

# Granskingsrapport

## Rapport

Rapporttittel

HC-lekkasje i prosessanlegget hos Hammerfest LNG

Aktivitetsnummer

001901027

## Gradering

 Offentlig Begrenset Strengt fortrolig Unntatt offentlighet Fortrolig

## Sammendrag

## Involverte

Hovedgruppe

T-L

Godkjent av / dato

Kjell Arild Anfinsen

Deltakere i granskingsgruppen

Per Endresen, Espen Landro, Bryn Aril Kalberg

Granskingsleder

Arne J. Thorsen

## Innhold

1	Sammendrag .....	3
2	Innledning .....	3
3	Hendelsesforløp .....	4
4	Hendelsens potensial.....	12
5	Observasjoner .....	12
5.1	Avvik.....	12
5.1.1	Tidsbruk fra gassalarm utløses og fram til trykkavlastning startes 12	
5.2	Forbedringspunkter .....	13
5.2.1	Innsatslagets plassering – etablering av koordineringspunkt (KO) 13	
5.2.2	Forståelse av risiko ved gassdeteksjon.....	13
5.2.3	Bruk av trenddata og vedlikeholdshistorikk i den kontinuerlige overvåkingen og driften av anlegget .....	14
5.3	Barrierer som har fungert: .....	14
6	Andre kommentarer .....	14
7	Vedlegg.....	16

## 1 Sammendrag

Under normal drift oppstod det den 5.1.2014 en HC-lekkasje i prosessanlegget på Melkøya. Ptil besluttet 7.1.2014 å gjennomføre en egen gransking av hendelsen.

Søndag 5. januar kl. 21:20 detekteres gass av en gassdetektor og gassalarmen går. En stor del av sperrevæsken, n-Pentan, på pumpe 25-PA-102B, lekker ut i atmosfæren, samtidig som trykket på sperrevæsken synker til omkring 15 bar på kort tid. Pakkboksen mellom pumpen og akslingen klarer da ikke å hindre lekkasje fra prosessmediet som da har passasje ut til atmosfære.

Klokken 21:32 stoppes anlegget, og 21:45 starter fakling.

Umiddelbart før hendelsen var det to operatører ute i anlegget. Disse ble evakuert.

Lekkasjepunktet blir fastlagt til å være gjennom pakkboksen til pumpe 25-PA-102B. Det blir observert slitasje på en av pakningene i pakkboksen. De bakenforliggende årsakene til denne slitasjen er ikke klarlagt.

Det er vanskelig å beregne lekkasjerate og –mengde. Det er gjort simuleringer for å prøve å tilpasse lekkasjerater med utslag på gassdetektorer. Simuleringene viser en lekkasjerate på 0,1 – 0,3 kg/s og en lekkasjemengde på mellom 250 og 750 kg.

Faktisk konsekvens

Ingen personskader eller materielle skader. Stans av produksjonen i tre dager.

Vi antar at lekkasjen av hydrokarboner ikke har medført skade på miljøet.

Potensiell konsekvens

Ved antenning av gassen ville det blitt en eksplosjon som kunne ha medført to dødsfall. Det var en person i umiddelbar nærhet og en person til ute i anlegget som kunne ha blitt berørt. En eksplosjon ville også ha medført skade på utstyr og struktur. Dette vil gi nedstenging av anlegget.

Vi antar at dette ikke ville ha medført skade på miljøet.

Det er identifisert et avvik

- Tidsbruk fra gassalarm utløses og fram til trykkavlastning startes

og tre forbedringspunkter

- Innsatslagets plassering – etablering av koordineringspunkt (KO)
- Forståelse av risiko ved gassdeteksjon
- Bruk av trenddata og vedlikeholdshistorikk i den kontinuerlige overvåkingen og driften av anlegget

## 2 Innledning

Under normal drift oppstod det den 5.1.2014 en HC-lekkasje i prosessanlegget på Melkøya. Ptil besluttet 7.1.2014 å gjennomføre en egen gransking av hendelsen.

Granskingsgruppens sammensetning:

Arne J. Thorsen, granskingsleder

Espen Landro

Bryn Aril Kalberg

Per Endresen

Fremgangsmåte.

Granskingsgruppen reiste til Hammerfest søndag 12.1.2014.

Politiet meddelte 11.1.2014 at de vurderte å be om bistand til denne saken. Etter ankomst til Hammerfest var det et møte hos politiet hvor behovet for bistand ble diskutert.

Neste dag var en kort gjennomgang av hendelsen presentert av Statoil, etterfulgt av en befarings på åstedet. Politiet besluttet at de skulle etterforske hendelsen. Det ble laget en plan for hvordan bistand skulle ytes.

De neste dagene ble det gjennomførte en rekke politiavhør hvor Ptil var til stede. Granskingsgruppen fra Ptil gjorde noen intervjuer i tillegg og gikk gjennom dokumenter.

Granskingsgruppen reiste tilbake til Stavanger 16.1.2014.

Granskingsgruppen reiste 17.2.2014 til Hammerfest for å gjennomføre supplerende intervjuer. Hjemreise var 19.2.2014 etter et kort orienteringsmøte hos politiet.

Mandat:

1. Klarlegge hendelsenes omfang og forløp
  - a. Kartlegge og vurdere sikkerhetsmessige og beredskapsmessige forhold.
  - b. Kartlegge og vurdere det arbeid og de vurderinger som ble gjort i forkant av oppstart etter første og andre hendelse.
2. Beskrive faktisk og potensiell konsekvens.
  - a. Påført skade på menneske, materiell og miljø.
  - b. Vurdere hendelsens potensial for skade på menneske, materiell og miljø.
3. Identifisere og beskrive observasjoner av utløsende og bakenforliggende årsaker
  - a. Observerte avvik fra krav, fremgangsmåter og prosedyrer.
  - b. Forbedringspunkter.
4. Diskutere og beskrive eventuelle usikkerheter /uklarheter.
5. Identifisere ev regelverksbrudd, anbefale videre oppfølging, samt foreslå bruk av virkemidler.
6. Utarbeide rapport og oversendelsesbrev i henhold til mal.

Tidsramme:

Tidsramme for gjennomføring av oppgaven vil bli avtalt etter at innledende undersøkelser er gjennomført.

### 3 Hendelsesforløp

#### Situasjonen før gasslekkasjen

I utgangspunktet var det en rolig kveld på Melkøya med stabil produksjon og ikke noen fartøy ved kai. Det er ikke noe værmåling i denne delen av anlegget, men mellom de fire

målepunktene rundt om i anlegget var vindstyrken mellom 2,0-2,7 m/s med vindkast mellom 3,1-3,7 m/s med en retning fra sør-øst (128° og 141°) på lekkasjetidspunktet kl. 21:20.

Det foregikk ikke noe arbeid ute i anlegget. Det var to aktive arbeidstillatelser (AT-er)

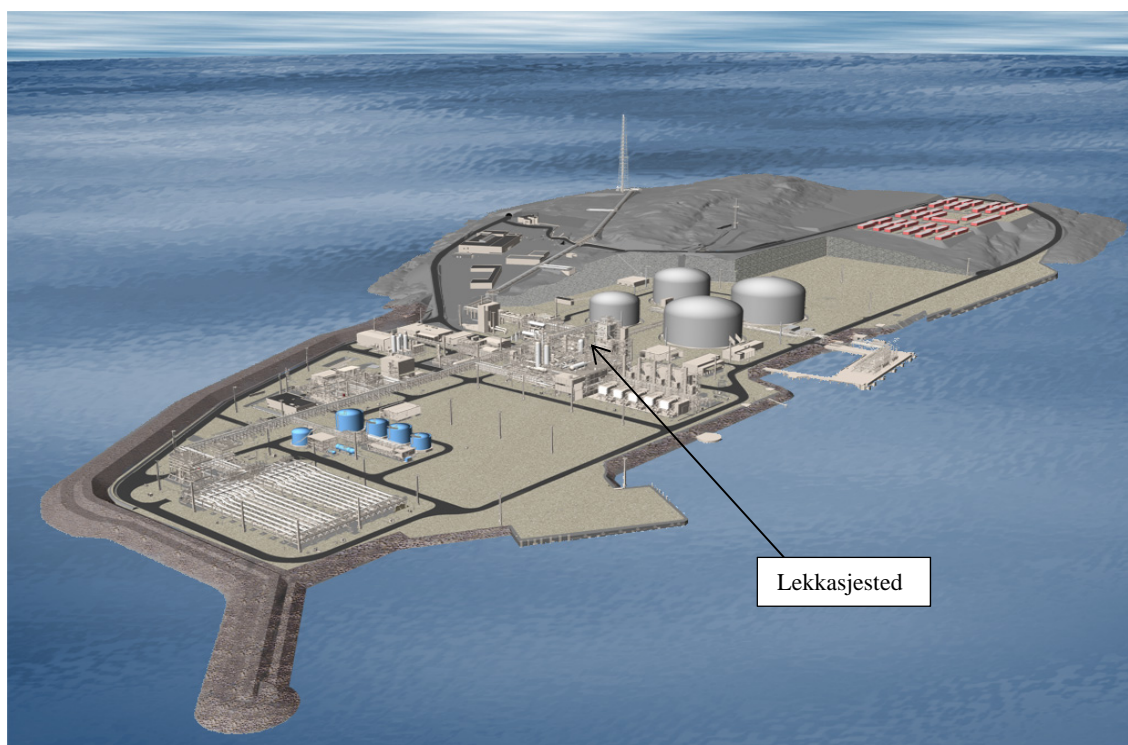
- fartøy på feltet (Snøhvit)
- gravetillatelse, stå med tunge kjøretøy utenfor vei

Ingen av disse hadde relevans for hendelsen.

Personell på vakt denne kveld/natt:

- 14 fagpersoner, vurdert av skiftleder som tilstrekkelig
- 4 lærlinger
- 1 isolatør (ikke ute i anlegget denne kvelden)
- forpleining
- vakt og sikring

Umiddelbart før hendelsen var det to operatører ute i anlegget.



Bilde 1. Skjematisk bilde av Melkøya.

### Hendelsen

Søndag 5. januar kl. 21:20 detekteres gass av en gassdetektor og gassalarmen går. En stor del av sperrevæsken, n-Pentan, på pumpe 25-PA-102B, lekker ut i atmosfæren, samtidig som trykket på sperrevæsken synker til omkring 15 bar på kort tid. Pakkboksen mellom pumpen og akslingen klarer da ikke å hindre lekkasje fra prosessmediet som da har passasje ut til atmosfære. Fire sekunder senere går gassalarmen nærmest pumpen, og ytterlig fire sekunder etter dette går neste gassalarm. Fire minutter etter at lekkasjen, kl. 21:24, startet, er elleve gassdetektorer i høyhøy, HH, altså 10 % LEL, lower explosion limit. Antall detektorer i HH varierer frem til tolv detektorer er i HH samtidig to ganger, først kl. 21:29, og så igjen kl. 21:30. 19 ulike detektorer i G-, og F-området på lekteren er i HH mellom kl. 21:20 og kl.

22:13. Området blir da erklært gassfritt. To detektorer på det øverste nivået, nivå 4, i F-området detekterer gass, der den ene gassdetektor går i HH kl. 21:26.

Klokken 21:32 stoppes anlegget, og 21:45 starter fakling.

Søndag 5.1.2014

- kl. 21:20 første deteksjon av gass
- kl. 21:24 11 gassdetektorer i HH, altså 10 % LEL
- kl. 21:26 gassdetektor går i HH på 4 nivå på naboområdet, F-området
- kl. 21:29 12 detektorer er i HH samtidig
- kl. 21:30 12 detektorer er i HH samtidig
- kl. 21:32 ventil 25-ESV-1695 stenges og anlegget stanser
- kl. 21:45 fakkelf ventil 25-HV-1816 åpnes til fakkelf
- kl. 21:52 trykkavlastingsventil 25-BDV-1765 åpnes til fakkelf
- kl. 21:57 trykkavlastingsventil 25-BDV-1756 åpnes til fakkelf
- kl. 22:13 området erklæres gassfritt
- kl. 22:14 stenger brannspjeld til sub-stasjon
- kl. 22:55 beredskap avsluttet
- kl. 02:10 brannalarm, feil på transmitter
- kl. 02:19 uteoperatør varsler om observert lekkasje i varmeveksler. Varmeveksler isoleres med manuelle ventiler.

### Håndtering av hendelsen

Ved deteksjon av gass kl 21:20 utløses gassalarm og alle tennkilder koples automatisk ut. Uteoperatør melder over radio til kontrollrom om observasjon av lekkasje. Kontrollrom gir beskjed til uteoperatør om å komme seg ut av området.

Operatøren arbeider på nivå 2 i F-området, og både hører og ser lekkasjen. I stedet for å ta tryggere og raskeste nødutgang mellom G- og F-området, går operatøren gjennom G-området og runder lekkasjen på baksiden. Han har visuell kontakt med lekkasjen flere ganger mens han evakuerer. Operatøren har beredskapsfunksjoner og mønstre ved garasjen.

Skiftleder ringer til driftsvakt med spørsmål om hvordan «blokke inn» lekkasjepunktet. Driftsvakt kan ikke svare direkte, må kontakte flere fagfolk. Driftsvakt ringer etter kort tid tilbake til skiftleder uten konkrete råd. Skiftleder beslutter da, i samråd med driftsvakt, å «stans fabrikk» ved å lukke «1695-ventilen». Denne ventilen, 25-ESV-1695, er avstengningsventil for føden til anlegget.

Innsatsleder ute oppholdt seg i administrasjonsbygget da alarmen gikk. Han kjørte ned i anlegget via «sørporten» sammen med en fra ARL, aksjons- og reaksjonslaget, og en røykdykker. De opprettet KO (koordineringspunkt) ved kai, bak bygning øst for prosesslekteren. KO ble opprettet av innsatsleder etter en samlet vurdering av blant annet vindretning, brannhydranter, potensial etc. Han samler etter hvert sju personer. De legger ut slanger.

Evakueringsalarm ble ikke kjørt. Dette ble begrunnet med at de hadde full kontroll over alt personell. Videre vil evakueringsalarm automatisk åpne alle porter. Innsatsleder hadde stengt «nordporten», og ønsket ikke at den ble åpnet. Dette for å unngå at noen tok seg inn i anlegget via «nordporten». Dette ville vært uheldig på grunn av gass og vindretning.

Han forsøkte å observere utslippsstedet fra KO. Han så enkelte «gass-puff» over eksplosjonspanelene.

Rundt kl 22:13, etter 5 min uten deteksjon av gass i området, ga kontrollrom beskjed til innsatsleder ute om å sende inn personell for å:

- isolere pumpe
- trykkavlaste innestengt volum
- stenge og trykkavlaste sperreolje

Imidlertid detekteres 9 % LEL på en detektor og kontrollrom ga beskjed om å trekke ut personell.

Kontrollrommet ventet nye fem min uten gassdeteksjon før innsatspersonell på ny fikk tillatelse til å gå inn. Innsatspersonell løser oppgaven.

Innsatsleder inspiserer området rundt pumpe, og registrerer is-oppbygging som en vifte med utgangspunkt i pakkboks, ref skisse som innsatsleder gjør på bilde 2. Kan ikke se is-oppbygging på motsatt side av pumpe. Registrerer at plastflaske og «glasskule» er dekket av is.



Bilde 2. Skisse av hvor det ble observert isoppbygging.

Deretter trekker innsatslaget seg tilbake til administrasjonsbygget og klargjør alt utstyr for eventuell ny innsats.

Innsatsleder drar tilbake til området mellom kl 01:30 og 02:00 for å ta bilder. Det er disse bildene vi har fått kopi av.

Senere på natten, kl 02:10, utløses brannalarm/flammedetektor. Nærmere undersøkelser viser at dette skyltes feil på transmitter.

Utpå natten, etter kl 02:00 var innsatsleder (men som operatør) sammen med tre andre operatører og en lærling nede på lekteren for å flytte en «N<sub>2</sub>-heater» til området ved pumpen som hadde hatt lekkasje. Dette for å klargjøre for «purgning» av pumpe. Mens de arbeidet med heateren kjente han en rar, hydrokarbonlukt. Han undersøkte nærmere og oppdaget lekkasje i



varmeveksler. På veksleren var det plassert lapp med påskrift «Liten HC lekkasje». Kontrollrommet kjørte ned varmeveksleren, og områdeoperatør overtok ute. Kl 02:19 varsler uteoperatør om observert lekkasje i varmeveksler. Varmeveksler isoleres ved manuelle ventil. Varmeveksler ble utbedret mandag ved at innmat ble skiftet.

Etter at beredskapssituasjonen var avsluttet, kl 22:55, ble det vurdert hvordan anlegget skulle opereres videre. I denne vurderingen deltok blant annet skiftleder, driftsingeniør, leder for driftsingeniørene og «anleggs integritet». Leder for driftsingeniørene besluttet at produksjonen ikke skulle startes opp, men systemene skulle stabiliseres, første kompressor skulle startes, etc.

I løpet av hendelsen ble det ble kalt inn åtte ekstramannskap.

Produksjonen ble startet opp onsdag 8.1.2014.

Lekkasjen i varmeveksleren, 26-HB-101, er ikke tatt med i denne granskingen.

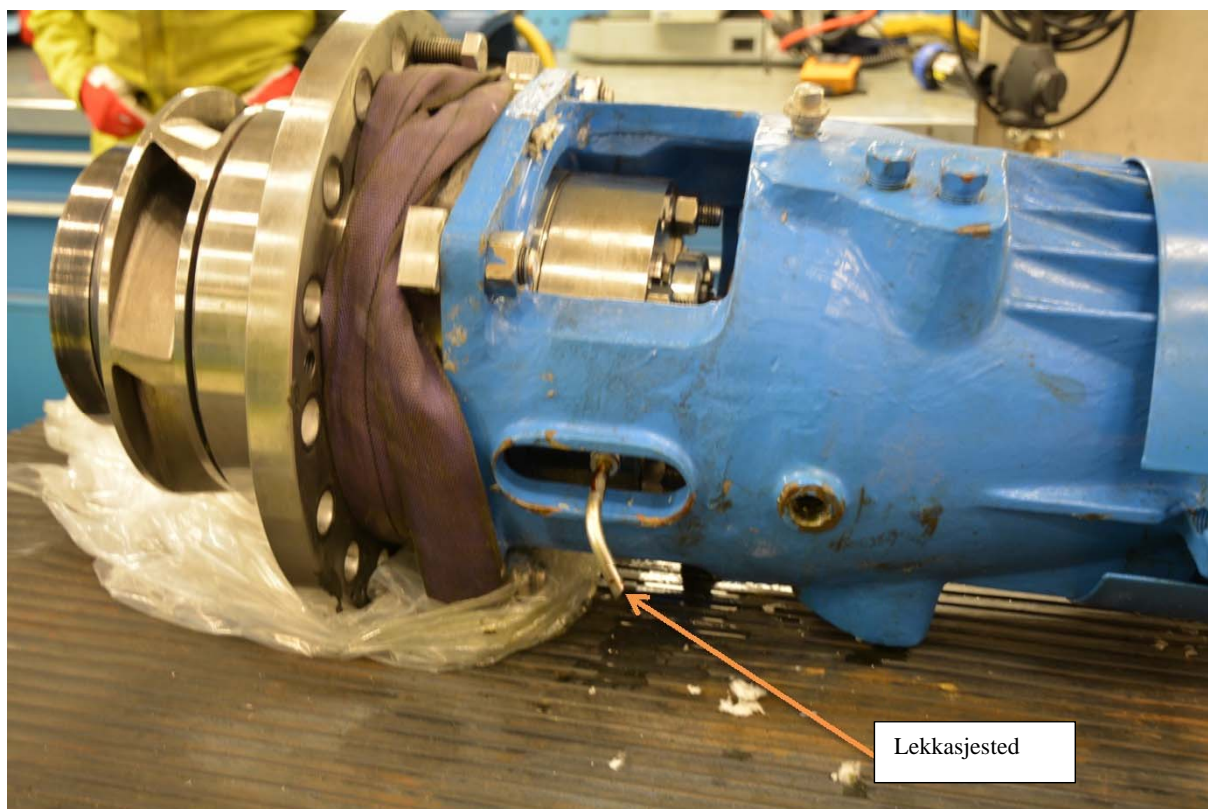


Bilde 3. Lekkasjestedet.





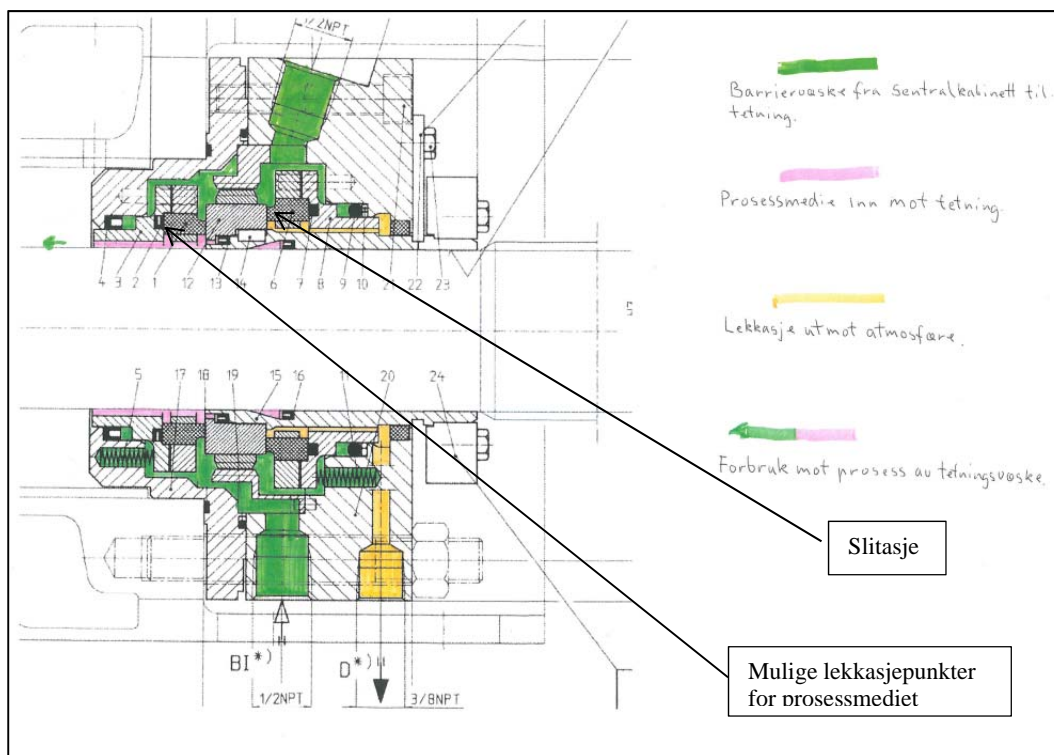
Bilde 4. Nærbilde av lekkasjestedet.



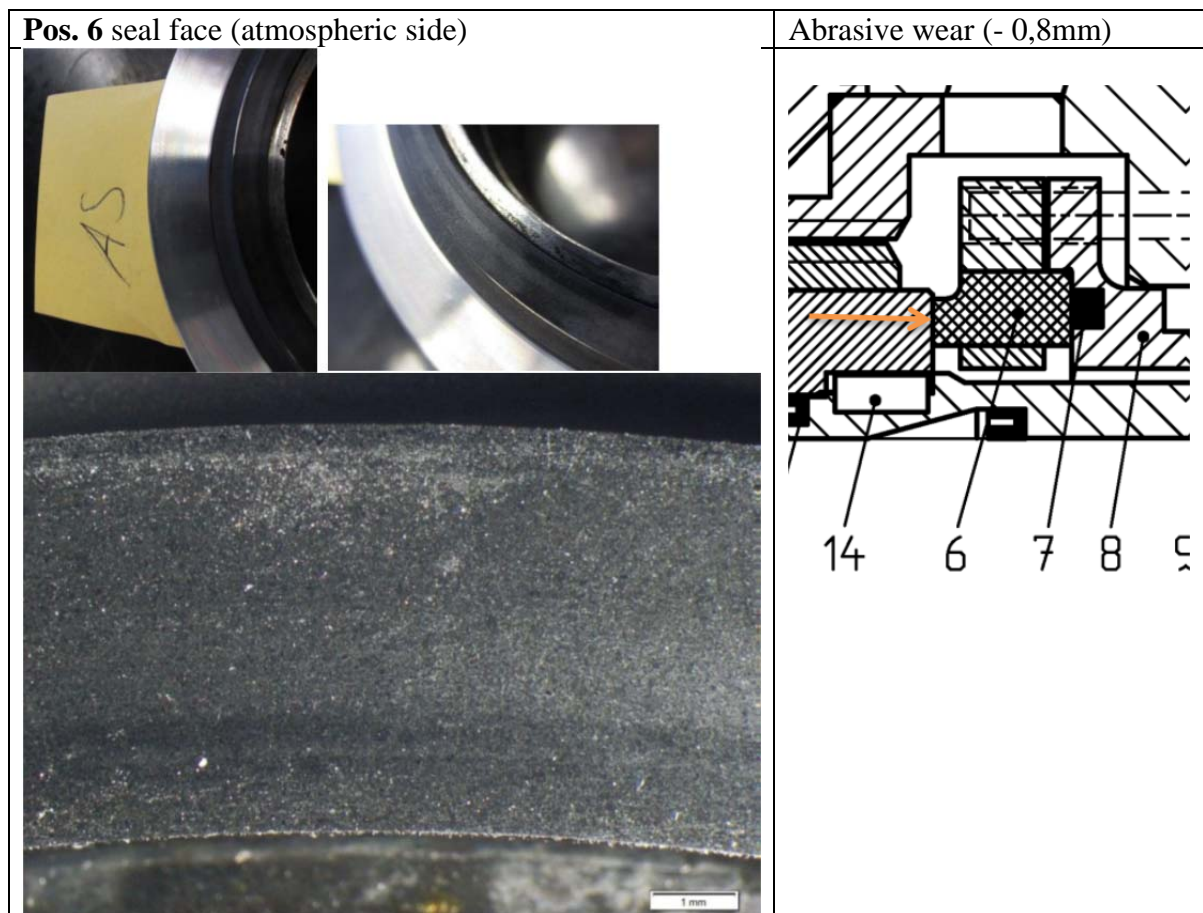
Bilde 5. Nærbilde av pakkboks før demontering.

## Pakkboks

Tirsdag 14. januar ble pumpe 25-PA-102 B demontert og tatt inn på verkstedet. Her ble pakkboksen tatt av akslingen. Pakkboksen ble deretter splittet for å se etter skader. Det ble funnet avsetninger i pakkboksen som ikke skulle være der og noen små synlige skader på sliteringer og pakninger. Statoil besluttet å sende pakkboksen til produsenten for nærmere undersøkelser. Dette arbeidet ble startet 29.1.2014 hos EagleBurgman i Wolfratshausen. Denne undersøkelsen viser en slitasje på 0,8 mm på pakning ved pos. 6, se snittegning bilde 7. Dette betyr at det her vil være en åpning i pakkboksen. Sperrevæsken, n-pentan, har lekket ut denne veien. Sperrevæsken har et normalt driftstrykk på 73 bar og prosessmediet har et trykk på 60 bar. Dette gir et overtrykk i forhold til prosessmediet på 13 bar. Da sperrevæsken forsvant, falt trykket til omkring 15 bar. Pakkboksen er avhengig av et overtrykk på sperrevæsken for å opprettholde sin tettefunksjon mot prosessen. Med et overtrykk på 45 bar har prosessmediet flere muligheter til å lekke inn i områder hvor det normalt er sperrevæske. Noen av mulighetene er ved pos 1, 2 og 12 på snittegningen, bilde 6. Prosessmediet lekker så ut samme vei som sperrevæsken.



Bilde 6. Snittegning av pakkboks



Bilde 7. Fra "Inspection Report Mechanical Seal" fra EagleBurgman, side 6

### Effektforbruk til pumpene 25-PA-102A og 25-PA-102B i tiden før hendelsen

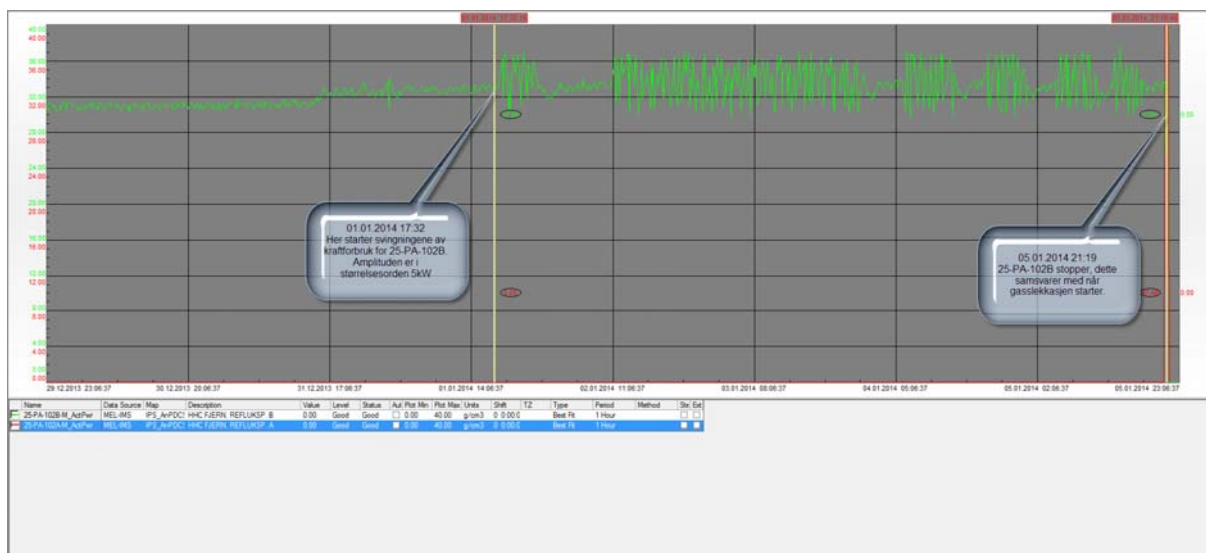
På samme måte som mye annet utstyr på Melkøya blir pumpene 25-PA-102A og 25-PA-102B overvåket. Blant annet blir trender i effektforbruket til den elektriske motoren som driver pumpen registrert og tatt vare på.

Trenden for pumpe 25-PA-102B viser en klar økning i svingningene i effektforbruket de 5 siste dagene før hendelsen inntraff, jf bilde 8.

Denne type informasjon om trender blir ikke kontinuerlig vurdert av Statoil. Trendene hentes fram og brukes i forbindelse med vedlikeholdsplanlegging, analyser av forskjellige typer hendelser, etc.

Trend for effektforbruket til pumpene vises ikke på noe panel i kontrollrommet.





Bilde 8. trend for effektforbruk

#### 4 Hendelsens potensial

Faktisk konsekvens

Ingen personskader eller materielle skader. Stans av produksjonen i tre dager.

Vi antar at lekkasjen av hydrokarboner ikke har medført skade på miljøet.

Potensiell konsekvens

Ved antenning av gassen ville det blitt en eksplosjon som kunne ha medført to dødsfall. Det var en person i umiddelbar nærhet og en person til ute i anlegget som kunne ha blitt berørt. En eksplosjon ville også ha medført skade på utstyr og struktur. Dette vil gi nedstenging av anlegget.

Vi antar at dette ikke ville ha medført skade på miljøet.

#### 5 Observasjoner

Ptils observasjoner deles generelt i tre kategorier:

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

##### 5.1 Avvik

###### 5.1.1 Tidsbruk fra gassalarm utløses og fram til trykkavlastning startes

**Beskrivelse:**

Det tar for lang tid fra gassalarmen utløses og fram til start av trykkavlastning ved at det åpnes for gass til fakkel

**Begrunnelse:**

Skiftleder beslutter å foreta en manuell nedkjøring av fabrikken og en manuell trykkavlastning av den del av anlegget hvor lekkasjen oppsto.

Gassalarm ble utløst kl 21:20. Etter vurdering av situasjonen og konferering med driftsvakt, besluttet skiftleder kl 21:32 å stanse fabrikken ved å stenge ventil 25-ESV-1695.

Videre arbeider kontrollrommet med å identifisere hvilke ventiler som skal lukkes, for å isolere lekkasjestedet sammen med minst mulig innestengt gassvolum. Kl 21:45 åpnes 25-HV-1816, som første ventil til fakkell.

*Krav:*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 50 om kompetanse*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 52 om trening og øvelser*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 35 om trykkavlastings- og fakkelsystem*

**5.2 Forbedringspunkter****5.2.1 Innsatslagets plassering – etablering av koordineringspunkt (KO)****Beskrivelse:**

KO ble etablert nær hendelsen/ lekkasjepunktet. Dette reflekterer ikke de oppgaver innsatslaget skulle gjennomføre.

**Begrunnelse:**

Innsatsleder ute oppretter KO ved kai, bak bygning øst for lekter. KO ble opprettet etter en samlet vurdering av blant annet vindretning, brannhydranter, potensial etc. Etter hvert er det totalt åtte personer samlet. De legger ut brannslanger til bruk ved en eventuell innsats.

Dette i en situasjon hvor det ikke er noen som er savnet eller skadet. De eneste personene som oppholder seg i anlegget er de åtte i innsatslaget.

*Krav:*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 50 om kompetanse*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 52 om trening og øvelser*

**5.2.2 Forståelse av risiko ved gassdeteksjon****Beskrivelse:**

Det var mangelfull forståelse av risiko ved gassdeteksjon og for viktigheten av å følge beskjeder fra kontrollrom, hos personell som arbeider ute i anlegget.

**Begrunnelse:**

Umiddelbart etter gassalarmen kl 21:20 melder uteoperatør over radio til kontrollrom om observasjon av lekkasje. Kontrollrom gir beskjed til uteoperatør om å komme seg ut av området.

Uteoperatør velger likevel å gå en runde rundt på lekteren, i områder rundt lekkasjepunktet, før han går ut av området og opp til administrasjonsbygget. Uteoperatør er på denne måten i unødvendig lang tid eksponert for en eventuell eksplosjon og/eller brann.

*Krav:*

*Rammeforskriften § 7 om ansvar etter denne forskriften. (se også veiledningen om arbeidstakere)*

*Arbeidsmiljøloven § 2-3 om arbeidstakers medvirkningsplikt (spesielt pkt 2 a)*

*Brann- og eksplosjonsvernloven § 25 om arbeidstakers plikt til å fremme sikkerheten*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 52 om trening og øvelser*

### **5.2.3 Bruk av trenddata og vedlikeholdshistorikk i den kontinuerlige overvåkingen og driften av anlegget**

#### **Beskrivelse:**

Trend data brukes ikke aktivt i kombinasjon med vedlikeholds historikk. I den kontinuerlige overvåkingen og driften av anlegget blir ikke data for essensielt utstyr hentet fram regelmessig eller underlagt en kvalifisert faglig analyse og vurdering.

#### **Begrunnelse:**

Trend for effektforbruket til den elektriske motoren som driver pumpe 25-PA-102B viser en klar økning i svingningene i effektforbruket de 5 siste dagene før hendelsen inntraff.

80 – 90 % av arbeidet som er gjort de siste seks årene på de relativt like pumpene 25-PA-102 A/B og 25-PA-103 A/B er gjort på pumpe 25-PA-102 B.

*Krav:*

*Styringsforskriften § 23 om kontinuerlig forbedring*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 57 om overvåking og kontroll*

*Teknisk og operasjonell forskrift (TOF) § 58 om vedlikehold*

### **5.3 Barrierer som har fungert:**

Beredskapen i forbindelse med hendelsen involverte lokale mannskaper på anlegget. Opplysninger mottatt i granskingen tilsier at beredskapshåndteringen i all hovedsak ble gjennomført i henhold til etablerte planer.

Ved deteksjon av gass ble definerte tennkilder koblet ut.

Stopp av anlegget ble aktivert kl 21:32 ved bruk av ventil 1695 og trykkavlasting ble aktivert kl 21:45. Begge systemene fungerte som tiltenkt da de ble aktivert.

## **6 Andre kommentarer**

### **Gassmengde og lekkasjerate**

Det er ikke mulig å beregne verken lekkasjerate eller lekkasjemengde basert på tradisjonell metode ut fra trykk, temperatur og hullstørrelse som er vanlig med slike lekkasjer. Det er ikke noen målepunkter på relevant data i nærheten av pumpen, og geometrien og lekkasjemekanikken i lekkasjepunktet gjør det svært vanskelig å beregne en fornuftig hullstørrelse. Statoil har gjennom Loyd's Registre Consulting fått utført en CFD-studie av hydrokarbonlekkasjen. Basert på bilde av gasskyen som detektorene tegner etter hvert som de registrer gass, er det mulig å regne seg tilbake til en antatt lekkasjerate og størrelse.

I studien er det gjort en rekke antagelser og forenklinger for kunne bruke datamodellene av virkeligheten. Blant annet gassammensetningens påvirkning på detektorene og vind, turbulens



og utstyrstetthet er eksempler på slike antagelser og forenklinger. Studien tar for seg område for område og tester ut ulike lekkasjemengder. Resultatet i simuleringen sammenlignes med det reelle utsalget på detektorene under lekkasjen. Det er knyttet usikkerhet til resultatene fra denne simuleringen.

Studien konkluderer med at lekkasjen ligger mellom 0,1 og 0,3 kg/s, mest sannsynlig 0,2 kg/s. Fra tabell 4.1 i studien, se bilde 9, ser vi at for G-området nivå 2 gir rett utvalg helt opp til 0,6 kg/s og at på nivå 4 i G-området er 0,2 kg/s for lite mens 0,3 kg/s gir rett lekkasjemengde. I F-området derimot viser studien at på nivå 4 er 0,2 kg/s for mye, og på nivå 3 er 0,2 kg/s rett. Det er viktig å påpeke at dette er i området med utslag på få detektorer. På nivå 2 i F-området har ikke simuleringene gitt noe fornuftig resultat i det hele tatt. Fra 0,2 til 0,6 kg/s har gitt uklare utslag i simuleringen, der noen av detektorene får for høyt utslag mens andre får for lavt med samme utslippsmengde. Med 0,6 kg/s viser simuleringen at tennbar gassky er 400 m<sup>3</sup>, ikke 100 m<sup>3</sup> slik studien konkluderer med ved en lekkasjerate på 0,2 kg/s. Studien konkluderer med en lekkasjemengde på mellom 250 og 750 kg, med en sannsynlig mengde på 500 kg gitt konstant lekkasjerate på 40 min. Studien tar også utgangspunkt i punktdetektorer, og bruker linjedetektorene som avgrensning til områder uten gass.

Tabell 4.1 – Oversikt over sammenligning mellom simuleringer med forskjellige lekkasjerater og faktiske utslag på gassdetektorer. L betyr at lekkasjeraten regnes som for liten i forhold til observasjoner på område og nivå. Tilsvarende er OK kompatibel med raten, S for stor rate, og ? betyr at raten er for høy for noen detektorer og for lav for andre.

Område	Nivå	0,2 kg/s	0,3 kg/s	0,4 kg/s	0,6 kg/s	0,8 kg/s	1,0 kg/s	1,3 kg/s
CAG1	1	OK	OK	S	S	S	S	S
CAG1	2	OK	OK	OK	OK	S	S	S
CAG1	4	L	OK	S	S	S	S	S
CAF1	1	OK	OK	S	S	S	S	S
CAF1	2	?	?	?	?	S	S	S
CAF1	3	OK	S	S	S	S	S	S
CAF1	4	S	S	S	S	S	S	S

Bilde 9. Tabell 4.1 fra CFD-studien

### Spenninger i rør

Det har vært registret spenninger i rørene inn og ut av pumpen, 25-PA102 B. Dette er blitt korrigert. Hvilken innvirkning dette kan ha på pumpen og oppstillingen av pumpen er ikke undersøkt nærmere.

### Lekkasje i pakkboxen til pumpe 25-PA-102B

Den bakenforliggende årsaken til lekkasjen er ikke klarlagt. På Melkøya er det flere pumper med tilsvarende pakkbokser og det er ikke undersøkt om tilsvarende feil kan oppstå på andre pakkbokser.

## 7 Vedlegg

A: Følgende dokumenter er lagt til grunn i granskingen:

- P&ID av 21- og 25-systemene
- Cause & effects fra SAS database 25-FFIC-1003
- Plot planer
- Event logger
- Tiltakskort DFU 1
- Notifikasjon M1 41417350 25-PA-102B
- Utskrifter fra PCDA
- Snittegning av pakkboks

B: Oversikt over intervjuet personell.