HP fakkellutløp
28. Aasta Hansteen - SOW for material analysen
29. SOW for gasspredningsanalysene Aasta Hansteen ifm uønsket hendelse utslipp gasslekkasje 08042019
30. Servicerapport fra Ellingsen Instruments datert 23.2.2018, ATS-COM-245
31. BSB_Torque-30in_EI_HM_5000 REV_A
32. Process Safety Report, C134-FS-P-RA-0007, Rev. 06
33. Safety Requirement Specification Global functions (ESD/F&G), C134-FS-S-RA-0159, Rev. 11
34. Safety Requirement Specification Local functions (PSD), C134-FS-S-RA-0035, Rev. 13
35. Installation, operating and Maintenance Manual (IOMM) (BSB), C134-FS-253101-MA-0002, Rev. 02
36. BS&B Engineering Instruction EI-HM-5000, Rev. A. "Special Torque Values For 30" S90-7R ASME CL.150 Safety Head With ABAS+ Sensor"
37. Side fra brosjyre: DISK Holder SRB-7RS-TR
38. Hendelseslogg for 43ESV1036 fra 3.11.2018 til 3.5.2019
39. Side fra brosjyre: S90-7R Pre-Assembled Insert Safety Head
40. Integritetsvurdering sprengblekk – barriererefunksjon

41. Komplette hendelseslogg fra 8.4.2019 mellom kl. 0900 og 1800
42. OQ-TOP-AHA-J-060 Automatic operation of 43ESV1061 based on 43ESV1036 status
43. SWCR 06455 Flare system - SCD updated as per OQ-TOP-AHA-J-060
44. SYS 43 Complete SIF
45. 5.nov.18 barg måling 43PST1031
46. 8.apr 19 Volum i fakkelsystem
47. 19.02.19 Faklingsevent
48. C134-FS-J-SP-0015 10 23.5.2018 OF-P Functional Specification ESD
49. AD20-VF-430004-6 Rev0 - Spool data
50. AD20-VF-430004-6 Rev4 - Spool data
51. FW FW A H Topsides - QE536A2P08 rupture sensor installation - tightening torque
52. E-post: FW Survey of Rupture Discs installations
53. E-post: RE Survey of Rupture Discs installations
54. Installed clamp type bracing
55. E-post: RE AH Topside Rupture Disc Vibration Punches
56. Brev fra Ellingsen til Statoil 09032018 - 133860 - Tilbud - Remaskinering BSB Holdere PREMIUM
57. Final test Stord - IKM Testing - N2He Re-test of burst disc Aasta Hansteen - Test no WP-001A, Re-Test #1, 2.4.2018, No leakages.
58. 1 test Stord - IKM Testing - N2He Re-test of burst disc Aasta Hansteen - Test no WP-001A, Initial Test, 18.2.2018
59. Flare test Korea - IKM testing - N2He leak test of HP flare Aasta Hansteen, Initial Test, 25.3.2017
60. Granskingsrapport COA ACC Intern ulykkesgransking Equinor: «Gasslekkasje i sprengblekkholder Aasta Hansteen 8. april 2019», A DPN L2 2019-11
61. Materialteknisk undersøkelse av sprengblekk fra Aasta Hansteen, datert 22.5.2019. Materialavdelingen, Trondheim (FT MMT MI) (Vedlegg til Equinors granskingsrapport)
62. Gasspredning- og brann-analyse, datert 11.6.2019 (Vedlegg til Equinors granskingsrapport)
63. FE analyse, datert 10.6.2019 (Vedlegg til Equinors granskingsrapport)
64. E-post fra Haakon Ellingsen AS «Oppfølging av møte 06112019 - Dokumentasjon vedr Aasta Hansteen»
65. Aasta Hansteen - IOM - monterings instruks for moment relatert til Pre-assembled S90-7R holder 30"
66. Installation operating and maintenance manual Aasta Hansteen - BS B IOMM
67. Special Torque Values For 30" S90-7R ASME CL.150 Safety Head With ABAS+ Sensor - BS B Torque-30in EI-HM-5000 REV-A

12 Vedlegg

A: Oversikt over deltakere i intervjuer og møter (eget dokument)