

# RAPPORT **Petroleumstilsynet**

## Vedlikehold som årsak til hendelser

**Kunde:**

Petroleumstilsynet

**Kontaktperson:**

Thom Fosselie

---

**Oppsummering:**

Proactima har på vegne av Petroleumstilsynet gjennomført en studie for å beskrive hvordan operatørselskapene for sokkelen og landanlegg vurderer vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner. Tre informasjonskilder er brukt: Studier av litteratur og granskingsrapporter for uønskede hendelser, skriftlige svar fra selskapene på et spørsmålssett fra oss, samt gruppesamtaler med representanter fra selskapene. Spørsmålssettet og gruppesamtalene har fokusert på tre sentrale spørsmål:

A: Hvordan ser selskapene etter sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner – hvilke systemer og rutiner er i bruk?

B: Hvilke sammenhenger har selskapene eventuelt funnet mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner?

C: Hva har selskapene gjort med utgangspunkt i kunnskapen de har skaffet seg for å oppnå læring? Hvilke forbedringsområder er eventuelt identifisert som følge av innhentet kunnskap?

Studien viser at operatørselskapene i liten grad har systemer og rutiner på plass for å undersøke eventuelle sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner.

---

Nøkkelord	Vedlikehold, vedlikeholdsstyring, fare- og ulykkessituasjoner, risikostyring, gransking
Rapportnr.	1074830-RE-02
Forfatter(e)	Caroline Metcalfe, Willy Røed, May Kristin Bringedal, Rickard Dahlman, Eirik Duesten, Hanne Etterlid
Konfidensialitet	Åpen
Revisjonsnr.	01
Revidert dato	01.12.2023
Antall sider	55

---

Rev.nr.	Dato	Årsak til revisjon
00	08.11.2023	Rapportutkast for å motta kommentarer fra oppdragsgiver
01	01.12.2023	Endelig utgave av rapporten

**Utarbeidet av**

Eirik Duesten



**Verifisert av**

Hermann Steen Wiencke



**For Proactima AS**

Kristin Myhre



## Innhold

<b>1</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Introduksjon</b>	<b>6</b>
2.1	Bakgrunn	6
2.2	Formål og arbeidsomfang	6
<b>3</b>	<b>Faglig tilnærming</b>	<b>7</b>
3.1	Styring av vedlikehold for å oppnå god sikkerhet	7
3.2	Vedlikehold i et barriereperspektiv	7
3.3	Styringsløyfen for vedlikehold	8
3.4	Barrieremodellen og styringsløyfen for vedlikehold sett i sammenheng	9
<b>4</b>	<b>Metode</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Resultater og diskusjon</b>	<b>12</b>
5.1	Gjennomgang av litteratur om fare- og ulykkessituasjoner	12
5.1.1	Litteratur	12
5.1.2	Analyse av fare- og ulykkessituasjoner	14
5.1.3	Oppsummering og diskusjon	19
5.2	Informasjon fra selskapene	19
5.2.1	Definisjon av fare- og ulykkessituasjoner og vedlikehold	20
5.2.2	Tema A: Hvilke systemer og rutiner er i bruk?	20
5.2.3	Tema B: Hvilke sammenhenger har selskapene eventuelt funnet?	21
5.2.4	Tema C: Hva har selskapene gjort?	27
5.2.5	Oppsummering og diskusjon	28
5.3	Diskusjon med utgangspunkt i alle informasjonskildene	29
<b>6</b>	<b>Konklusjon og anbefaling om videre arbeid</b>	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>32</b>
	<b>Vedlegg A Metodebeskrivelse</b>	<b>37</b>
A.1	Litteratur/ granskingsrapporter	37
A.2	Spørsmålssettet	38
A.3	Gruppesamtaler	39
	<b>Vedlegg B Spørsmålssettet</b>	<b>41</b>
	<b>Vedlegg C Fokusområder i de ulike litteraturkildene</b>	<b>47</b>
	<b>Vedlegg D Analyse av hydrokarbonlekkasjer</b>	<b>49</b>

<b>Forkortelser</b>	<b>Forklaring</b>
CMMS	Computerised Maintenance Management System
FLX	Field Life Extension
FUS	Fare- og ulykkessituasjoner
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
IOGP	International Association of Oil and Gas Producers
OMS	Operating Management System / Operativsystem

## 1 Oppsummering

Proactima har på vegne av Petroleumstilsynet (Ptil) gjennomført en studie for å beskrive hvordan operatørselskapene vurderer vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner. Informasjon om systemer, verktøy og rutiner for å se etter slike sammenhenger er hentet inn fra et bredt utvalg av operatørselskaper på norsk sokkel, både fra sokkelen og landanlegg (heretter kalt selskapene).

Selskapene har i liten grad etablert systemer og rutiner for å systematisk avdekke, registrere og undersøke vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner. Dette gjelder også der mangelfullt, manglende og feil utført vedlikehold, både forebyggende og korrigerende, kan være en medvirkende årsak til storulykker og fare- og ulykkessituasjoner. Det er heller ikke lagt til rette for å trekke ut informasjon om vedlikeholdsrelaterte årsaker på en enkel måte. Dette gjør det utfordrende å gjøre analyser som kan brukes som grunnlag for læring og forbedring.

Gjennomføringen av studien er basert på

- studier av litteratur og granskingsrapporter for uønskede hendelser – både i norsk olje- og gassvirksomhet og i andre næringer/geografiske områder
- skriftlige svar fra selskapene på et spørsmålssett fra oss, samt
- gruppesamtaler med representanter fra selskapene.

Gjennomgangen av litteratur og granskingsrapporter viser at vedlikehold har vært en medvirkende årsak til en vesentlig andel av hendelsene vi har sett på. Flere av selskapene viser til et relativt høyt antall registrerte hendelser - også alvorlige - som hadde en eller annen mangel ved vedlikehold som medvirkende årsak. Imidlertid merket vi oss i gruppesamtalene at selskapene likevel i liten grad oppfattet vedlikehold som en viktig medvirkende årsak til hendelsene. Dette ble begrunnet med at de fant andre og viktigere årsaker som lå til grunn. Dermed opplever vi et sprik mellom informasjonskildene: våre egne analyser peker på vedlikehold som en medvirkende årsak til uønskede hendelser, mens selskapene i liten grad ser en slik sammenheng.

Et vesentlig poeng i studien har vært å kartlegge hvordan selskapene ser etter sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Med utgangspunkt i spørsmålssettet og gruppesamtalene, ser vi at selskapene i liten grad har etablerte rutiner og systemer for å se etter årsaker til fare- og ulykkessituasjoner med kobling mot styringsløyfen for vedlikehold. Da selskapene ble spurt om å oppgi hvilke sammenhenger de ser mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner, så understreket flere av selskapene at de ikke har denne typen informasjon lett tilgjengelig. Enkelte selskaper gjorde uttrekk fra hendelsesdatabasen, med varierende oppløsning, avhengig av hvordan informasjonen blir registrert. Flere av selskapene var imidlertid ærlige på at uttrekket ble gjort som følge av våre spørsmål, og ikke var noe ville gjort med mindre vi hadde spurt. Vårt inntrykk, etter å ha studert de skriftlige svarene og gjennomført gruppesamtalene, er at årsaker til fare- og ulykkessituasjoner koblet mot styringsløyfen for vedlikehold ikke registreres på en måte som gjør at de enkelt kan hentes ut som grunnlag for analyse og forbedring.

De viktigste funnene i rapporter er:

- Selskapene har i liten grad systemer og rutiner på plass for å undersøke eventuelle sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. I den grad de har påvist sammenhenger vi har spurt om, er undersøkelsene gjort ad hoc, og er ikke basert på informasjon selskapene systematisk har analysert over tid.
- Når selskapene prøver å finne sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner bruker de vedlikeholdsstyringssystemet (CMMS), hendelsesdatabasen (Synergi o.l.) og granskning.
- Det er et sprik mellom litteratur på den ene siden og svarene på spørsmålssettet og gruppeintervjuene på den andre siden om det er en sammenheng mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Litteraturen påpeker en sammenheng mellom mangler i selskaperens vedlikeholdsstyring og uønskede hendelser, særlig knyttet til



hydrokarbonlekkasjer, som igjen er en klar bidragsyter til storulykkesrisiko. I svarene på spørsmålssettet og gruppeintervjuene hevder imidlertid selskapene at de i mindre grad ser en slik sammenheng.

## 2 Introduksjon

### 2.1 Bakgrunn

Mangelfullt, manglende og feil utført vedlikehold, både forebyggende og korrigerende, kan være en medvirkende årsak til storulykker og fare- og ulykkesituasjoner. Dette har tradisjonelt vært belyst gjennom gransking av enkelthendelser der en nøster seg fra en reell fare- og ulykkesituasjon eller uønsket hendelse tilbake til bakenforliggende årsaker. I enkelte granskinger ser en at vedlikehold blir undersøkt grundig som en del av årsakssammenhengen. Det er imidlertid i liten grad gjennomført studier som ser på tvers av hendelser for å vurdere et totalbilde som undersøker i hvilken grad aspekter ved vedlikehold inngår som del av årsakssammenhengen til fare- og ulykkesituasjoner. Det er også begrenset informasjon tilgjengelig om hvordan selskapene går frem for å etablere et slikt totalbilde. For å styrke kunnskapen på dette området er studien initiert av Ptil.

### 2.2 Formål og arbeidsomfang

Ptil ønsker å få en forståelse av i hvor stor grad feil som skjer i forbindelse med vedlikeholdsstyring er en årsak til fare- og ulykkesituasjoner i petroleumsnæringen. Som følge av dette har målet med oppgaven har vært å undersøke hvordan selskapene arbeider for å se etter slike sammenhenger, og hva de eventuelt har kommet frem til. Alle deler av styringsløyfen for vedlikehold dekkes, jf. Figur 2 på side 8. Det innebærer at for eksempel feil i planlegging og rapportering av vedlikehold også regnes som vedlikeholdsrelatert. Prosjektet er dermed ikke avgrenset til feil i utførelsen av vedlikehold.

Studien undersøker videre hvordan selskapene på norsk sokkel følger opp fare- og ulykkesituasjoner; særlig knyttet til om, og eventuelt hvordan, selskapene undersøker hvorvidt mangelfullt vedlikehold, manglende vedlikehold eller feil utført vedlikehold er en årsak til fare- og ulykkesituasjoner. Studien undersøker også hvordan informasjonen som innhentes i granskinger og oppfølging av hendelser brukes til å forbedre vedlikeholdsstyringen og dermed forebygge framtidige fare- og ulykkesituasjoner.

Å styre risiko for å forebygge storulykke er et langt lerret å bleke som krever innsats på mange ulike områder og fronter. Rapporten er avgrenset til den rollen vedlikeholdet spiller for å forebygge fare- og ulykkesituasjoner og uønskede hendelser. Spesielt er rapportens innhold avgrenset til å vurdere hvilke systemer og rutiner selskapene har for å avdekke i hvilken grad vedlikehold er en bakenforliggende årsak til fare- og ulykkesituasjoner og uønskede hendelser, samt hvilke funn selskapene eventuelt har gjort. Denne avgrensningen må imidlertid ikke tolkes dit hen at forbedring av systemer og rutiner er den eneste farbare veien for å forebygge ulykker.

Resultatene fra studien er fremstilt i anonymisert form i rapporten.

### 3 Faglig tilnærming

I kapittel 3.1 settes vedlikehold inn i en risikostyringskontekst. I kapittel 3.2 beskrives vedlikeholdets rolle for å forebygge feil, fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker. Kapittel 3.3 beskriver styringssløyfen for vedlikehold; en forbedringssløyfe for å sikre at vedlikeholdet gjennomføres på en tilstrekkelig god måte. Til slutt, i kapittel 3.4, beskrives et rammeverk for å forstå vedlikehold som mulig årsak til fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og påfølgende konsekvenser.

#### 3.1 Styring av vedlikehold for å oppnå god sikkerhet

For å sikre forsvarlig styring av helse, miljø og sikkerhet skal aktører i petroleumsnæringen «etablere, følge opp og videreutvikle et styringssystem for å sikre etterlevelse av krav som er gitt i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen» (rammeforskriften § 17).

Aktørene i næringen har utviklet og tatt i bruk egne systemer for å ivareta god styring, og flere av disse er koblet til det å ivareta teknisk integritet på anleggene gjennom levetiden. Typiske styringselementer tett knyttet til vedlikehold inkluderer design av anleggene, barrierestyring, planlegging og styring av aktiviteter, tilstandskontroll/overvåkning og analyser.

Krav i HMS-regelverket som er særlig relevant for studien inkluderer aktivitetsforskriften §45-51, teknisk og operasjonell forskrift §58 om vedlikehold og styringsforskriften §19 om innsamling og bruk av data samt §20 om registrering, undersøkelse og gransking av fare- og ulykkessituasjoner. Styringsforskriftens §4-6 stiller krav om risikoreduksjon, at barrierer innføres og settes i system, samt at selskapene skal sikre at styringen av helse, miljø og sikkerhet omfatter de aktivitetene, ressursene, prosessene og den organisasjonen som er nødvendig for å sikre forsvarlig virksomhet og kontinuerlig forbedring.

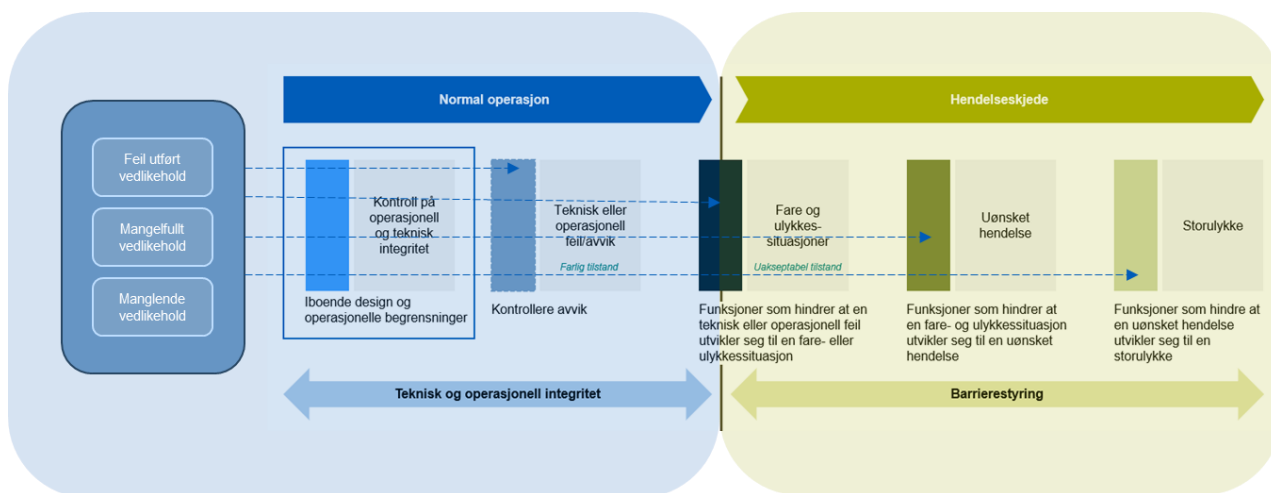
#### 3.2 Vedlikehold i et barriereperspektiv

Vedlikehold spiller en sentral rolle for å forebygge fare- og ulykkessituasjoner gjennom å opprettholde teknisk integritet. For eksempel skal man gjennom vedlikehold fange opp og utbedre defekter på utstyr og systemer for å unngå at en farlig tilstand oppstår og utvikler seg til en hydrokarbonlekkasje.

Det er også slik at feil ved forberedelse til og utførelse av vedlikehold erfaringsvis ofte inngår som årsaker til fare- og ulykkessituasjoner. Et eksempel på dette er RNNP som over flere år har vist at en betydelig andel av hydrokarbonlekkasjene i norsk petroleumsaktivitet har skjedd i forbindelse med arbeid på hydrokarbonførende systemer.

Det å kontinuerlig tilpasse og forbedre vedlikeholdsregimet er en krevende balanseøvelse: Det er nødvendig å gjøre et vedlikehold som er tilstrekkelig til å opprettholde teknisk integritet og forebygge fremtidige fare- og ulykkessituasjoner. Samtidig kan det hevdes at unødvendig vedlikehold bør unngås, både for å redusere risiko for operasjonelle feil og for å unngå unødvendig slitasje på utstyr og systemer. Å finne denne balansen kan være vanskelig å få til i praksis.

Figur 1 viser en konseptuell fremstilling av vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Høyre side av figuren er inspirert av Ptils barrierestyringsmodell, jf. Barrierenotatet (Petroleumstilsynet 2017). Venstre side av figuren viser normal operasjon av et anlegg. Vedlikehold av et system er en del av normal operasjon. Eventuelle avvik fra den normale driftskonvolutten kan føre til fare- og ulykkessituasjoner enten direkte, som i mange hydrokarbonlekkasjer, eller indirekte gjennom redusert barrieretyelse som senere utvikler seg til en fare- og ulykkessituasjon. Eksempler på slike avvik er mangelfullt, manglende eller feil utført vedlikehold, jf. figuren.

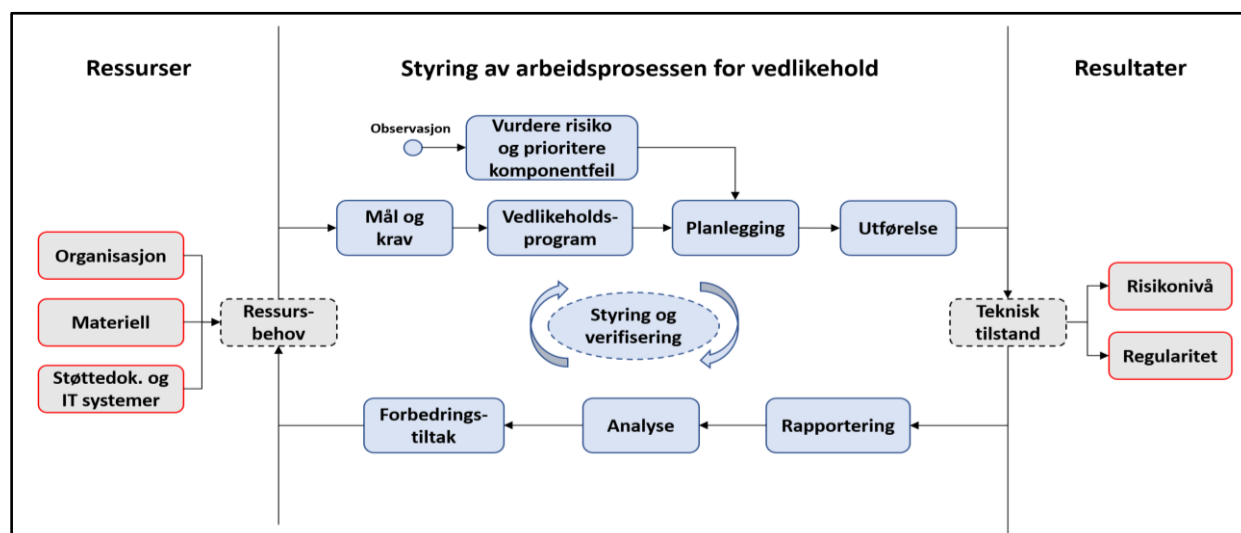


Figur 1 Vedlikehold i et barriereperspektiv

### 3.3 Styringsløyfen for vedlikehold

Styringsløyfen for vedlikehold, som vist i Figur 2, er en forbedringssirkel som skal bidra til kontinuerlig forbedring over tid ved at vedlikeholdet planlegges, gjennomføres og følges opp på en god måte. Denne løyfen ble opprinnelig utviklet som en del av «Basisstudie vedlikeholdsstyring», et prosjekt i regi av Oljedirektoratet høsten 1996, for å utvikle en metode for systematisk og helhetlig vurdering av selskapenes eget vedlikeholdsstyringssystem (Oljedirektoratet 1998). Senere har denne løyfen blitt inkludert i standarden NORSOK Z-008 (Norsok 2017). Vi har imidlertid lagt til elementet «Vurdere risiko og prioritere komponentfeil» for å reflektere korrigerende vedlikehold i vår gjengivelse figuren.

Styringsløyfen for vedlikehold inneholder tre hoveddeler: *ressurser*, *styring av arbeidsprosessen for vedlikehold* og *resultater*. Ressursene er innsatsfaktorene som trengs for å lykkes med vedlikeholdet, styringsdelen viser hvordan vedlikeholdet planlegges, gjennomføres og forbedres gjennom forbedringssløyfen, og resultatdelen viser resultatet av vedlikeholdet i form av lav risiko og høy regularitet. Dette danner et beslutningsunderlag for å optimalisere vedlikeholdet.

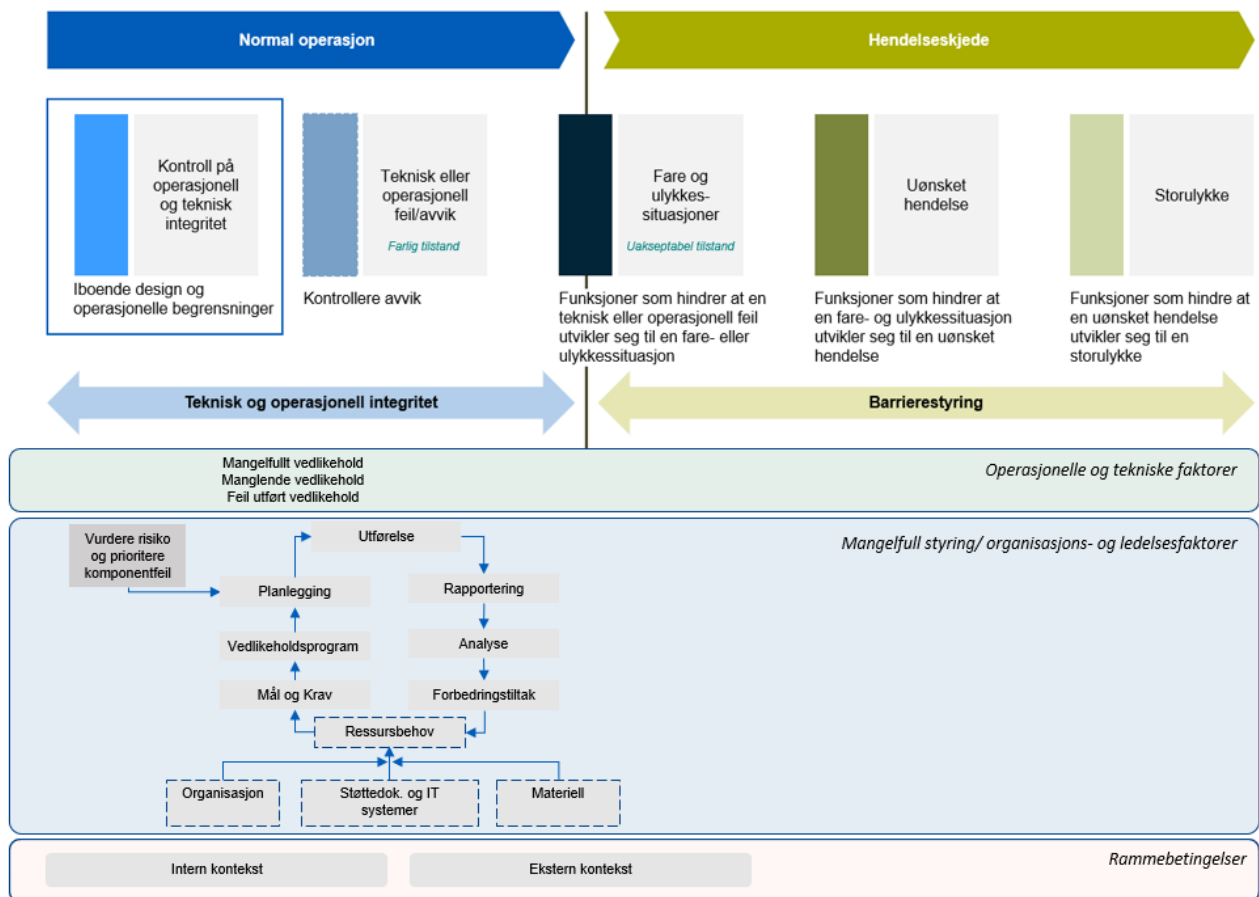


Figur 2 Styringsløyfen for vedlikehold



### 3.4 Barrieremodellen og styringssløyfen for vedlikehold sett i sammenheng

For å forstå vedlikehold som mulig årsak til fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker har vi etablert et rammeverk. Dette er vist i Figur 3.



**Figur 3** Rammeverk for å forstå vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker

Dette rammeverket kan brukes til å synliggjøre hvordan vedlikehold kan bidra til å forebygge eller være en medvirkende årsak til fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker.

Som vist i figuren, gjøres vedlikehold som en del av normal operasjon (venstre side) for å forebygge fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker (høyre side).

Det er avgjørende at teknisk og operasjonell integritet opprettholdes for å forebygge fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker. Ikke minst er det viktig at barrierefunksjoner, barriersystemer og barriereelementer har den ytelsen de skal ha. Dette er ikke avgrenset til tekniske systemer, men inkluderer også operasjonelle og organisatoriske barriereelementer.

Barriereytelsen påvirkes av utførelsen av vedlikeholdet, både operasjonelt og teknisk, jf. «operasjonelle og tekniske faktorer». Dersom det gjøres operasjonelle eller tekniske feil, kan dette bidra til redusert barriereytelse. I vedlikeholdssammenheng kan operasjonelle og tekniske feil være i form av mangelfullt vedlikehold, manglende vedlikehold og feil utført vedlikehold.

Utførelsen av vedlikeholdet, jf. «mangelfull styring/organisasjons- og ledelsesfaktorer», påvirkes av vedlikeholdsstyringen. Dersom det er mangelfull styring, vil dette kunne føre til

vedlikeholdsrelaterte feil. «Mangelfull styring/organisasjons- og ledelsesfaktorer» er, i neste omgang, påvirket av rammebetingelsene for vedlikeholdet, jf. «rammebetingelser». Dersom det ikke legges godt nok til rette for god styring av vedlikeholdet, for eksempel ved at ressurstilgangen ikke er tilstrekkelig, vil mangelfulle rammebetingelser være en medvirkende årsak til mangelfull styring.

Rammeverket i figuren kan brukes til å forklare hvilke faktorer som må være på plass for å unngå at mangler i vedlikeholdsstyringen fører til fare- og ulykkessituasjoner. Men den kan også brukes til å granske en enkelthendelse ved å «nøste seg bakover og nedover i figuren». Slik kan man synliggjøre bakenforliggende årsaker i form av operasjonelle/tekniske faktorer, mangelfull styring/organisasjons- og ledelsesfaktorer og rammebetingelser.

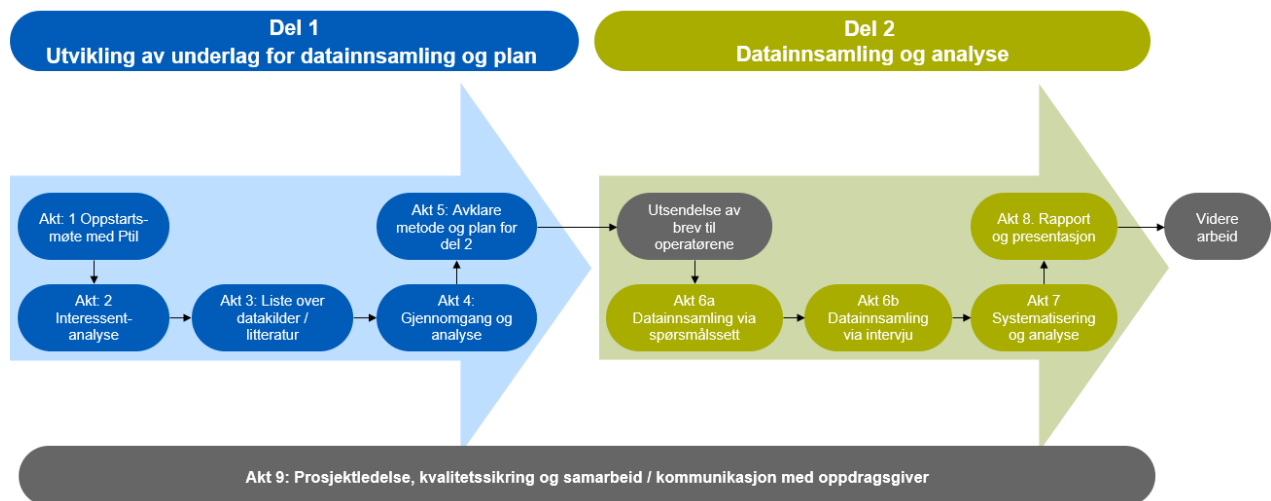
Figuren er inspirert av Havarikommisjonens granskingsmetode (Statens havarikommisjon 2021) og Accimap (Rasmussen 1997). I ovennevnte litteratur tegnes imidlertid nivåene oppover for å synliggjøre at bakenforliggende årsaker kan spores helt «opp» til rammebetingelser. Vi har imidlertid valgt å legge rammebetingelser «nederst» for å synliggjøre at rammebetingelser er det mest grunnleggende «bakenforliggende» nivået for å forklare hvorfor fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker skjer.

## 4 Metode

Tre informasjonskilder er benyttet i studien:

- **Litteratur:** Informasjon fra utvalgte åpne kilder, som for eksempel offentlig tilgjengelige rapporter/studier og granskingsrapporter
- **Spørsmålssett:** Skriftlige svar på spørsmål mottatt fra selskaper med landanlegg og/eller permanente innretninger på norsk sokkel
- **Gruppesamtaler:** Informasjon innhentet i møter/samtaler med representanter fra selskapene som svarte på spørsmålssettet.

Prosjektet er gjennomført som vist i Figur 4.



Figur 4 Aktiviteter i prosjektet

I tett dialog med Ptil (oppdragsgiver) ble oppdrag og fremgangsmåte utviklet, interessenter og datakilder ble kartlagt og spørsmålssettet ble utformet. Videre ble det besluttet hvordan datainnsamlingen skulle foregå gjennom distribusjon av spørsmålssett til avtalte mottakere og gruppesamtaler med disse i etterkant. Forventninger til analyser av resultater og rapportering ble også klarlagt. Gjennom prosjektet har vi hatt regelmessig dialog med oppdragsgiver. Videre informasjon om metoden er presentert i Vedlegg A.

## 5 Resultater og diskusjon

### 5.1 Gjennomgang av litteratur om fare- og ulykkessituasjoner

Dette kapitlet presenterer resultatene fra en gjennomgang av eksisterende litteratur/informasjon om tidligere fare- og ulykkessituasjoner. Kapittel 5.1.1 presenterer relevant litteratur. Deretter, som gjengitt i kapittel 5.1.2 og 5.1.3, er informasjon om et utvalg uønskede hendelser analysert for å vurdere i hvilken grad vedlikehold inngår som del av årsaksbildet for disse hendelsene.

#### 5.1.1 Litteratur

Innledningsvis i prosjektet ble relevante litteraturkilder identifisert og gjennomgått som et faglig grunnlag for det videre arbeidet. Relasjonen til trinnene i styringssløyfen for vedlikehold, jf. Figur 2, ble vurdert og notert som stikkord. Dette gir en oversikt over hvilke områder de ulike kildene fokuserer på, samt hvilke deler av styringssløyfen for vedlikehold som er identifisert/drøftet i hver av kildene. Litteraturkilder til gjennomgang ble utarbeidet tidlig i prosjektløpet og ble brukt til å planlegge/prioritere det videre prosjektarbeidet. Dette inngikk også i arbeidet med å utarbeide det skriftlige spørsmålssettet som ble oversendt til selskapene, jf. Kapittel 5.2.

Følgende kilder ble gjennomgått:

- Vedlikeholdets plass i barrierestyling (Sintef 2014)
- Effekten av vedlikehold (DNV 2022a)
- Ptil gransking av alvorlige hendelser – Evaluering av effekt (DNV 2022b)
- Vedlikehold av barrierer på undervannsanlegg – oppsummeringsrapport etter møteserie (Petroleumstilsynet 2018)
- Dybdestudie: Rapportering av hendelser og tilløpshendelser til Ptil (Petroleumstilsynet 2021)
- Læring etter hendelser (Sikkerhetsforum 2019)

En oppsummering av resultatet fra gjennomgangen er presentert i Vedlegg C.

Vi har også gått gjennom et utvalg av forskningslitteratur og vitenskapelige rapporter fra ulike bransjer for å undersøke hvilken forståelse/definisjon de ulike dokumentene har til hva som menes med vedlikehold. Vi har skilt mellom bred og smal forståelse av vedlikehold på følgende måte:

**Smal forståelse:** En uønsket hendelse/ulykke anses å være vedlikeholdsrelatert kun dersom hendelsen er relatert til vedlikehold i *utførelsesfasen*

**Bred forståelse:** En uønsket hendelse/ulykke anses å være vedlikeholdsrelatert dersom hendelsen er relatert til vedlikehold i *planlegging, utførelse* og *ferdigstillelse* av en vedlikeholdsaktivitet

**Svært bred forståelse:** En uønsket hendelse/ulykke anses å være vedlikeholdsrelatert dersom hendelsen er relatert til *ett eller flere elementer i styringssløyfen for vedlikehold*. Eksempler er mangelfulle ressurser, mangelfull kompetanse, manglende tilgang til reservedeler etc.

Kriterier for utvelgelse:

1. Dokumentet diskuterer reelle ulykker/uønskede hendelser, ikke tilløpshendelser.
2. Forfatteren har (på en eller annen måte) knyttet ulykkene/ de uønskede hendelsene til vedlikehold
3. Hendelsene som diskuteres er fra mange ulike bransjer, ikke bare fra olje- og gassindustrien

Resultatet fra gjennomgangen er vist i Tabell 1.

**Tabell 1 Forståelse av vedlikehold (svært bred, bred eller smal forståelse) i forskningslitteratur og vitenskapelige rapporter**

Forfatter, år	Tittel	Forståelse av vedlikehold (svært bred, bred eller smal)	Andel av hendelser der vedlikehold inngår i årsaksbildet
Hosseinpouri et al. (2022)	Methodology for quantitatively monitoring the basic risk factors of accidents: A case study on manufacturing companies	Smal	23 % (30 av 130)
Okoh and Haugen (2013)	Maintenance-related major accidents: Classification of causes and case study	Svært bred	65 % (13 av 20)
Saleh et al. (2019)	Maintenance and inspection as risk factors in helicopter accidents: Analysis and recommendations	Bred	37 % (98 av 265)
Okoh and Haugen (2014)	A study of maintenance-related major accident cases in the 21st century	Bred	44 % (81 av 183)
Goldman, Fiedler and King (2002)	General Aviation Maintenance Related Accidents: A Review of Ten Years of NTSB Data	Smal	21 % (1447 av 6892)
Rao, Fala and Marais (2016)	Analysis of Helicopter Maintenance Risk from Accident Data	Smal	31 % (590 av 1933)
Batson (2021)	The Role of Maintenance in Reducing the Risk of Technological Disasters	Svært bred	100 % (12 av 12)
Milczarek and Kosk-Bienko (2010)	Maintenance and occupational safety and health – a statistical picture	Smal	34 % (739 av 2173)
Nwankwo, et al. (2022)	Analysis of accidents caused by human factors in the oil and gas industry using the HFACS-OGI framework	Smal	14 % (25 av 184)
Halim, et al. (2018)	In search of causes behind offshore incidents: Fire in offshore oil and gas facilities	Smal	37 % (51 av 137)
Fyffe, et al. (2016)	A preliminary analysis of Key Issues in chemical industry accident reports	Bred	20 % (12 av 60)
Mahmoodi, et al. (2021)	Analysis of Liquid Pipelines Accidents Causes, Consequences and Contributing Factors: A Review Study	Smal	17 % (14 av 81)
Uth and Wiese (2004)	Central collecting and evaluating of major accidents and near-miss-events in the Federal Republic of Germany—results, experiences, perspectives	Smal	14 % (44 av 313)
Majumdar, et al. (2009)	A causal factors analysis of helicopter accidents in New Zealand 1996-2005 and the United Kingdom 1986-2005	Bred	92 % (291 av 316)

Gjennomgangen viser at av dokumentene som har en **svært bred forståelse** av vedlikehold, ble vedlikehold funnet som årsak i 78 % av ulykkene/de uønskede hendelsene. Med en **bred forståelse** av vedlikehold ble vedlikehold funnet som årsak i 58 % av ulykkene/de uønskede hendelsene. Med en **smal forståelse** av vedlikehold ble vedlikehold funnet som årsak i 25 % av ulykkene/de uønskede hendelsene.



## 5.1.2 Analyse av fare- og ulykkessituasjoner

Dette delkapitlet presenterer en analyse av noen utvalgte fare- og ulykkessituasjoner. Analysen er gjort i to separate deler. Den første delen tar utgangspunkt i granskingsrapportene fra et utvalg hendelser med offentlig tilgjengelig granskingsrapporter. Den andre delen analyserer 23 hydrokarbonlekkasjer i perioden 2018 – 2021, med utgangspunkt i informasjon fra Offshore Norge sine nettsider.

### 5.1.2.1 Analyse av hendelser med offentlig tilgjengelig granskingsrapport

Dette delkapitlet presenterer resultatene fra en gjennomgang av 18 hendelser med offentlig tilgjengelig granskingsrapport. Det ble valgt å ta utgangspunkt i de samme hendelsene som ble analysert i prosjektet «Læring etter hendelser» som Proactima har gjennomført på oppdrag fra Ptil (Proactima 2022). Resultatet fra gjennomgangen er vist i Tabell 2.

**Tabell 2 Vurdering av relasjon mellom utvalgte fare- og ulykkeshendelser og vedlikehold**

Hendelser	Referanse	Informasjon i granskingsrapport	Vår vurdering: Relevante elementer i styringsløyfen for vedlikehold						
		I hvilken grad er vedlikehold nevnt i rapporten/kilden?	Mål og krav	Vedlikeh .program	Plan- legging	Utførelse	Rappor- ting	Analyse	Forb. tiltak
Oljeutslipp til grunn, Mongstad, 1973-2020	(Equinor 2020)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Utilstrekkelig vedlikehold av OWS-systemet over tid	X	X			X	X	X
Ukontrollert utblåsning Ekofisk Bravo, 1977	(NOU 1997:47 1997)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>	X		X				
Helikopterulykke Norne, 1997	(Havarikommisjonen for Sivil Luftfart 2001)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Indirekte årsak: «HLS gjennom undersøkelsen avdekket svakheter i det vedlikeholdsprogram som ble benyttet på helikopter. Videre avdekket mangler ved det vedlikehold som ble utført av HS»	X	X		X		X	
Brudd i lasteslange Statfjord OLS-A (Navion Britannia), 2007	(Petroleumstilsynet, Kystverket og SFT 2008), (StatoilHydro 2008a)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Manglende etterlevelse av vedlikeholdsprogrammet Mangelfullt vedlikeholdssystem	X	X	X			X	
Brudd i lasteslange Draugen (Navion Scandia), 2008	(Petroleumstilsynet 2008)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Mangler i vedlikeholdsprogrammet for Navion Scandia	X	X				X	X
Brønnkontrollhendelse under trykbalansert boring, Gullfaks C, 2010	(Statoil 2010)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>	X						
Tap av posisjon, kollisjon, Statfjord A – Sjøborg, 2019	(Petroleumstilsynet 2019)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>	X		X		X		
Kvalitetsproblemer i sveiser under bygging, 2018-2020*	(Petroleumstilsynet 2021b)								
Tap av posisjon, utilsiktet frakopling av LMRP, West Mira, 2020	(Petroleumstilsynet 2020b)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>			X				
Brann i hetolje i turbinhus, Hammerfest LNG, 2020	(Petroleumstilsynet 2021a)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Mye repeterende korrigerende vedlikehold med farlige feilmekanismer Manglende overholdelse av vedlikeholdsfrister Ressursprioritering på driftsforstyrrelser over planlagt vedlikehold Redusert evne til å opprettholde sikker drift og vedlikehold	X	X				X	X

Hendelser	Referanse	Informasjon i granskingsrapport I hvilken grad er vedlikehold nevnt i rapporten/ kilden?	Vår vurdering: Relevante elementer i styringsløyfen for vedlikehold						
			Mål og krav	Vedlikeh .program	Plan- legging	Utførelse	Rapport- ering	Analyse	Forb. tiltak
Brann i smørøljesystem, Tjeldbergodden, 2020	(Equinor 2021)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Manglende forebyggende vedlikehold på tilbakeslagsventilen	X				X	X	X
Oljeutslipp via system for produsert vann, Gullfaks C, 2021	(Petroleumstilsynet 2021c)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>	X				X	X	X
Oljelekkasje i skaft, Statfjord A, 2008	(StatoilHydro 2008b)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>	X				X		
Oljelekkasje via åpen drenering, Statfjord C, 2014	(Petroleumstilsynet 2014)	<b>Vedlikehold blir nevnt i rapporten som en årsak til ulykken.</b> Avvik knyttet til "Klargjøring for vedlikehold" En isoleringsventil til en lastepumpe ble ikke tett, og dette var en del av klargjøringen for vedlikehold.	X		X		X		
Oljeutslipp ved lastning Statfjord OLS-B (Hilda Knutsen), 2015	(Petroleumstilsynet Kystverket og Miljødirektoratet 2016)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Vedlikehold knyttet til korrosjon og inspeksjon er vurdert som en mulig underliggende årsak til hendelsen i rapporten Mangler i vedlikeholdsprogrammet angående kontroll for korrosjonsutvikling i nipler på slangesegmentene. Innvendig korrosjon ble ikke betraktet som en aktuell feilmodus i vedlikeholdsprogrammet.	X	X				X	X
Brønnkontrollhendelse Troll (Songa Endurance), 2016	(Petroleumstilsynet 2017b), (Statoil 2017)	<b>Vedlikehold blir ikke nevnt som en årsak til hendelsen</b>	X						
Brann i skaft i forbindelse med lossing av olje, Statfjord A, 2016	(Petroleumstilsynet 2016)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> Manglende undersøkelser og forbedringstiltak etter en tidligere hendelse i 2003 ble påpekt, inkludert manglende endringer i vedlikeholdsprogrammet.	X	X			X	X	
Oljeutslipp etter overtrykk av slamcelle, Statfjord A, 2019	(Petroleumstilsynet 2020a)	<b>Vedlikehold blir nevnt som en av årsakene til hendelsen</b> mangelfull risiko- og systemforståelse ved planlegging av vedlikeholdsarbeid på ballastvannventilen	X	X	X	X			
<b>Sum (antall kryss)</b>			16	8	6	2	7	9	6

\*: Denne hendelsen er relatert til byggefasen og er derfor ikke definert som vedlikehold i denne rapporten.

Vi har valgt å se bort fra hendelsen «Kvalitetsproblemer i sveiser under bygging», da denne hendelsen skjedde i byggefasen, der vedlikehold er mindre relevant. Vi står dermed igjen med 17 hendelser som har blitt vurdert.

Tredje kolonne i tabellen synliggjør i hvilken grad vedlikehold er nevnt som årsak/medvirkende faktor i granskingsrapporten til den aktuelle hendelsen. Resultatet av gjennomgangen er at det er 10 hendelser der vedlikehold er nevnt som medvirkende årsak, og 7 hendelser der vedlikehold ikke er nevnt. Vedlikehold er med andre ord nevnt som medvirkende årsak i over halvparten (59 %) av granskingsrapportene som har vært gjennomgått.

Kolonnene 4-10 i tabellen viser at når en skal forklare hvilke deler av vedlikeholdsstyringen som ikke fungerte for disse hendelsene, så er det som skjer «før» og «etter» selve utførelsen av vedlikeholdsaktiviteten de mest fremtredende fasene. Feil i utførelse var en årsak kun i to av de 17 hendelsene. Fasene «før» utførelsen av vedlikeholdet; *mål og krav, vedlikeholdsprogram og planlegging*, var imidlertid relevant i en betydelig andel av hendelsene, med henholdsvis 16, 8 og 6 kryss. Også fasene «etter» utførelsen av vedlikeholdet; *rapportering, analyse og forbedringstiltak* har vært fremtredende faser med henholdsvis 7, 9 og 6 kryss.

Totalt sett kan ovennevnte oppsummeres med at for flertallet av hendelsene som er gjennomgått, er vedlikehold nevnt som bakenforliggende årsak i granskingsrapporten. Det som sviktet var ikke først og fremst selve utførelsen av vedlikeholdsaktiviteten, men de andre delene av styringssløyfen for vedlikehold.

#### 5.1.2.2 Analyse av hydrokarbonlekkasjer

Dette delkapitlet presenterer resultatene fra en gjennomgang av 23 hydrokarbonlekkasjer i perioden 2018 – 2021. Informasjonen er hentet fra to kilder som er publisert av Offshore Norge:

- [Årsaksanalyse](#) av hydrokarbonlekkasjer i perioden 2018 – 2021.
- [Database over hydrokarbonlekkasjer](#) på norsk sokkel siden 2013.

Ovennevnte årsaksanalyse og database inkluderer hydrokarbonlekkasjer med initiell lekkasjerate >0,1 kg/s fra prosessområdet på offshore produksjonsinnretninger. Resultatene fra gjennomgangen er vist i Vedlegg D.

I og med at informasjonen er anonymisert, får vi ikke kontrollert i hvilken grad vedlikehold er nevnt i de aktuelle granskingsrapportene, slik som det ble gjort i Tabell 2.

Vår gjennomgang av hendelsene viser at henholdsvis 18 og 4 av 23 hendelser var relatert og delvis relatert til vedlikehold. Kun én av de 23 hydrokarbonlekkasjene var ikke relatert til vedlikehold. Av de 18 hendelsene som var relatert til vedlikehold ser vi følgende:

- Manglende vedlikehold: 2 av 18 hendelser
- Mangelfullt vedlikehold: 1 av 18 hendelser
- Feil utført vedlikehold: 15 av 18 hendelser

Tabell 3 oppsummerer de 18 hendelsene som er relatert til vedlikehold, og viser hvilke deler av vedlikeholdet som var manglende, mangelfullt eller feil utført og relaterte trinn i styringssløyfen for vedlikehold.

**Tabell 3 Oppsummering av 18 hydrokarbonlekkasjer som var relatert til vedlikehold**

ID	Manglende, mangelfullt eller feil utført?	Hva var manglende, mangelfullt eller feil utført?	Relevant trinn i styringsløyfen for vedlikehold*
2018-A	Feil utført	Mangelfull planlegging og utførelse av trykkavlastning i forbindelse med resertifisering av sikkerhetsventil	Utførelse (planlegging)
2018-D	Feil utført	Mangelfull planlegging og utførelse av lekkasjetest av råoljevarmer	Utførelse (planlegging)
2018-G	Feil utført	Mangelfull planlegging og utførelse ved klargjøring før utskifting av en ventil	Planlegging (utførelse)
2018-H	Feil utført	Pakkboks inneholdt kun formpressede ringer, men skulle egentlig inneholdt en kombinasjon av formpressede og flettede ringer	Utførelse
2019-A	Feil utført	Én av fem flenser var ikke trukket til ved bytte av pakninger	Planlegging (utførelse, ressurser)
2019-B	Mangelfullt	Caisson har blitt fjernet ved tidligere vedlikehold (uvisst når)	Rapportering
2019-F	Feil utført	Et rør i fakkelsystemet ble fjernet uten at denne delen av fakkelsystemet ble isolert	Utførelse
2020-A	Feil utført	Brudd i en midlertidig slange. Det var brukt feil type slangestuss, uten gripekant	Utførelse (rapportering)
2020-B	Feil utført	Misforståelser/mangelfull kommunikasjon ifm. uttak av vannprøver	Utførelse
2020-C	Manglende	Det ble installert en tetningsring i feil materialkvalitet. Ikke underlagt forebyggende vedlikehold	Mål og krav (analyse)
2020-D	Feil utført	Feil bruk av slanger ifm. setting av en ventil- og blindingsliste ifm. pigging	Utførelse
2020-E	Feil utført	Sammenstillingen og kombinasjonen mellom sprengblekk og type sprengblekkholder var feil	Vedlikeholdsprogram
2021-A	Manglende	Degradert pakning i toppflens til cargotank. Pakningen har ikke blitt skiftet periodisk	Vedlikeholdsprogram
2021-B	Feil utført	Feiloperering av ventiler i kombinasjon med uheldig design	Utførelse
2021-C	Feil utført	I forbindelse med bytting av korroderte bolter ble et digitalt manometer nullstilt slik at det viste 0,0 barg når segmentet var trykksatt.	(Utførelse, planlegging) Materiell
2021-D	Feil utført	Tilbakestilling ble gjort feil siden tanken ikke ble vannfylt slik at den fikk funksjon som vannlås	Utførelse
2021-E	Feil utført	Ved tilbakestilling ble to åpne ventiler ikke stengt. Isoleringsplanen ble ikke fulgt.	Utførelse
2021-F	Feil utført	HC-system ble åpnet før purging. Feil i isoleringsplan samt feil merking i felt.	Planlegging

\*: Mest fremtredende trinn er vist i tabellen. Nest mest fremtredende trinn er vist i parentes.

Av hydrokarbonlekkasjene som har blitt undersøkt, var det kun to hendelser med manglende vedlikehold, og én hendelse med mangelfullt vedlikehold. Den mest fremtredende kategorien er feil utført vedlikehold, med 15 av 18 hendelser. Som vist i tabellen er de aller fleste av disse hendelsene relatert til feil som gjøres i *planlegging* og *utførelse* av vedlikeholdet.



### 5.1.3 Oppsummering og diskusjon

I hvilken grad det legges til grunn en smal, bred eller svært bred forståelse av hvilke uønskede hendelser som anses å være vedlikeholdsrelatert, har stor betydning for hva en kommer frem til. Det viser gjennomgangen av et utvalg av forskningslitteratur og vitenskapelige rapporter fra ulike bransjer, i kapittel 5.1.1. Med en smal forståelse av hva som anses å være vedlikeholdsrelatert, vil en konkludere med at vesentlig færre hendelser er vedlikeholdsrelatert enn om en legger til grunn en bred eller svært bred forståelse. Dette er ingen overraskelse, men det er likevel et poeng som er viktig å være klar over. For dette betyr at hvis for eksempel et selskap oppgir at  $n$  antall hendelser var vedlikeholdsrelatert, så bør en spørre seg hvor bred definisjon eller forståelse av vedlikeholdsbegrepet som er lagt til grunn for tallet som oppgis.

Både gjennomgangen av hendelser med offentlig tilgjengelig granskingsrapport og gjennomgangen av hydrokarbonlekkasjer viser at vedlikehold har vært en årsak til en vesentlig andel av hendelsene. For 10 av de 17 hendelsene (59 %) med offentlig tilgjengelig granskingsrapport var vedlikehold nevnt som medvirkende årsak i granskingsrapportene. Vår gjennomgang indikerer imidlertid at vedlikehold også kan ha vært en relevant årsak i enda flere av disse hendelsene, selv om vedlikehold ikke eksplisitt var nevnt i granskningene. Videre viser vår analyse av hydrokarbonlekkasjer at 18 av 23 hendelser (78 %) var relatert til vedlikehold, og 4 hendelser (17 %) var delvis relatert til vedlikehold.

Begge gjennomgangene av historiske hendelser peker altså på at vedlikehold har vært en fremtredende bakenforliggende årsak. Når vi ser på i hvilke deler av styringssløyfen feilen lå, ser vi et sprik i resultatene. Gjennomgangen av hendelsene med offentlig tilgjengelig granskingsrapport indikerer at utførelsen av vedlikeholdet ikke har vært en fremtredende årsak; kun i én av 17 hendelser var dette et funn. For hydrokarbonlekkasjene, derimot, har «feil utført» vedlikehold vært en årsak som utmerker seg med 15 av 18 hendelser. Det er imidlertid verdt å merke seg at *feil utførelse* i mange tilfeller har oppstått som følge av mangelfull planlegging. Det er flere eksempler på at vedlikeholdsjobber feilaktig har vært gjennomført uten bruk av ventil- og blindingsliste, eller med feil i disse. Da gjøres feilen i planleggingsfasen, men den materialiserer seg først i utførelsesfasen, og resultatet blir «feil utført» vedlikehold.

En plausibel forklaring på forskjellen i resultatene for de to gjennomgangene er at hydrokarbonlekkasjene i stor grad er relatert til vedlikeholdsarbeid som for eksempel forberedelse til pigging, utskifting av en ventil osv., mens gjennomgangen av hendelser med offentlig tilgjengelig granskning i mindre grad handler om vedlikeholdsoperasjoner.

## 5.2 Informasjon fra selskapene

Dette kapitlet oppsummerer svarene selskapene har gitt på det skriftlige spørsmålssettet og gruppesamtalene. Vi har valgt å presentere informasjonen samlet. I tilfeller der svarene på spørsmålssettet og gruppesamtalene avviker fra hverandre, har vi presisert hvilken informasjonskilde informasjonen er basert på.

Kapitlet er delt inn i fire deler. Først presenteres en gjennomgang av hvilken definisjon på fare- og ulykkessituasjoner og vedlikehold selskapene har lagt til grunn. Deretter presenteres resultatene fra tema A, B og C:

- Tema A: *Hvordan* ser selskapene etter sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner – hvilke systemer og rutiner er i bruk?
- Tema B: *Hvilke* sammenhenger har selskapene eventuelt funnet mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner?

- Tema C: Hva har selskapene *gjort* med utgangspunkt i kunnskapen de har skaffet seg for å oppnå læring? Hvilke forbedringsområder er eventuelt identifisert som følge av innhentet kunnskap?

### 5.2.1 Definisjon av fare- og ulykkessituasjoner og vedlikehold

Alle selskapene bekreftet i sine svar at de legger HMS regelverket / NS-EN 13306 / ISO 14224 til grunn for sin definisjon av vedlikehold. Når det gjelder definisjon av fare- og ulykkessituasjoner viste alle selskapene skriftlig til Ptils definisjoner; utdyping i samtalene viser at det er uønskede hendelser eller tilløp til uønskede hendelser som registreres i systemet for hendelsesoppfølging. Alle selskapene registrerer tilstander i hendelsesdatabasen, men det er ulik praksis for hvordan dette gjøres.

Under samtalene ba vi om en utdypning av praktisk forståelse for hva som inngår i vedlikehold for å undersøke om selskapene hadde en bevisst holdning til alle elementene i styringsløyfen for vedlikehold. Her fikk vi varierende svar.

### 5.2.2 Tema A: Hvilke systemer og rutiner er i bruk?

I dette delkapitlet presenteres funnene fra tema A: Hvordan ser selskapene etter sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner – hvilke systemer og rutiner er i bruk?

#### 5.2.2.1 Vedlikeholdsstyringssystem CMMS

Alle selskapene bruker sitt *vedlikeholdsstyringssystem* (Computerised Maintenance Management System - CMMS) for å registrere farlige tilstander, defekter og feil på utstyr.

Risikovurdering, prioritering og oppfølging av registrerte forhold er forskjellig i selskapene. Noen selskaper har etablert faste kategorier i CMMS basert på ISO 14224 for å registrere feilmodi, feilmekanismer og feilårsaker, mens andre bruker fritekstfelt. Generelt har selskapene etablert krav til at feilmodi og feilmekanismer skal registreres/beskrives, mens noen få selskaper også har feilårsak som obligatorisk felt. Det innebærer at det må legges inn en årsak (som kode eller i fritekst) for å kunne avslutte en arbeidsordre.

Et flertall av selskapene kommenterte at det er varierende kvalitet på feilårsakene som blir lagt inn i CMMS, og at det derfor kan være utfordrende å trekke ut og bruke informasjonen som ligger inne i CMMS til læring og forbedringsarbeid.

Rutiner for vurdering av årsaksforhold til farlige tilstander, defekter og feil på utstyr varierer mellom selskapene, også med hensyn til når og i hvilken grad fagpersoner blir involvert. Noen selskaper vurderer risiko, prioritet, tidsfrister og årsaker i et dedikert møte, der informasjonen kvalitetssikres av fagansvarlige i forkant av møtet. Andre selskaper diskuterer forholdene i daglige driftsmøter. To av selskapene har stort søkelys på kvalitet i registreringen, og fremholdt at også kvalitet i registrering av årsaksbildet er en del av satsningen. Gjennomgående er det imidlertid prioritering og planlegging/gjennomføring av den korrigerende jobben som vektlegges, mens årsaksbildet (enten det er koblet til vedlikehold eller ikke) tilsynelatende har mindre oppmerksomhet i dette arbeidet. Det fremholdes at det å definere årsaker til en mangel kan være en vanskelig og tidkrevende øvelse som vanligvis ikke inngår i en tidlig fase av vurderingene, og at det i mindre grad fremstår som verdiskapende å legge arbeid i dette i etterkant, særlig for feil som ikke er tilknyttet barrieresystemer.

Alle selskapene er bevisste på at defekter på utstyr som er relatert til barrierestyring kan ha betydning for storulykker. I mindre grad ser man kobling mellom storulykker og utstyrsfeil/farlige tilstander på utstyr som ikke er definert som barriereelementer. Slikt utstyr kan ha mangler som kan starte en hendelseskjede eller bidra inn i en hendelseskjede. Eksempel på dette kan være varmgang i en pumpe som står i et område der det kan forekomme hydrokarboner. Selv om pumpen i seg selv ikke er et barriereelement, kan denne defekten være en farlig tilstand.

Oppsummert kan en si at alle selskapene registrerer defekter på utstyr i CMMS, men det er ulik bruk av forhåndsdefinerte årsakskategorier. Ulikhetene handler både om hvilke kategorier man kan velge mellom og i hvilken grad man blir tvunget til å legge inn en årsak for å få lukket saken.

Data knyttet til årsaksforhold er i praksis lite tilgjengelig for videre analyse, siden det er tidkrevende å ta informasjonen ut av CMMS. Dette gjelder alle selskapene.

#### 5.2.2.2 Hendelsesdatabase og gransking

Alle selskapene bruker en *hendelsesdatabase* som Synergi, PIMS, Intelex eller tilsvarende for å registrere og følge opp fare- og ulykkessituasjoner. Defekter på utstyr fra vedlikeholdssystemet blir som regel registrert i hendelsesdatabasen som farlige tilstander dersom dette gjelder barriereelementer som gir en eller flere svekkede barrierefunksjoner.

Selskapene har ulike årsakskategorier i hendelsesdatabasene og i liten grad definert faste årsakskategorier knyttet til vedlikehold/styringsløyfen for vedlikehold. Eksempler på årsakskategorisering relevant for vedlikehold er organisatorisk tilhørighet av hendelsen (for eksempel «vedlikeholdsavdelingen»), hvilke menneskelige feilhandlinger som har bidratt («mangel på oppmerksomhet») eller generell henvisning til «manglende vedlikehold».

Tekniske mangler på utstyr som ikke på forhånd er definert som sikkerhetskritiske eller barriereelementer registreres og følges opp i mindre grad opp av selskapene sammenlignet med utstyr som er definert som sikkerhetskritiske eller barriereelementer. Dermed blir kategoriseringen av utstyr kritisk for å forebygge fare- og ulykkessituasjoner, uønskede hendelser og storulykker.

De fleste selskapene ønsker å unngå dobbeltregistrering av farlige tilstander både i CMMS og i hendelsesdatabasen. Dette er forståelig, samtidig som det begrenser muligheten til å danne et samlet bilde av teknisk integritet, situasjon og utvikling – og å forebygge fremtidige fare- og ulykkessituasjoner gjennom å forstå årsaker.

Når det gjelder *gransking* av hendelser beskriver alle selskapene at å undersøke forhold knyttet til vedlikehold som årsak inkluderes i mandatet når det er relevant. Hos alle selskapene skal tiltak og årsaker registreres i hendelsesdatabasen. Imidlertid hadde de i ingen eller liten grad årsakskategorier som detaljert er knyttet til styringsløyfen for vedlikehold. Siden årsakskategoriene i hendelsesdatabasene ikke kan knyttes til hele vedlikeholdsløyfen er det begrenset mulighet til å knytte funn fra granskinger til hele bredden av begrepet vedlikehold. Noen selskaper beskrev at de ved å gjennomgå aksjoner etter hendelser kan sortere på «vedlikehold» som aksjonseier – og dermed få en indikasjon på vedlikehold som årsak, men årsaksforholdene er likevel ikke enkelt tilgjengelig for videre analyser.

#### 5.2.3 Tema B: Hvilke sammenhenger har selskapene eventuelt funnet?

I dette delkapitlet presenteres funnene fra tema B: Hvilke sammenhenger har selskapene eventuelt funnet mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner?

### 5.2.3.1 I hvilken grad ser selskapene vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner?

Gjennom spørsmålssettet og gruppesamtalene fremkommer det at selskapene i liten grad har etablerte rutiner og systemer for å se etter årsaker til fare- og ulykkessituasjoner med kobling mot styringssløyfen for vedlikehold. Dette faller naturlig sammen med at selskapene generelt ikke har etablert systematikk for å se etter og registrere vedlikeholdsrelaterte årsaker som enkelt kan trekkes ut for analyse, verken i CMMS eller hendelsesdatabasene. Grunnlaget for analyse av årsaker til fare- og ulykkessituasjoner med kobling mot styringssløyfen for vedlikehold er dermed i liten grad til stede hos selskapene.

Flere av selskapene viser til et relativt høyt antall registrerte hendelser - også alvorlige - som hadde en eller annen mangel ved vedlikehold som medvirkende årsak. Imidlertid merket vi oss i gruppesamtalene at selskapene likevel i liten grad oppfattet vedlikehold som en viktig medvirkende årsak til hendelsene. Dette ble begrunnet med at de fant andre og viktigere årsaker som lå til grunn.

Hvis en definerer en vedlikeholdsrelatert hendelse som en hendelse som har bakenforliggende årsak i én eller flere av boksene i styringssløyfen for vedlikehold, jf. Figur 2, vil en ende opp med at mange granskede hendelser er vedlikeholdsrelatert. Hvis en derimot legger til grunn en «smalere» forståelse av vedlikehold, vil en ende opp med at det «kun» er hendelser som skjer i forbindelse med *utførelsen av vedlikeholdet* som anses å være vedlikeholdsrelatert. Det fremkommer gjennom gruppesamtalene at mange av selskapene *sier* at de legger til grunn hele styringssløyfen for vedlikehold når de vurderer hvilke hendelser som er vedlikeholdsrelatert, men at de *i praksis* bruker en mer snever forståelse. Dermed ender de opp med å anse relativt få hendelser som vedlikeholdsrelatert.

Det fremstår som tydelig at selskapenes størrelse og historie påvirker hvilken grad de har ressurser tilgjengelig til å gjennomføre analyser av eventuelle sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Vårt hovedinntrykk er at det i liten grad gjennomføres slike analyser hvis en ser bransjen under ett.

### 5.2.3.2 Årsaker knyttet til vedlikehold

De fleste selskapene har gitt skriftlige svar på spørsmål om i hvilken grad bakenforliggende årsakene til fare- og ulykkessituasjoner er relatert til vedlikehold (se under). Flere av selskapene understreket i samtalene at underlaget for dette var uttrekk fra hendelsesdatabasen for å svare på spørsmålene i studien, uten at de normalt har slik informasjon lett tilgjengelig eller regelmessig gjennomfører slike analyser. Flere oppga at de på bakgrunn av dette tar forbehold om kvaliteten i sine svar, og noen har valgt å ikke svare fordi det ikke er mulig å trekke ut informasjon om slike koblinger. For eksempel var det ett selskap som svarte at «*det er vanskelig å se ut fra innrapportert data at vedlikehold er årsaken, bildet er ofte mye mer nyansert og vedlikehold kan være en av faktorene*».

I spørsmålssettet ble selskapene spurt om hva som er de viktigste bakenforliggende årsakene til fare- og ulykkessituasjoner for henholdsvis;

- Mangelfullt vedlikehold (forebyggende og korrektivt)
- Manglende vedlikehold (forebyggende og korrektivt)
- Feil utført vedlikehold (forebyggende og korrektivt)

Svarene på dette spørsmålet er vist i Tabell 4.

**Tabell 4 Svar på spørsmål: «Hva er de viktigste bakenforliggende årsakene til fare- og ulykkesituasjoner som er relatert til mangelfullt, manglende og feil utført vedlikehold?»**

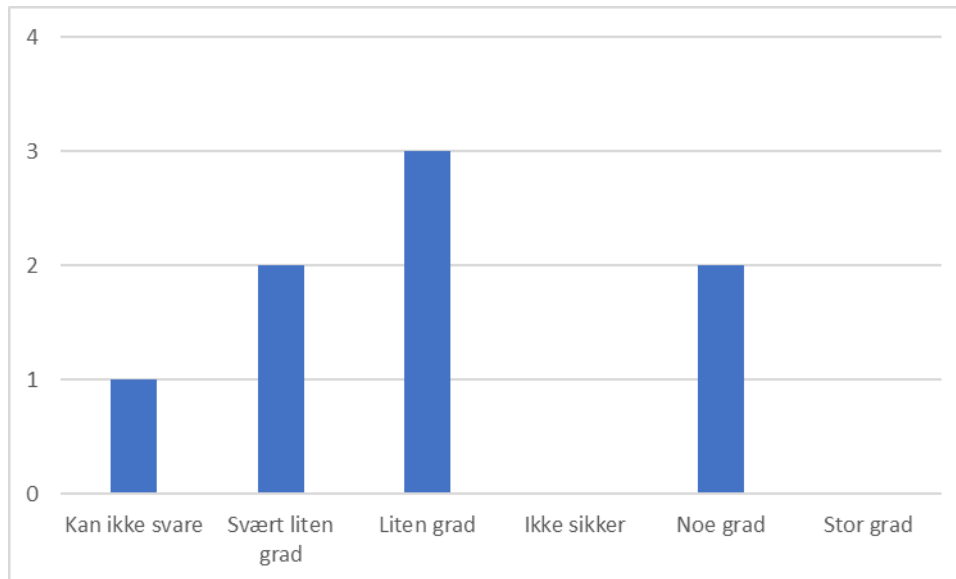
Kategori	Viktigste bakenforliggende årsaker til fare- og ulykkesituasjoner (forebyggende og korrektivt)
<b>Mangelfullt vedlikehold</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mangelfull kunnskap/kompetanse og/eller kapasitet</li><li>• Manglende identifisering av feilmodi</li><li>• Feil vurdering i forbindelse med klassifisering</li><li>• Endringer i feilfrekvens</li><li>• Ikke forstå rotårsak</li><li>• Mangelfull komponent vs. systemforståelse</li></ul>
<b>Manglende vedlikehold</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mangelfull kunnskap/kompetanse og/eller kapasitet</li><li>• Manglende kommunisering av utstyr montering/modifikasjoner</li><li>• Manglende konsekvens/kritikalitetsvurdering</li><li>• Usikkerhet av faktisk tilstand til utstyr</li><li>• Aldring og utfordrende klassifisering pga. aldring</li></ul>
<b>Feil utført vedlikehold</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Feil verktøy</li><li>• Mangelfull kunnskap/kompetanse og/eller kapasitet</li><li>• Undervurdert kompleksitet på system</li><li>• Manglende definerte arbeidsoppgaver</li><li>• Ikke fulgt instruks/rutiner/uoppmerksomhet</li><li>• Mangler i vedlikehold rutiner/prosedyrer</li><li>• Manglende etterlevelse av prosedyrer</li></ul>

Tabellen viser at det er relativt stor variasjon i hva selskapene anser å være de viktigste bakenforliggende årsakene til fare- og ulykkesituasjoner relatert til vedlikehold. Vårt inntrykk er at dette ikke gjenspeiler reelle forskjeller mellom selskapene i hva som «faktisk» er årsaksbildet, men at variasjonen først og fremst skyldes mangelfull kvalitet i datagrunnlaget eller variasjon i selskapenes forståelse av hvilke hendelser som anses å være vedlikeholdsrelatert, jf. smal, bred og svært bred forståelse i kapittel 5.1.1.



### 5.2.3.3 Sammenheng mellom vedlikeholdsutførelse og fare- og ulykkesituasjoner

Selskapene ble spurt i spørsmålssettet om i hvilken grad de har erfart at vedlikeholdsutførelse har ført til fare- og ulykkesituasjoner. Svarene på dette spørsmålet er vist i Figur 5.



**Figur 5 Svar på spørsmål: «I hvilken grad har dere erfart at vedlikeholdsutførelse har ført til fare- og ulykkesituasjoner?»**

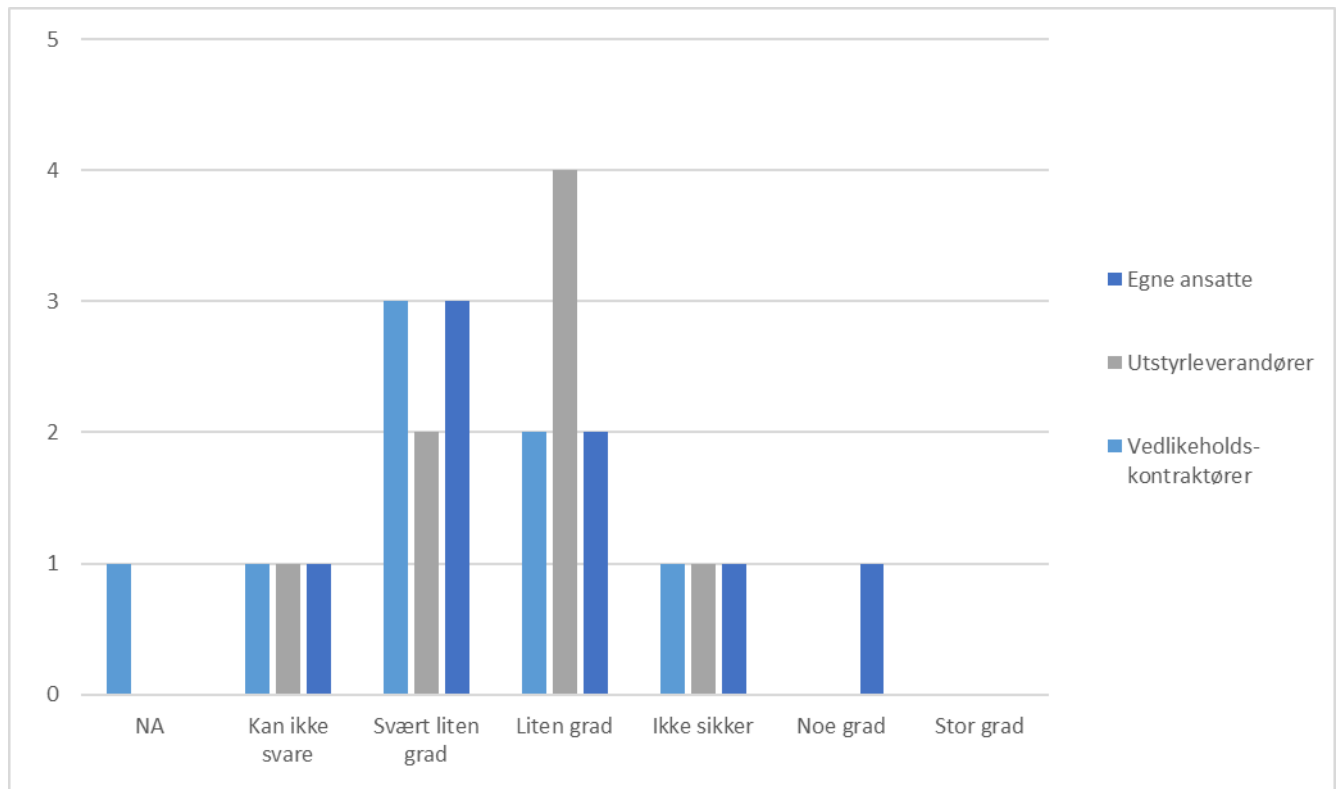
Som figuren viser, svarte ett selskap at de ikke kan svare på dette spørsmålet fordi de ikke har tilstrekkelig med data. To selskapene svarte at det «i noen grad» er en sammenheng, mens de siste 5 selskapene svarte at de «i liten grad» eller «i svært liten grad» ser en sammenheng mellom vedlikeholdsutførelse og fare- og ulykkesituasjoner.

Igjen er det interessant å reflektere over hvorvidt det er snakk om reelle forskjeller mellom selskapene eller om variasjonen er et tegn på at datagrunnlaget er mangelfullt. Det er vanskelig å konkludere endelig på dette.

Det er også interessant å reflektere rundt svarene som har kommet inn på dette spørsmålet sett i sammenheng med litteraturstudiet som vi har gjort i Kapittel 5.1. Et sentralt funn i litteraturstudiet er at vedlikehold har vært en medvirkende årsak til en betydelig andel av hendelsene vi har sett på. Hvordan kan da selskapenes egne gjennomganger komme frem til at det «i liten grad» eller «i svært liten grad» er en slik sammenheng? Igjen er det vanskelig å gi bombastiske svar, men en plausibel forklaring kan være at selskapene i liten grad har lett etter slike sammenhenger. Som kjent er det ofte slik at «det man leter etter, finner man». Da er det kanskje også slik at «det man ikke leter etter, finner man ikke»? I tillegg, kan selskapene kan ha ulik forståelse av hva som menes med «vedlikeholdsutførelse».

### 5.2.3.4 Er det sammenheng mellom hvem som utfører vedlikeholdet og hvordan det påvirker fare- og ulykkesituasjoner?

Selskapene ble spurt i spørsmålssettet om i hvilken grad vedlikehold gjennomført av egne ansatte, utstyrleverandører og vedlikeholdskontraktører har påvirket fare- og ulykkesituasjoner. Resultatet er vist i Figur 6.



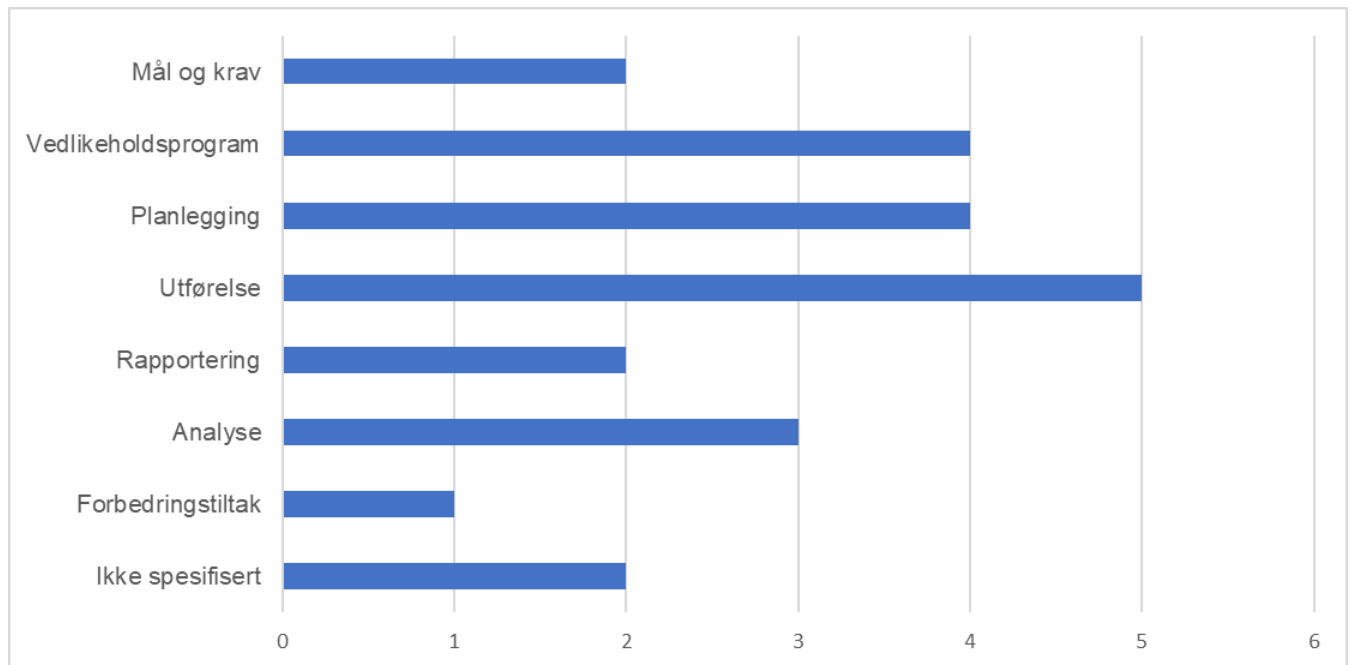
**Figur 6 Svar på spørsmål: «Ved vedlikehold gjennomført av egne ansatte, utstyrleverandører og vedlikeholdskontraktører, i hvilken grad har dette påvirket fare- og ulykkesituasjoner?»**

Ett selskap svarte at de ikke har tilstrekkelig data til å svare på dette spørsmålet, og et annet selskap svarte at de bruker vedlikeholdskontraktører. Sistnevnte er registrert som NA i figuren.

Vår tolkning av denne figuren er at det er relativt små forskjeller mellom resultatene for egne ansatte, utstyrleverandører og vedlikeholdskontraktører, og de små forskjellene som fremkommer gir ikke noe entydig bilde om at enkelte av disse gruppene utmerker seg sammenlignet med de andre.

### 5.2.3.5 Bidrag fra de ulike delene av styringssløyfen for vedlikehold

Selskapene ble spurt i spørsmålssettet om hvilke elementer i styringssløyfen for vedlikehold som i størst grad bidrar til at uønskede tilstander som kan føre til skade får anledning til å utvikle seg til fare- og ulykkesituasjoner og videre til ulykkeshendelser. Fire av selskapene valgte å ikke peke på konkrete elementer i styringssløyfen, men svarte mer generelt. Disse besvarelsene er utelatt i figuren. To av selskapene sa at de ikke hadde tilstrekkelig informasjon til å svare på spørsmålet, og disse selskapene er markert som «ikke spesifisert» i figuren. Svarene på spørsmålet er vist i Figur 7.



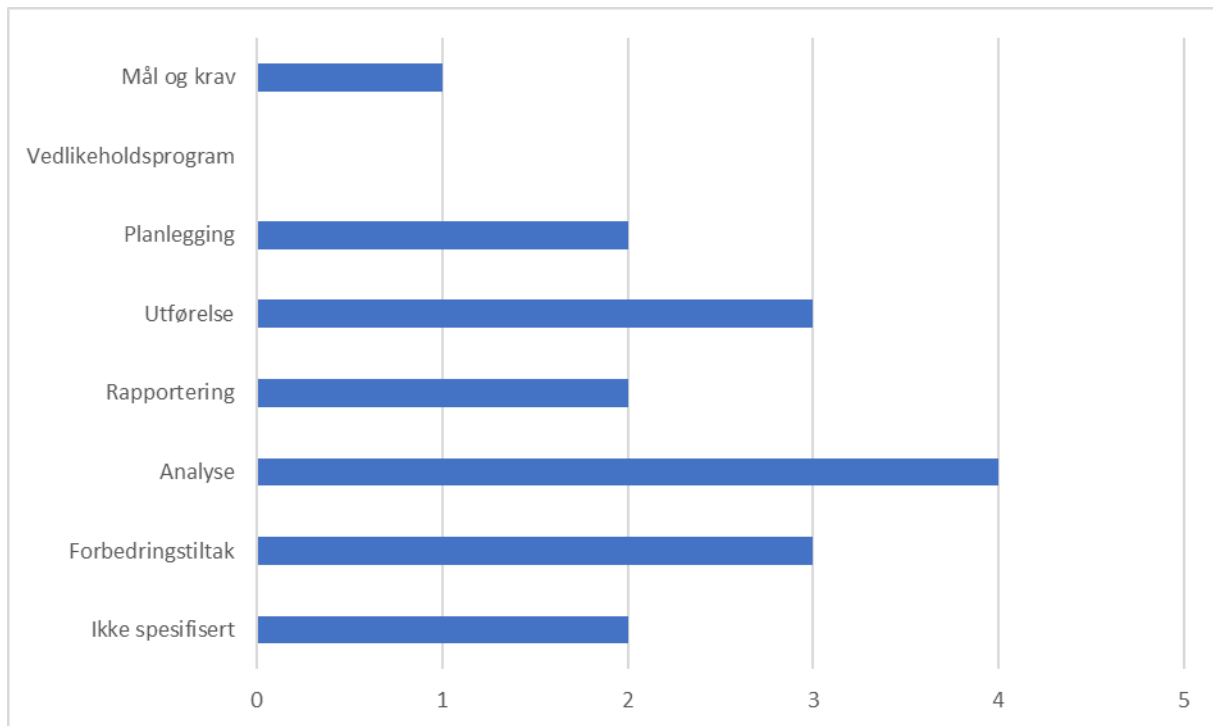
**Figur 7 Svar på spørsmål: «Hvilke deler av styringsløyfen for vedlikehold bidrar i størst grad til at uønskede tilstander som kan føre til skade får anledning til å utvikle seg til fare- og ulykkesituasjoner og videre til ulykkeshendelser?»**

Figuren viser at selskapene samlet sett vurderer at utførelse er den delen av styringsløyfen for vedlikehold som i størst grad bidrar til at uønskede tilstander som kan føre til skade får anledning til å utvikle seg til fare- og ulykkesituasjoner og videre til ulykkeshendelser. Deretter er det trinnene «før» utførelse; *vedlikeholdsprogram* og *planlegging*, som utmerker seg.

Hva betyr dette? I litteraturgjennomgangen i kapittel 5.1.3 var det, som nevnt, noe sprik i resultatene når det gjelder hvor stor betydning utførelse har hatt som årsak i hendelsene. I de 17 hendelsene med offentlig tilgjengelig granskingsrapport, ble utførelse i liten grad vurdert som en årsak, og dette stemmer i liten grad overens med funnene i Figur 7. For gjennomgangen av hydrokarbonlekkasjer var imidlertid nesten alle hendelsene relatert til mangelfull utførelse av vedlikeholdet, noe som stemmer bedre overens med figuren. Både gjennomgangen av de 17 hendelsene med offentlig tilgjengelig granskingsrapport og gjennomgangen av hydrokarbonlekkasjene peker dessuten på at forberedelsesfasen (*planlegging* og *vedlikeholdsprogram*) er kritiske faser, og at feil i disse fasene i en rekke tilfeller har ført til fare- og ulykkesituasjoner. Dette samsvarer godt med funnene i Figur 7.

#### 5.2.3.6 Hva vil selskapene prioritere med tanke på forbedring?

Selskapene ble også spurt i spørsmålssettet om hvilke elementer i vedlikeholdsstyringen de ville prioritere om de skulle styrke noen elementer for å forebygge fare- og ulykkesituasjoner, se Figur 8. To av selskapene ønsket ikke å svare på dette spørsmålet, og er derfor registrert som «ikke spesifisert» i figuren.



**Figur 8 Svar på spørsmål: «Hvis dere skulle styrke noen deler av vedlikeholdsstyringen for å forebygge fare- og ulykkesituasjoner, hvilken/hvilke deler ville dere prioritere?»**

Figuren viser at flertallet av selskapene ville prioritere å forbedre *analyse*, *utførelse* og *forbedringstiltak*, og deretter *planlegging* og *rapportering*. I noen, men ikke full, grad samsvarer dette med hvilke deler av styringsløyfen de mener bidrar mest til hendelser.

I det følgende har vi reflektert rundt disse svarene med utgangspunkt i informasjonen i figuren.

**Analyse:** At det er et behov for å skape bedre forståelse av hva som er utfordringene gjennom *analyse* samsvarer godt med resultatene i rapporten både for tema A og tema B: Kapittel 5.2.2 viser at de fleste selskapene ikke har en tydelig systematikk for å avdekke sammenhengen mellom vedlikehold og fare- og ulykkesituasjoner. Som en konsekvens er det vanskelig for selskapene å rapportere hvilke sammenhenger de faktisk ser, jf. ovennevnte deler av Kapittel 5.2.3. I sum synliggjør dette et behov for ytterligere analyser.

**Utførelse:** Som tidligere nevnt spriker resultatene litt med hensyn til i hvilken grad mangelfull utførelse er en stor utfordring i vedlikeholdsstyringen, jf. diskusjonen i Kapittel 5.1.3.

Det å bedre arbeide med å definere forbedringstiltak blir også trukket frem, og henger slik vi ser det godt sammen med kvaliteten på grunnlaget for analysene. Gode og relevante analyser er naturlig nok avgjørende for å definere relevante og effektive forbedringstiltak.

#### 5.2.4 Tema C: Hva har selskapene gjort?

I dette delkapitlet presenteres funnene fra tema C: Hva har selskapene gjort med utgangspunkt i kunnskapen de har skaffet seg for å oppnå læring? Hvilke forbedringsområder er eventuelt identifisert som følge av innhentet kunnskap?

Rapportering, analyse og forbedringstiltak er en sentral del av styringsløyfen for vedlikehold, jf. Figur 2 på side 8. Det betyr at det også er interessant å se på i hvilken grad selskapene evner å

bruke informasjonen de har fremskaffet til å oppnå forbedring og læring. Alle selskapene bruker hendelsesrapporteringsystemet (Synergi e.l.) til å oppnå læring etter hendelser de har hatt internt i eget selskap. Enkelte av selskapene bruker også CMMP til samme formål. I tillegg forteller alle selskapene at de bruker Ptils granskingsrapporter aktivt i sitt læringsarbeid. Enkelte selskap peker også på forum som er etablert for å legge til rette for læring. Eksempler på fora og informasjonskilder som ble nevnt er:

- Formelle fora mellom selskapene
- Ulike fagdisiplinfora, for eksempel i regi av Offshore Norge og Ptil
- Intern prosess for læring etter granskingsrapporter og tilsyn fra Ptil
- Læring fra andre forretningsområder internt i eget selskap
- «Learning lead» med ansvar for å gjennomgå eksterne hendelser
- «Learning teams» for å se flere interne hendelser/notifikasjoner i sammenheng
- Informasjon fra leverandører
- Komitéer for standardarbeid

Selskaper som også har aktiviteter i andre land, fortalte at de prøver å lære fra hendelser globalt i eget selskap. Noen selskaper bruker også en systematisk fremgangsmåte der de prøver å lære av hendelser på tvers av bransjen.

Selskapene ble også spurt om i hvilken grad de lærer fra andre industrier enn olje- og gassnæringen. Vi fikk ingen eksempler på denne typen erfaringsoverføring.

## 5.2.5 Oppsummering og diskusjon

Med utgangspunkt i de skriftlige svarene vi mottok på spørsmålssettet og gruppeintervjuene fikk vi en forståelse av hvordan selskapene går frem for å se etter sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkesituasjoner. Vi opplevde det som nyttig at både ansatte innen vedlikehold og ansatte innen HMS deltok i samtalene, i og med at selskapene var organisert slik at ansvaret for CMMS er underlagt vedlikehold og ansvaret for oppfølging og gransking av fare- og ulykkesituasjoner og uønskede hendelser ligger hos HMS-avdelingene. Totalt kan vi si at når HMS-personell og vedlikeholdspersonell satt sammen i møtene, og var aktive deltakere i samtalene, så opplevde vi at de to gruppene utfylte hverandre og at problemstillingene bedre ble sett i sammenheng enn hvis kun den ene gruppen var aktiv deltaker i møtet.

Oppsummert kan en si at alle selskapene bruker to verktøy til å undersøke sammenhengen mellom vedlikehold og fare- og ulykkesituasjoner; et vedlikeholdsstyringssystem (CMMS, f.eks. SAP) og en hendelsesdatabase (f.eks. Synergi, PIMS, Intalex). CMMS brukes til å registrere farlige tilstander, defekter og feil på utstyr. Hendelsesdatabasen brukes til å registrere og følge opp fare- og ulykkesituasjoner. I tillegg brukes gransking av hendelser til å undersøke årsaker til uønskede hendelser som har inntrådt. Informasjon fra granskinger blir registrert i hendelsesdatabasen. Ingen av systemene viser seg å ha årsakskategorier knyttet til vedlikeholdsbegrepet i hele sin bredde. Studien viser også at det er liten kobling mellom disse systemene for å identifisere og følge opp farlige tilstander på utstyr som kan medføre en fare- og ulykkesituasjon.

Når selskapene blir spurt om hvilke sammenhenger de ser mellom vedlikehold og fare- og ulykkesituasjoner, så fremkommer det at selskapene i liten grad har etablerte systemer og rutiner for å se etter årsaker til fare- og ulykkesituasjoner relatert til styring av vedlikehold. Grunnlaget for analyse av eventuelle sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkesituasjoner er dermed i liten grad til stede. Flere av selskapene understreket i samtalene at uttrekkene de har sendt oss var gjort ad-hoc – og basert på skjønnsmessige vurderinger - i den hensikt å svare på spørsmålene i studien.

Vårt inntrykk etter å ha studert de skriftlige svarene og gjennomført gruppesamtalene er at medvirkende årsaker til fare- og ulykkessituasjoner koblet mot styringsløyfen for vedlikehold ikke registreres på en måte som gjør at de enkelt kan hentes ut som grunnlag for analyse og forbedring.

### 5.3 Diskusjon med utgangspunkt i alle informasjonskildene

Som nevnt i kap. 5.1 tar studien utgangspunkt i tre informasjonskilder:

- **Litteratur:** Informasjon fra utvalgte åpne kilder, som for eksempel offentlig tilgjengelige rapporter/ studier og granskingsrapporter
- **Spørsmålssett:** Skriftlige svar på spørsmål mottatt fra selskaper med landanlegg og/eller permanente innretninger på norsk sokkel
- **Gruppesamtaler:** Informasjon innhentet i møter/samtaler med representanter fra selskapene som svarte på spørsmålssettet.

I dette delkapitlet diskuteres funnene på tvers av disse informasjonskildene.

Alle selskapene bekreftet i sine svar at de legger HMS regelverket / ISO 13306/14224 til grunn for sin definisjon av vedlikehold. Med andre ord har alle selskapene «formelt sett» den samme forståelsen av vedlikehold som begrep.

Med utgangspunkt i svarene på spørsmålssettet og gruppeintervjuene har ingen av selskapene funnet en betydelig sammenheng mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Se for eksempel svarene vi har fått på spørsmålet «I hvilken grad har dere erfart at vedlikeholdsutførelse har ført til fare- og ulykkessituasjoner?». To selskap svarte «i svært liten grad», tre selskaper svarte «i liten grad» og to selskaper svarte «i noen grad». Ingen selskaper svarte «i stor grad». I tillegg var det ett selskap som sa at de ikke har tilstrekkelig datagrunnlag for å svare. Oppsummert kan vi si at selskapene ikke ser noen vesentlig sammenheng mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner.

Når vi ser på funnene fra litteraturgjennomgangen, får vi imidlertid et annet inntrykk:

- En gjennomgang av et utvalg granskingsrapporter som er offentlig tilgjengelig viste at vedlikehold er nevnt som medvirkende årsak i over halvparten (59 %) av granskingsrapportene som har vært gjennomgått.
- En gjennomgang av Offshore Norge sin database over hydrokarbonlekkasjer på norsk sokkel i perioden 2018-2021 viser at henholdsvis 18 og 4 av totalt 23 hydrokarbonlekkasjer var relatert og delvis relatert til vedlikehold. Kun én av de 23 hydrokarbonlekkasjene var ikke relatert til vedlikehold.
- En analyse av forskningslitteratur og vitenskapelige rapporter fra reelle ulykker i ulike bransjer viser at vedlikehold inngikk i årsaksbildet for en vesentlig prosentandel av hendelsene (fra 14 % til 100 %).

Her ser vi altså et sprik mellom informasjonen i litteraturgjennomgangen på den ene siden og i spørsmålssettet og gruppesamtalene på den andre siden. Litteraturgjennomgangen peker på at det er en sammenheng mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner, mens spørsmålssettet viser at selskapene *i liten grad* oppfatter at det er en slik sammenheng.

Det interessante er ikke nødvendigvis hvem som har rett, men at det er et slikt sprik mellom de ulike datakildene. For hvorfor er det slik? Og hva betyr det for risikostyringen i praksis?

En plausibel forklaring på spriket kan være at når selskapene hevder at de i liten grad ser en sammenheng mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner så legger de til grunn en «smal forståelse» av vedlikeholdsbegrepet. Undersøkelsen i tredje kulepunkt over skiller mellom hvor «bred» forståelse av vedlikeholdsbegrepet som er lagt til grunn. «Smal forståelse» betyr at en



uønsket hendelse/ ulykke anses å være vedlikeholdsrelatert kun dersom hendelsen er relatert til vedlikehold i utførelsesfasen, «*bred forståelse*» betyr at en uønsket hendelse/ulykke anses å være vedlikeholdsrelatert dersom hendelsen er relatert til vedlikehold i planlegging, utførelse og ferdigstilling av en vedlikeholdsaktivitet, og «*Svært bred forståelse*» betyr at en uønsket hendelse/ulykke anses å være vedlikeholdsrelatert dersom hendelsen er relatert til ett eller flere elementer i styringsløyfen for vedlikehold. Forklaringen på spriket kan dermed være at selskapene legger til grunn en «smal» forståelse mens litteraturkildene legger til grunn en «bredere» forståelse. Med andre ord at selskapene *i praksis* anvender en snever forståelse av «vedlikeholdsrelatert», selv om de *i teorien* legger til grunn forståelsen som styringsløyfen for vedlikehold i Figur 2 på side 8 er basert på.

En annen plausibel forklaring kan være at selskapene i liten grad har systemer og rutiner på plass for å undersøke eventuelle sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Som følge av det har de heller ikke anledning til enkelt å trekke ut årsaksdata på tvers av fare- og ulykkessituasjoner for å analysere dette forholdet som grunnlag for læring og forbedring. Mangel på felles etablerte årsakskategorier og rutiner gjør det også vanskelig for selskapene å dele slik erfaring på tvers av selskapene.

## 6 Konklusjon og anbefaling om videre arbeid

De viktigste funnene i rapporter er:

- Selskapene har i liten grad systemer og rutiner på plass for å undersøke eventuelle sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. I den grad de har påvist sammenhenger vi har spurt om, er undersøkelsene gjort ad hoc, og er ikke basert på informasjon selskapene systematisk har analysert over tid.
- Når selskapene prøver å finne sammenhenger mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner, så bruker de vedlikeholdsstyringssystemet (CMMS), hendelsesdatabasen (Synergi o.l.) og gransking.
- Det er et sprik mellom litteratur på den ene siden og svarene på spørsmålssettet og gruppeintervjuene på den andre siden om det er en sammenheng mellom vedlikehold og fare- og ulykkessituasjoner. Litteraturen påpeker en sammenheng mellom mangler i selskapenes vedlikeholdsstyring og uønskede hendelser, særlig knyttet til hydrokarbonlekkasjer, som igjen er en klar bidragsyter til storulykkesrisiko. I svarene på spørsmålssettet og gruppeintervjuene hevder imidlertid selskapene at de i mindre grad ser en slik sammenheng.

Forslag til videre arbeid:

- Det fremstår som verdifullt med tanke på risikoreduksjon at selskapene, helst i et samarbeid, utvikler samordnede rutiner for å identifisere, registrere og deretter analysere årsaker koblet til styring av vedlikehold. Dette bør vurderes å inngå i selskapenes allerede etablerte arbeid med å bedre sikkerhetsnivået – som en kilde til å forbedre svakheter i arbeidet med vedlikeholdsstyringen og dermed bidra til å hindre den neste hendelsen.
- Ovennevnte problemstilling bør angripes tverrfaglig. Med det mener vi at vedlikeholdspersonell med ansvar for vedlikeholdsstyringssystemet (CMMS) og HMS-ansatte med ansvar for hendelsesdatabasen og gransking bør jobbe sammen på tvers, gjerne også på tvers av ulike selskaper.
- Det anbefales at selskapene utvikler samordnede rutiner for å identifisere, registrere og deretter analysere årsaker som kan inngå i forbedret styring av vedlikeholdet, for å bidra til kontinuerlig forbedring.

## 7 Referanser

- Hosseinpouri, Mahdi, Vahid Mirzaei Majarshin, Mohammad Javad Sheikhmozafari, and Omran Ahmadi. 2022. "Methodology for quantitatively monitoring the basic risk factors of accidents: A case study on manufacturing companies." *Work* 72 (4): 1397-1408.
- Aktivitetsforskriften. 2020. *Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten*. Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Helsedirektoratet, Mattilsynet. <https://www.ptil.no/regelverk/alle-forskrifter/?forskrift=613>.
- Batson, Robert G. 2021. "The Role of Maintenance in Reducing the Risk of Technological Disasters." *Journal of Civil Engineering Research and Technology* 3 (2).
- Bento. 2001. "Menneske - Teknologi - Organisasjon. Veiledning for gjennomføring av MTO-analyser."
- DNV. 2022a. "Effektev av vedlikehold."
- DNV. 2022b. "Ptil's gransking av alvorlige hendelser - Evaluering av effekt."
- Energy Institute. 2017. "Technical workshop proceedings: Process safety management framework." Accessed august 15, 2023. <https://www.icheme.org/media/1351/ei-psm-framework.pdf>.
- Equinor. 2021. *Granskingsrapport. Intern ulykkesgransking. Brann i kompressorhus på Tjeldbergodden*. Rapportnummer A MMP L1 2020-23. 26.02.2021. <https://www.equinor.com/content/dam/statoil/documents/newsroom-additional-documents/news-attachments/endelig-rapport-coa-gransking-tbo-brann.pdf>.
- Equinor. 2020. *Granskingsrapport. Intern ulykkesgransking. Oljeutslipp til luftet lagune og sikringsbassenget på Mongstad*. Rapportnummer A 2020-6 MMP L2. 26.10.2020. <https://www.equinor.com/content/dam/statoil/documents/newsroom-additional-documents/news-attachments/granskingsrapport-a2020-6mmp-l2.pdf>.
- Ersdal, G. 2014. *Safety of Structures*. Compendium at University of Stavanger.
- Fyffe, Lyndsey, Steven Krahn, James Clarke, David Kosson, and James Hutton. 2016. "A preliminary analysis of Key Issues in chemical industry accident reports." *Safety Science* 368-373.
- Goldman, Scott M., Enda R. Fiedler, and Raymond E. King. 2002. *General Aviation Maintenance Related Accidents: A Review of*. U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration.
- Halim, S. Zohra, Sunder Janardanan, Tatiana Flechas, and M. Sam Mannan. 2018. "In search of causes behind offshore incidents: Fire in offshore oil and gas facilities." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 254.265.
- Harrell, Margaret C, and Mellisa A. Bradley. 2009. *Data collection methods: Semi-structured interviews and focus groups*. RAND Corporation.
- Havarikommisjonen for Sivil Luftfart. 2001. *Rapport om luftfartsulykke 8. september 1997 i Norskehavet ca. 100 nm vest-nordvest av Brønnøysund med Eurocopter AS 331L1 Super Puma, LN-OPG, operert av Helikopter Service AS*. Rapportnummer 47/2001.
- IEC/ISO. 2019. "31010: Risk management - Risk management techniques."

- Innretningsforskriften. 2020. *Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten*. Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Helsedirektoratet, Mattilsynet. <https://www.ptil.no/regelverk/alle-forskrifter/?forskrift=634>.
- IOGP. 2014. "Operating management system framework for controlling risk and delivering high performance in the oil and gas industry."
- Ismail, Z., S.Z. Dawal, and R. Karim. 2017. *Maintenance-related Disaster Cases in the Oil and Gas Industry*. Institution og Engineers Malaysia Jurutera.
- Kjellén, U. 2000. *Prevention of Accidents Through Experience Feedback*. London: Taylor & Francis.
- Mahmoodi, Elham, Seyed Bagher Mortazavi, Omran Ahmadi, and Hasan Asilian Mahabadi. 2021. "Analysis of Liquid Pipelines Accidents Causes, Consequences and Contributing Factors: A Review Study." *Journal of Failure Analysis and Prevention* 348-362.
- Majumdar, A., K. Mak, C. Lettington, and P. Nalder. 2009. "A causal factors analysis of helicopter accidents in New Zealand 1996-2005 and the United Kingdom 1986-2005." *The Aeronautical Journal* 647-660.
- Milczarek, Malgorzata, and Joanna Kosk-Bienko. 2010. *Maintenance and occupational safety and health – a statistical picture*. European Agency for Safety and Health at Work.
- Norsok. 2017. "Z-008: Risk based maintenance and consequence classification."
- NOU 1997:47. 1997. "Bravorapporten. Ukontrollert utblåsning på Bravo 22. april 1977."
- Nwankwo, Chizaram D., Andrew O. Arewa, Stephen C. Theophilus, and Victor N. Esenowo. 2022. "Analysis of accidents caused by human factors in the oil and gas industry using the HFACS-OGI framework." *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 28: 1642-1654.
- Okoh, Peter, and Stein Haugen. 2014. "A study of maintenance-related major accident cases in the 21st century." *Process safety and environment protection* 92 (4): 346-356.
- Okoh, Peter, and Stein Haugen. 2013. "Maintenance-related major accidents: Classification of causes and case study." *Journal of loss prevention in the process industry* 26 (6): 1060-1070.
- Oljedirektoratet. 1998. "Baisstudie vedlikeholdsstyring." <https://www.ptil.no/fagstoff/utforsk-fagstoff/prosjektrapporter/eldre-prosjektrapporter/basisstudie-vedlikeholdsstyring/>.
- Petroleumstilsynet. 2017a. "Barrierenotat 2017. Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten." <https://www.ptil.no/contentassets/35aa5c4032b74a5782826cf8533d2d9f/barrierenotat--2017.pdf>.
- Petroleumstilsynet. 2017. "Barrierenotat: Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten."
- Petroleumstilsynet. 2021. "Dybestudie: rapportering av hendelser og tilløpshendelser til Ptil." In *RNNP - Hovedrapport 2020*.
- Petroleumstilsynet. 2013. "En bok om læring." [https://www.ptil.no/contentassets/17aa07f6f5e44e4a91244835509bb70e/laringshefte\\_lav\\_oppløst-norsk.pdf](https://www.ptil.no/contentassets/17aa07f6f5e44e4a91244835509bb70e/laringshefte_lav_oppløst-norsk.pdf).

- Petroleumstilsynet. 2017b. *Granskingsrapport. Rapport etter gransking av brønnkontrollhendelse i brønn 31/2-G-4 BY1H / BY2H på Trollfeltet med boreinnretningen Songa Endurance.* Aktivitetsnummer 001054029, 001054030. 21.02.2017.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2017/statoil-troll-songa-endurance-gransking-av-bronnkontrollhendelse/>.
- Petroleumstilsynet. 2008. *Granskingsrapport. Draugen – brudd i lasteslange 10.1.2008.* Aktivitetsnummer 005093002. <https://docplayer.me/8521591-Draugen-brudd-i-lasteslange-10-1-2008-005093002-begrenset-fortrolig.html>.
- Petroleumstilsynet. 2019. *Granskingsrapport. Gransking av kollisjon mellom forsyningsfartøyet Sjøborg og Statfjord A den 7. juni 2019.* Aktivitetsnummer 001037045. 15.11.2019.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2020/equinor-statfjord-a-gransking-av-oljelekkasje-etter-overtrykking-av-lagercelle2/>.
- Petroleumstilsynet. 2021c. *Granskingsrapport. Gransking av oljeutslipp på Gullfaks C 26.4.2021.* Aktivitetsnummer 001050081. 02.07.2021.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2021/equinor--gullfaks-c---gransking-av-oljeutslipp/>.
- Petroleumstilsynet. 2020a. *Granskingsrapport. Gransking av overtrykking av slamcelle 11 Statfjord A den 26. november 2019.* Aktivitetsnummer 001037047. 08.05.2020.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2020/equinor-statfjord-a-gransking-av-oljelekkasje-etter-overtrykking-av-lagercelle2/>.
- Petroleumstilsynet. 2020b. *Granskingsrapport. Gransking av utilsiktet frakobling av LMRP på West Mira.* Aktivitetsnummer 404010004. 18.09.2020.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2020/seadrill-west-mira-gransking-av-utilsiktet-frakobling-av-nedre-stigerorspakke/>.
- Petroleumstilsynet. 2021b. *Granskingsrapport. Gransking av årsakene til utfordringene med ferdigstilling av skrog og utstyr på Johan Castberg.* Aktivitetsnummer 001532039. 26.05.2021. <https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2021/equinor---johan-castberg-prosjektet/>.
- Petroleumstilsynet. 2016. *Granskingsrapport. Granskingsrapport etter brann på Statfjord A 16.10.2016.* Aktivitetsnummer 001037031. 30.07.2016.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2017/statoil-statfjord-a-gransking-av-brann/>.
- Petroleumstilsynet. 2021a. *Granskingsrapport. Rapport etter gransking av brann i luftinntak til GTG4 på Hammerfest LNG, Melkøya.* Aktivitetsnummer 001901043. 20.04.2021.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2021/equinor---hammerfest-lng---gransking-av-brann/>.
- Petroleumstilsynet. 2014. *Granskingsrapport. Rapport etter gransking av hydrokarbonlekkasje på Statfjord C den 26.1.2014.* Aktivitetsnummer 001037023.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2014/statoil---statfjord-c---gransking-av-hydrokarbonlekkasje/>.
- Petroleumstilsynet Kystverket og Miljødirektoratet. 2016. *Granskingsrapport. Gransking av akutt oljeforurensning fra Statfjord OLS B i forbindelse med lasting av råolje til skytteltankskipet Hilda Knutsen den 8.10.2015.* Aktivitetsnummer 001037029. 22.09.2016.  
<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2016/statoil--statfjord-ols-b--gransking-av-oljeutslipp/>.
- Petroleumstilsynet. 2018. "Oppsummeringsrapport etter møteserie om vedlikehold av barrierer på undervannsanlegg."

- Petroleumstilsynet. 2021e. "Rapport etter tilsyn med Repsol sin oppfølging av egen styringspraksis, 04.05.2021." <https://www.ptil.no/tilsyn/tilsynsrapporter/2021/repsol--oppfolging-av-styringspraksis/>.
- Petroleumstilsynet. 2020. "Risikonivå i petroleumsvirksomheten. Akutte utslipp, 2001 - 2019, norsk sokkel (RNNP-AU)." <https://www.ptil.no/fagstoff/rnnp/rnnp-2019/eldre-rapporter/rnnp-2019/rnnp-akutte-utslipp-2001-2019/>.
- . 2021d. "Tilsyn med Equinors oppfølging av styringspraksis, 04.05.2021." <https://www.ptil.no/tilsyn/tilsynsrapporter/2021/equinor--oppfolging-av-styringspraksis/>.
- Petroleumstilsynet, Kystverket og SFT. 2008. *Granskingsrapport. Oljeutslipp Statfjord OLS-A 12.12.2007*. Aktivitetsnummer 001037002. 12.03.2008. <https://docplayer.me/11113423-Oljeutslipp-statfjord-ols-a-12-12-2007-001037002-begrenset-fortrolig.html>.
- Proactima. 2018. "Evaluering av mulige sammenhenger mellom kostnadsreduksjoner og hendelser i norsk petroleumsvirksomhet."
- Proactima. 2018. *Evaluering av mulige sammenhenger mellom kostnadsreduksjoner og hendelser i norsk petroleumsvirksomhet*. Rapportnummer: 1072880-RE-002, rev. 02, 20.03.2018. <https://www.ptil.no/contentassets/283032ddfa9844aea216220f3483a489/evaluering-mulige-sammenhenger-mellom-kostnadsreduksjoner-og-hendelser.pdf>.
- Proactima. 2022. "Læring etter hendelser."
- Rao, Arjun H., Nicoletta Fala, and Karen Marais. 2016. "Analysis of Helicopter Maintenance Risk from Accident Data." *American Institute of Aeronautics and Astronautics Infotech @ Aerospace* (American Institute of Aeronautics and Astronautics Infotech @ Aerospace).
- Rasmussen, Jens. 1997. "Risk management in a dynamic society: a modelling problem." *Safety Science* 27 (2-3): 183-213.
- Saleh, Joseph Homer, Archana Tikayat Ray, Katherine S. Zhang, and Jared S. Churchwell. 2019. "Maintenance and inspection as risk factors in helicopter accidents: Analysis and recommendations." *PLoS ONE* 14 (2).
- Sikkerhetsforum. 2019. "Læring etter hendelser."
- Sikkerhetsforum. 2019. "Læring etter hendelser." <https://www.ptil.no/contentassets/da0253135ceb41de9b48c44d38cc1de4/laring-etter-hendelser---sikkerhetsforum-rapport-2019.pdf>.
- SINTEF. 2013. *Kultur og systemer for læring. En kunnskapsoversikt om organisatorisk læring og sikkerhet*. Rapport A24120, versjon 1, 26.02.2013. <https://www.ptil.no/contentassets/debadf8aa3d04e709207c8a96a01cea0/sintef-a24120-kultur-og-systemer-for-laring--en-kunnskapsoversikt-om-organisatorisk-laring-og-sikkerhet.pdf>.
- Sintef. 2014. "Vedlikeholdets plass i barrierestylingen."
- Statens havarikommisjon. 2021. "Sikkerhetsfaglig rammeverk og analyseprosess for systematiske undersøkelser."
- Statoil. 2010. *Granskingsrapport. Intern ulykkesgransking. Brønnehendelse på Gullfaks C*. Rapportnummer A EPN L1 2010-2. 04.11.2010. [https://www.equinor.com/no/news/archive/2010/11/05/downloads/5Nov\\_2010\\_%20Rappo rt\\_broennhendelse\\_Gullfaks%20C.pdf](https://www.equinor.com/no/news/archive/2010/11/05/downloads/5Nov_2010_%20Rappo rt_broennhendelse_Gullfaks%20C.pdf).



- Statoil. 2017. *Granskingsrapport. Intern ulykkesgransking. Well control incident Troll 31/2-G-4 B (Songa Endurance)*. Rapportnummer A 2016-16 TPD L1. 04.01.2017.  
<https://www.equinor.com/content/dam/statoil/documents/statoil-investigation-report-songa-endurance.pdf>.
- StatoilHydro. 2008b. *Granskingsrapport Intern ulykkesgransking. Oljelekkasje i utstyrskaft på Statfjord A 24.5.08*. Rapportnummer A EPN L1 2008-4. 12.07.2008.  
<https://www.equinor.com/no/news/archive/2008/08/20/Statfjord20August.html>.
- StatoilHydro. 2008a. *Granskingsrapport. Intern ulykkesgransking. Utslipp av olje under lasting til Navion Britannia 12.12.2007*. Rapportnummer A EPN L1 2007-05. 08.02.2008.  
<https://www.equinor.com/no/news/archive/2008/02/08/StatfjordReport.html>.
- Styringsforskriften. 2020. *Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg*. Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Helsedirektoratet.  
<https://www.ptil.no/regelverk/alle-forskrifter/?forskrift=611>.
- Taherdoost, Hamed. 2022. "How to design and create an effective survey/questionnaire; A step by step guide." *International Journal of Academic Research in Management* 37-41.
- Uth, Hans-Joachim, and Norbert Wiese. 2004. "Central collecting and evaluating of major accidents and near-miss-events in the Federal Republic of Germany—results, experiences, perspectives." *Journal of Hazardous Materials* 139-145.

## Vedlegg A Metodebeskrivelse

Etter et oppstartsmøte med oppdragsgiver (akt. 1), ble det gjennomført en kartlegging av relevante interessenter (akt. 2), både bidragsyttere til prosjektet og hvem som kan ha glede av å lese rapporten i ettertid. Den første kartleggingen la et grunnlag for avklaringer med oppdragsgiver om hvordan spørsmålssettet (akt. 6a) skulle utformes, distribueres og brukes i den videre analysen, samt med hvem og hvordan intervjuene (akt. 6b) skulle gjennomføres. Den andre kartleggingen la føringer for hvordan rapporten (akt 8) skulle utformes. Aktivitet 1-4 la grunnlagt for utformingen av et brev som ble sendt til operatørselskapene, med forespørsel om å delta i studien. Informasjonen som ble samlet inn, både fra litteratur/datakilder (akt. 3) og fra svar på spørsmålssettet (akt. 6a) og gjennom intervjuer (akt. 6b) med interessenter, dannet grunnlag for systematisering og analyse (akt. 7). Resultatene er presentert i rapporten og i en PowerPoint-presentasjon (akt. 8).

Informasjonsinnhenting fra selskapene har blitt gjort i to trinn. Først har vi sendt ut et skriftlig spørsmålssett til selskapene, som disse har svart på, jf. Kapittel 0 Deretter har vi fulgt opp svarene i spørsmålssettet gjennom gruppesamtaler med relevante personer i hvert selskap, jf. Kapittel 0.

### A.1 Litteratur/ granskingsrapporter

Innledningsvis i prosjektet ble ulike relevante litteraturkilder gjennomgått som et faglig grunnlag for det videre arbeidet i prosjektet. I tillegg ble et utvalg hendelser med offentlig tilgjengelige granskingsrapporter gjennomgått for å undersøke i hvilken grad vedlikehold er nevnt som årsak til hendelsene i granskingsrapportene. En slik gjennomgang ble også gjort for et utvalg hydrokarbonlekkasjer basert på informasjon tilgjengelig på Offshore Norge sine nettsider. Resultatet av gjennomgangen er vist i Kapittel 5.1.

## A.2 Spørsmålssettet

Den opprinnelige planen var å utforme en spørreundersøkelse som skulle sendes ut til mange respondenter i hvert selskap. I samråd med oppdragsgiver ble det imidlertid bestemt at det skulle sendes ett skriftlig spørsmålssett til hvert selskap, og at vi skulle be om skriftlig tilbakemelding fra selskapene på disse spørsmålene. I og med at fremgangsmåten ikke er en tradisjonell spørreundersøkelse, har vi i denne rapporten valgt å bruke begrepet «spørsmålssett».

Det har vært gjennomført flere iterasjoner i utformingen av spørsmålssettet, både internt i Proactima og med oppdragsgiver, for å sikre at spørsmålene som stilles mer mest mulig relevante for å belyse problemstillingene som dekkes av rapporten.

Med utgangspunkt i en veiledning for gode spørsmål, jf. Taherdoost (2022), ble det valgt spørsmål som oppfylte følgende kriterier:

- Vær tydelig og bruk et passende fagspråk som forstås av respondentene
- Unngå ledende spørsmål
- Skriv enkelt, ikke komplekst
- Unngå å stille mer enn ett spørsmål om gangen
- Unngå bruk av negativer/doble negativer.

Spørsmålssettet ble sendt til følgende selskaper:

- Aker BP ASA
- ConocoPhillips Norge AS
- Equinor Energy AS:
  - Offshore
  - Landanlegg
  - FLX (Field life extension)
- Gassco AS (Norske Shell AS som Technical Service Provider)
- Neptune Energy Norge AS
- Okea ASA
- Repsol Norge AS
- Vår Energi ASA

Spørsmålssettet er vist i Vedlegg B.

## A.3 Gruppesamtaler

Metoden for gruppesamtalene er basert på IEC/ISO 31010: Risk Management Techniques (2019) og Harrell og Bradley (2009). Gruppesamtalene har blitt gjennomført ved hjelp av semi-strukturerte intervjuer. Slike intervjuer har en litt løsere stil enn strukturerte intervjuer, og bærer større preg av å være en samtale. Hensikten med samtalene var å utdype forståelsen for etablerte systemer og rutiner hos det enkelte selskapet, både knyttet til hvilken informasjon om vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner som eventuelt blir samlet inn – og hvordan slik informasjon eventuelt blir brukt.

Alle gruppesamtalene har blitt gjennomført etter en fast struktur, med basis i en samtaleguide. Vi tok utgangspunkt i en generisk samtaleguide som ble tilpasset hvert enkelt selskap basert på den skriftlige informasjonen som var mottatt. Struktur/agenda for gjennomføringen av gruppesamtalene er vist i Tabell 5.

Tabell 5 Struktur for gjennomføring av gruppesamtalene

Tema	Innhold
<b>Introduksjon</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Runde rundt bordet</li> <li>Agenda for samtalen og introduksjon til prosjektet</li> </ul>
<b>Definisjoner</b>	<p>Selskapsrepresentantene svarer på følgende med egne ord:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hva mener dere med vedlikehold i deres selskap?</li> <li>Hvordan definerer dere fare- og ulykkessituasjoner (FUS) i deres selskap?</li> </ul>
<p><b>Tema A: Hvordan ser dere etter sammenhenger mellom fare- og ulykkessituasjoner og vedlikehold?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hvilke systemer har dere?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvordan synliggjøres eventuell kobling til FUS som følge av feil på utstyr</li> <li>Hvordan registreres farlige tilstander (evt. tilløp, skade) som observeres?</li> <li>Hvordan blir årsakene til farlig tilstand på utstyr/systemer registrert?</li> <li>Hvordan undersøkes og registreres vedlikeholdsrelaterte mangler under gransking av hendelser?</li> </ul>
<p><b>Tema B: Hvilke sammenhenger har dere eventuelt funnet mellom fare- og ulykkessituasjoner og vedlikehold?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hva har dere sett?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beskriv eventuelle rutiner for å bruke data som er samlet om vedlikehold som årsaker til FUS.</li> <li>Fortell om hvilke sammenhenger dere (eventuelt) har funnet.</li> <li>Utdyp bakgrunnen/grunnlaget for sammenhengene dere har sett</li> </ul>
<p><b>Tema C: Hva har dere gjort med utgangspunkt i kunnskapen dere har skaffet dere?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hvordan går dere fram for å kunne lære?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hvilke deler av vedlikeholdssløyfen ser dere behov for å styrke?</li> <li>Har dere data for å gjøre slike analyser og kontinuerlig forbedring?</li> <li>Kan dere gi eksempler på læring fra andre selskaper som har bidratt til forbedring?</li> </ul>
<b>Avslutning</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hva skal til for at vår rapport skal bli nyttig for dere?</li> <li>Andre kommentar eller spørsmål?</li> <li>Takk for møtet og takk for gode innspill</li> </ul>

Fra selskapene deltok både representanter fra organisasjonen som har ansvar for vedlikeholdsstyring og de delene som har ansvar for HMS/hendelsesoppfølging. Fra Proactima deltok to personer på alle gruppesamtalene for å sikre konsistens i fremgangsmåten for de ulike samtalene. I tillegg deltok andre personer blant medlemmene i prosjektteamet etter behov. Alle gruppesamtalene ble gjennomført på Teams og ble tatt opp og transkribert for å gi anledning til å gå tilbake og verifisere informasjon under utarbeidelse av rapporten. Opptakene har blitt slettet i ettertid for å ivareta anonymitet.

## Vedlegg B Spørsmålssettet

### Spørsmål relatert til fare- og ulykkessituasjoner (23)

1. Hvordan definerer din bedrift vedlikehold?  
Format: Fritekst
2. Hvordan definerer selskapet fare- og ulykkessituasjoner? Forklar begrepsbruken og inndelingen slik det brukes hos dere i dag. (Eksempler: uønskede hendelser, tilløp til ulykker, inntrådte ulykker, andre uønskede tilstander som kan føre til skade, bortfall av sikkerhetsrelaterte funksjoner eller barrierer, feil, svakhet og svikt i vedlikehold etc.)  
Format: Fritekst
3. Hvem har ansvaret for prosesser og systemer som brukes til å følge opp fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
4. Hvordan samles data inn for å identifisere vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
5. Hvor mange fare- og ulykkessituasjoner med årsak i vedlikehold registreres og behandles?  
Format: Fritekst
6. Hvordan benyttes informasjon i oppfølging av fare- og ulykkessituasjoner til å forbedre vedlikeholdsstyringen på en systematisk måte?  
Format: Fritekst
7. Hvordan arbeides det systematisk i selskapet for å sikre at fare- og ulykkessituasjoner sees i sammenheng for å belyse felles årsaker og bakenforliggende faktorer?  
Format: Fritekst
8. Hvilke verktøy og/eller metoder benyttes for å se etter sammenhenger av sviktmodi, sviktmekanismer og sviktårsaker på tvers av ulike fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
9. Hvordan brukes informasjon fra hendelser i andre selskaper, andre industrier/bransjer eller andre land i forbindelse med oppfølging av fare- og ulykkessituasjoner for å forbedre vedlikeholdsstyringen på en systematisk måte?  
Format: Fritekst
10. Hvilke deler av vedlikeholdsstyringssløyfen bidrar i størst grad til at uønskede tilstander som kan føre til skade får anledning til å utvikle seg til fare- og ulykkessituasjoner og videre til ulykkeshendelser?  
Format: Fritekst



11. Hvilke andre systemer/prosesser (enn vedlikeholdsstyringsløyfen) er viktig i vedlikeholdsstyringen for å unngå at uønskede tilstander som kan føre til skade får anledning til å utvikle seg til fare- og ulykkessituasjoner og videre til ulykkehendelser?  
Format: Fritekst
12. Hva er de viktigste bakenforliggende årsakene til fare- og ulykkessituasjoner som er relatert til:
- mangelfullt vedlikehold (forebyggende og korrektivt)?
  - manglende vedlikehold (forebyggende og korrektivt)?
  - Feil utført vedlikehold (forebyggende og korrektivt)?
- Format: Fritekst
13. I hvilken grad er mangelfullt vedlikehold årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
14. I hvilken grad er manglende vedlikehold årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
15. I hvilken grad er feil utført vedlikehold årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
16. Hvilken systematikk/metodikk brukes til å identifisere vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: fritekst
17. Hvilket system/verktøy har dere for å registrere fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
18. Hvordan legger systemene og prosessene i selskapet til rette for å registrere vedlikehold som årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
19. Er vedlikehold noe som etterspørres i mandat til granskninger?  
Format: Svært ofte| Ofte | Av og Til | Sjeldent | Aldri
20. Hvordan brukes resultatene av tidligere risikovurderinger og andre relevante analyser av vedlikeholdet på innretningen i oppfølging av fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
21. Vurderes feilmoder og -mekanismer i granskinger og annen oppfølging av fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
22. I forbindelse med oppfølging av fare- og ulykkessituasjoner; i hvilken grad erfarer dere om erfaringsdata relatert til vedlikehold ble brukt i planleggingen av aktivitetene som hendelsen var knyttet til?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad

23. Hvis dere skulle styrke noen deler av vedlikeholdsstyringen for å forebygge fare- og ulykkessituasjoner, hvilken/hvilke deler ville dere prioritere?

Format: Fritekst

## Spørsmål relatert til vedlikeholdssløyfen (36)

### Mål og krav (6)

24. Hvordan evalueres effektivitet av vedlikehold i forhold til forebygging av fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Fritekst

25. I hvilken grad vurderer selskapet at dagens vedlikeholdsstrategi er robust nok til å forebygge fremtidige fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Fritekst

26. Hvilke indikatorer har selskapet for å styre vedlikehold?

Format: Fritekst samt vedlegg om det forenkler svaret

27. Hvilke indikatorer for vedlikehold kan relateres til fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Fritekst samt vedlegg om det forenkler svare

28. Når og hvordan blir måltall for vedlikehold fulgt opp, vurdert og justert imot fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Fritekst

29. I hvilken grad har dere opplevd at utestående vedlikehold for ikke-sikkerhetskritisk utstyr har bidratt til fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten

### Vedlikeholdsprogram (7)

30. I hvilken grad har dere erfart at mangelfull identifisering av sviktmodi, sviktmekanismer og sviktårsaker i forbindelse med etablering eller oppdatering av vedlikeholdsprogram fører til fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Fritekst

31. I hvor stor grad har dere erfart at mangelfull gjennomføring av konsekvensklassifisering har bidratt til fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad

32. I hvor stor grad opplever dere at mangelfull identifisering av sikkerhetskritisk utstyr har bidratt til fare- og ulykkessituasjoner?

Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad

33. Hvordan sikrer dere at det etablerte preventive vedlikeholdsprogrammet er effektivt for å forebygge fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
34. I hvilken grad er mangel på læring fra hendelser relatert til vedlikehold årsak til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
35. I hvilken grad har endringer i vedlikeholdsprogram (optimalisering, effektivisering) bidratt til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
36. Hvordan følger dere opp utstyr som ikke er tagget, og derfor ikke er en del av vedlikeholdsprogrammet, sitt bidrag til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst

#### Planlegging (4)

37. I hvor stor grad har dere erfart at feil/mangelfulle forberedelser, arbeidstillatelser, og/eller rapportering av vedlikeholdsaktiviteter har ført til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
38. Hvor ofte blir utførelse av arbeidsordre på sikkerhetskritisk utstyr utsatt etter at vedlikeholdsarbeidet har startet?  
Format: Svært ofte | Ofte | Av og Til | Sjeldent | Aldri
39. I hvilken grad har personer som skal bidra til å forstå risiko forbundet med defekter på utstyr riktig kapasitet og kompetanse til å gi gode råd?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
40. I hvilken grad har dere erfart at kompenserende tiltak, iverksatt i forbindelse med utsettelse av vedlikehold av sikkerhetskritisk utstyr, har ført til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad

#### Utførelse (6)

41. I hvilken grad har dere erfart at vedlikeholdsutførelse har ført til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
42. I hvor stor grad er utførelse av vedlikehold på midlertidig utstyr og/eller utstyr eid av tredjepart en del av årsakene til fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad

43. Ved vedlikehold gjennomført av egne ansatte, i hvilken grad har dette påvirket fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
44. Ved vedlikehold gjennomført av utstyrsleverandører, i hvilken grad har dette påvirket fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
45. Ved vedlikehold gjennomføres av vedlikeholdscontractører, i hvilken grad har dette påvirket fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
46. Hvordan sikrer dere at utførende har tilstrekkelig kompetanse til å gjennomføre vedlikehold?  
Format: Fritekst

## Rapportering (5)

47. I hvor stor grad har dere erfart at mangelfull tilstandsrapportering på utstyr fører til fare- og ulykkessituasjoner på et senere tidspunkt?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
48. I forbindelse med rapportering, hvordan beskrives og kategoriseres sviktmodi, sviktmekanismer og sviktårsaker på utstyr?  
Format: Fritekst
49. Hvordan benyttes systemet for kritikalitetsvurdering av utstyr og feilmekanismer til å forebygge fare- og ulykkessituasjoner?  
Format: Fritekst
50. I hvilken grad blir risiko for fare- og ulykkessituasjoner, forbundet med feil eller defekter på utstyr, beskrevet i notifikasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad
51. I hvilken grad blir risiko for fare- og ulykkessituasjoner, forbundet med utsettelse av vedlikehold, beskrevet i notifikasjoner?  
Format: Stor grad | Noe grad | Ikke sikker | Liten grad | Svært liten grad

## Analyse (6)

52. I hvilken grad brukes erfaringer fra fare- og ulykkessituasjoner i analysearbeidet for å forbedre vedlikeholdsprogrammer?  
Format: Fritekst
53. Hvordan arbeider dere systematisk for å analysere fare- og ulykkessituasjoner på komponent-, system- og innretningsnivå?

Format: Fritekst

54. Forklar i hvilken grad og hvordan dere vurderer svekkelser i barrierefunksjoner ved feil på barriereelementer?

Format: Fritekst

55. Hvor ofte innhenter dere erfaringer fra leverandørenes systemer for å se etter sammenhenger mellom fare- og ulykkessituasjoner og vedlikehold?

Format: Fritekst

56. Vennligst gi eksempler på hvordan innhenting av erfaringer fra leverandørenes systemer gjennomføres?

Format: Fritekst

57. I hvilken grad blir notifikasjoner godkjent/avslått selv om ikke alle relevante roller er involvert i vurderingen?

Format: Fritekst

## Forbedringstiltak (2)

58. Hvordan sikres det at identifiserte feil/svakheter/svikt i forbindelse med vedlikehold blir rapportert?

Format: Fritekst

59. Hvordan sikres det at feil/svakheter/svikt blir evaluert for å ta læring av disse?

Format: Fritekst

Vi ber i tillegg om følgende oversendes, gjerne med en beskrivelse:

- matrise for kategorisering av fare- og ulykkessituasjoner.
- matrise for varsling og melding av fare- og ulykkessituasjoner til myndigheter.

## Vedlegg C Fokusområder i de ulike litteraturkildene

Tabell 6 Fokusområder i de ulike litteraturkildene, inkludert oppgavebeskrivelsen fra Ptil, koblet mot elementene i styringssløyfen for vedlikehold

Litteraturkilde	Elementer i styringssløyfen for vedlikehold						
	Mål og krav	Vedlikeholdsprogram	Vurdere risiko og prioritere komponent-feil / Planlegging	Utførelse	Rapportering	Analyse	Forbedringstiltak
<b>Oppdragsbeskrivelse av prosjektet</b>	Kunnskap og kompetanse  Regelverkskrav	Mangelfullt vedlikehold  Optimalisering av vedlikehold		Utførelse av vedlikehold  Feil utførelse av vedlikehold	Rapportering av svekkelser og potensielle feil	Data-innsamling  Vurdering  Rapporterte fare- og ulykkes-situasjoner  Sammenhenger mellom en rekke fare- og ulykkes-situasjoner  Direkte årsak  Bakenforliggende årsak	Oppfølging av fare- og ulykkes-situasjoner
<b>Vedlikeholdets plass i barrierestyring (Sintef 2014)</b>	Ytelseskrav	Barriereytelse		Barrierer		Verifikasjon  Vedlikeholdshistorikk  RNNP	Barriereytelse
<b>Effekten av vedlikehold (DNV 2022a)</b>	Vedlikeholdsstrategi  Kunnskap	Revisjon av vedlikeholdsprogram	Oppfølging av etterslep vedlikehold  Prioritering av vedlikehold (KV)		Integritetsrapportering  Mangelfull kvalitet i vedlikeholdsrapportering	Bruk av sikkerhetssystemer og barrieretytelser i analyse  Analyse på tvers av selskapsanlegg (nye vs. gamle)  Instrumentert tilstandsovervåkning bruk i analyse	
<b>Ptil gransking av alvorlige hendelser – Evaluering av effekt (DNV 2022b)</b>	Kunnskap og kompetanse	Prosedyrer og praksis	Utstyr og verktøy			Sammenhenger mellom fare- og ulykkes-situasjoner	



						Innhenting/ analyse av informasjon fra FUS i andre selskaper	
<b>Vedlikehold av barrierer på undervannsanlegg – oppsummeringsrapport etter møteserie (Petroleumstilsynet 2018)</b>	Entreprenører avtale	Oppdatering av vedlikeholdsprogram  Konsekvensklassifisering			Barrierer	Driftshistorikk data	Informasjonsdeling
<b>Evaluering av mulige sammenhenger mellom kostnadsreduksjoner og hendelser i norsk petroleumsvirksomhet (Proactima 2018)</b>	Kunnskap					Gransking metodikk / oppfølging av FUS	
<b>Dybdestudie: Rapportering av hendelser og tilløps-hendelser til Ptil (Petroleumstilsynet 2021)</b>						Under-rapportering av FUS  Klassifisering av hendelser	
<b>Læring etter hendelser (Sikkerhetsforum 2019)</b>						Bruk av tematiske analyse	

## Vedlegg D Analyse av hydrokarbonlekkasjer

Forklaring av informasjonen i kolonnene:

Kolonne 1: Anonymiseringskode brukt av Offshore Norge (se databasen)

Kolonne 2: Initiell lekkasjerate i kg/s

Kolonne 3-5: Kategorier og kvalitativ tekst brukt i Offshore Norge sin årsaksanalyse

Kolonne 6: I hvilken grad hendelsen er relatert til vedlikehold (vår vurdering)

Kolonne 7: Hvordan hendelsen er relatert til vedlikehold (feil utført vedlikehold, manglende vedlikehold eller mangelfullt vedlikehold – vår vurdering)

Kolonne 8: Trinn i styringsløyfen for vedlikehold som feilet og påvirket hendelsesforløpet negativt (her er de mest fremtredende trinnene nevnt. Det mest fremtredende trinnet er markert med fet skrift – vår vurdering)

Kolonne 9: Beskrivelse av hendelsesforløpet, hentet fra Offshore Norge sin database. Informasjon relatert til vedlikehold er markert med fet skrift.

Tabell 7 Analyse av 23 hydrokarbonlekkasjer på norsk sokkel i perioden 2018-2021.

ID	Rate kg/s	Kat	Kat. tekst	Beskrivelse	Relatert til VH?	Relasjon	Trinn i styringsløyfen for VH	Forklaring (Kobling til vedlikehold i fet skrift)
2018-A	0,5	C2	<b>Human intervention:</b> Maloperation of valves during manual operation	Ventil i feil posisjon. Ventiltype der posisjon er lett å misforstå. Overbroing ikke iht. krav	Ja	Feil utført vedlikehold	Planlegging, Utførelse	Et segment skulle trykkavlastes i forbindelse med <b>resertifisering av en sikkerhetsventil</b> . I styrende dokumentasjon var det krav til at drenering skulle skje til fakkell- / ventil- / avblødningsystem. Da isoleringsplanen ble utarbeidet og godkjent, ble det imidlertid ikke presisert hvordan trykkavlastning og drenering skulle foregå. I forbindelse med klargjøring valgte de involverte en alternativ metode, nemlig å overbroe detektorer i området, åpne en ventil til friluft for å blø av et antatt lite volum, snu brillen ved den stengte ventilen og deretter blø av trykket i resten av linjen til lukket avløp. Operatørene trodde ventilen var lukket, men den var i realiteten åpen med en hydrattplugg. Da denne pluggen løsnet, strømmet gass ut til prosessområdet.
2018-B	0,2	B6	<b>Human intervention:</b> Maloperation of temporary hoses	Midlertidig bruk av slange. Ikke montert tilbakeslagsventil	Delvis	Strømbrudd, ikke vedlikehold	Utførelse, rapportering	Prosessanlegget hadde vært nedstengt som følge av strømbrudd. I forbindelse med klargjøring til oppstart, var det behov for å trykke opp anlegget for å starte sirkulering av glykol. Som følge av dette, ble det på nattskiftet koblet opp en lavtrykks nitrogenslange fra nitrogensystemet til glykolanlegget. Slangen hadde godkjent arbeidstrykk 16 bar. Svakheter i handover mellom natt- og dagskiftet gjorde at slangen ikke ble fjernet da dagskiftet startet produksjonen. Dette medførte at hydrokarbonngass med 40 bar trykk gikk fra gassrør i glykolanlegget, via en defekt fastmontert tilbakeslagsventil på service-stasjon for nitrogen og videre inn i nitrogensystemet. En sikkerhetsventil i nitrogensystemet åpnet ved 16 bar, og slapp hydrokarbonngass ut på værdekket.
2018-D	0,2	B6	<b>Human intervention:</b> Maloperation of temporary hoses	Brudd i slange. Slangen hadde lavere trykkklasse enn operasjonstrykk.	Ja	Feil utført vedlikehold	Planlegging, Utførelse	En råoljevvarmer skulle <b>klargjøres etter vedlikehold</b> . Blindinger ble tilbakestillt tre dager før hendelsen og blindingslisten ble verifisert av en operatør. Den dagen hendelsen inntraff hadde dagskiftet planlagt <b>grovlekkasjetest av råoljevvarmeren</b> , men det ble ikke tid til dette på grunn av en pågående delstans på et kompressortog. I handover ba dagskiftet om hjelp fra nattskiftet til å vannfylle råoljevvarmeren slik at de deretter kunne sette på varme og lekkasjeteste flensene. En operatør på nattskiftet sjekket isoleringsplanen, gikk opp råoljevvarmeren i felt og bestemte seg for å starte vannfyllingen i forbindelse med en annen jobb i et tilstøtende område. Både isoleringsplanen og ventilene som operatøren sjekket indikerte at råoljevvarmeren var trykkløs. Operatøren koblet på en ferskvannslange og åpnet for servicevann inn på råoljevvarmeren. Straks etter kom det inn en gassdetektor i en annen modul. Operatøren stengte ventilen og koblet fra slangen. Det kom olje ut av slangen og operatøren informerte sentralt kontrollrom om at jobben han utførte var årsaken til alarmen. Samtidig kom det inn flere gassdetektorer og generell alarm ble utløst med påfølgende mønstring. Det viste seg i ettertid at det hadde bygd seg opp ca. 25 bars trykk på råoljevvarmeren i løpet av de tre dagene fra blindingen ble snudd. Da ferskvannslangen med 8 bars trykk ble koblet på, og det ble åpnet for vannfylling, strømmet det ustabilisert råolje inn i servicevannsystemet og opp i modulen der gassalarmen ble løst ut. Utslipet til luft var via en høytrykkspylor.

ID	Rate kg/s	Kat	Kat. tekst	Beskrivelse	Relatert til VH?	Relasjon	Trinn i styringsløyfen for VH	Forklaring (Kobling til vedlikehold i fet skrift)
2018-E	0,38	A8	<b>Technical degradation:</b> Other	Selvantennelse i brenngassrør ved bytte mellom diesel/gass.	Nei	Relatert til design?	N/A	Selvantennelse inne i en kompressor i forbindelse med skifte av drivstoff fra diesel til gass.
2018-G	0,43	C2	<b>Human intervention:</b> Maloperation of valves during manual operation	Ventil i feil posisjon.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	<b>Planlegging,</b> Utførelse	En gasslekkasje oppstod i forbindelse med <b>utskifting av en manifoldventil. Vedlikeholdsjobben</b> ble gjennomført med orbitventilen som enkel barriere mot fakkelsystemet. Det ble i etterkant av hendelsen oppdaget at orbitventilen ikke stod i stengt posisjon slik som angitt i ventil – og blindingslisten.
2018-H	0,4	A1	<b>Technical degradation:</b> Degradation of valve sealing	Lekkasje pga. bøyd ventilstem. Retning for operering var merket feil.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	<b>Utførelse</b>	En av årsakene var at pakkboxen ikke var i henhold til krav: <b>Den inneholdt kun formpressede ringer, men skulle egentlig inneholdt en kombinasjon av formpressede og flettede ringer.</b> I tillegg var dreieretningen på ventilen feilmerket: Symbolene viste (feilaktig) at ventilrattet skulle dreies med klokken både ved åpning og stenging av ventilen. Korrekt dreieretning var dessuten motsatt av det som er vanlig praksis. Omtrent en måned før den aktuelle hendelsen ble ventilen stengt i stedet for åpnet. I den forbindelse ble både ventil og girhus utsatt for et høyt moment. Dette førte sannsynligvis til at ventilstemmen ble bøyd.
2019-A	0,2	C1	<b>Human intervention:</b> Break-down of isolation system during maintenance	En av fem flenser ble ikke trukket til. Brukte ikke isoleringsplan.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	<b>Planlegging,</b> Utførelse, ressurser	En gasslekkasje oppsto i forbindelse med oppstart av en turbin. Den direkte årsaken til lekkasjen var at en av fem flenser ikke var trukket til ved <b>bytte av pakninger på C-ringen i fuelgasssystemet. Jobben med å skifte pakninger</b> inngikk som en deloppgave i en arbeidsordre. Det var ikke synliggjort i arbeidstillatelsen at deloppgaven inkluderte arbeid på hydrokarbonførende utstyr. Jobben ble gjort av en turbinmekaniker alene, uten mulighet for å gjennomføre kameratsjekk, og uten bruk av sjekklister/ dokumentasjon av boltetrekkingen. For denne typen arbeid har det ikke vært praksis på innretningen å benytte sjekklister eller kontroll- og aktivitetsskjema som ellers er et krav ved splitting av HC-linjer. Arbeidstillatelsen var ufullstendig utfylt, i og med at splitting av HC ikke var beskrevet. Det var også mangelfull samhandling mellom D&V-leder og søker/utførende i søknadsprosessen, samt mellom områdetekniker og utførende både før og etter gjennomføring av jobben. Verken D&V-leder eller områdetekniker hadde et klart bilde av arbeidsomfang eller risiko. Turbinmekanikeren gjorde opp fire av fem flenser med riktig moment, men den siste flensen ble ikke skrudd til. Turbinmekanikeren hadde en oppfatelse av at alle flenser var gjort opp til riktig moment. Han var ikke oppmerksom på at den siste flensen var uteglemt. Kort tid før utreise opplevde turbinmekanikeren en hendelse som berørte han og hans nærmeste familie sterkt. Mangelfull forståelse for/ kjennskap til hvordan livshendelser kan påvirke arbeidsevne og stresstoleranse kan ha medvirket til at det ikke ble fanget opp at personen som var satt til å løse en oppgave, fikk en totalt for høy belastning. Turbinmekanikeren hadde ansvar for store arbeidsoppgaver i et fysisk krevende arbeidsmiljø der det var utfordringer

ID	Rate kg/s	Kat	Kat. tekst	Beskrivelse	Relatert til VH?	Relasjon	Trinn i styringsløyfen for VH	Forklaring (Kobling til vedlikehold i fet skrift)
								med tilkomst/ sperringer, støy, vannsøl og høyt aktivitetsnivå, samtidig som han var preget av en livshendelse og slet med å få tilstrekkelig søvn.
2019-B	0,2	E	<b>Design related failure</b>	Caisson i spilloljetank var fjernet. Overbroing ikke i henhold til krav.	Ja	<b>Mangelfullt vedlikehold</b> (Caisson er fjernet)	<b>Rapportering</b>	Før hendelsen oppsto det problemer med høyt nivå i spilloljetanken, og det ble besluttet å <b>trekke den ene spilloljepumpen for å rengjøre innløpsstraineren</b> . Dersom det oppstår problemer med pumpene som gjør at de må trekkes opp av tanken, er man avhengig av å kunne gjøre dette i drift for å unngå nedstengning av produksjonen. I henhold til Norsok P-002 skal det være mulig å trekke pumper under drift. Norsok nevner at det skal være brønn/ caisson i tanken. Det var tidligere montert caissoner rundt pumpene. <b>Disse har imidlertid blitt fjernet</b> . Det er ikke funnet dokumentasjon på når eller hvorfor caissonene er fjernet.
2019-C	0,34	E	<b>Design related failure</b>	Uheldig design av prosessanlegg. Ikke oppdaget i HAZOP.	Delvis	<b>Manglende vedlikehold</b> (VH-program på drain potte)	<b>Vedlikeholds-program</b>	Hydrokarbonlekkasjen oppsto etter at en ventil for trykklufttilførsel ble utilsiktet stengt. Det er ikke med sikkerhet avklart hvordan denne ventilen kom i stengt posisjon. Det er imidlertid sannsynlig at en stillarbeider kan ha kommet borti ventilhendelen i forbindelse med arbeid på stillaset. Tap av trykkluft førte til at fire isoleringsventiler (SDVer) og tre fakkventiler (BDVer) i crude/crude heater segment ble utilsiktet satt i feil posisjon. Dette ga «position error» alarm i kontrollrommet, og feilsøking ble umiddelbart startet. På det tidspunktet var det ikke klart for kontrollromsoperatørene hva som var grunnen til endringene. Som følge av operering av BDVer/SDVer ble produksjonsstrøm fra 1. trinns separator ledet til closed drain (slop), lavtrykkfakkel og knockout drum. I closed drain (slop) header har oljen dampet av gass på grunn av trykkreduksjonen inn på header. Gassen og noe olje har blitt ledet til atmosfærisk vent via en <b>tømt vannlås i TEG drain potte</b> . Olje som har strømmet til closed drain (slop) header har skapt trykkøkning som har tømt denne vannlåsen. Omlag ni minutter etter «position error» alarm observerte tekniker oljedråper ut av fakkeltårn, noe som ble bekreftet av uteoperatør. PSD (nedstengning av prosessanlegget) ble iverksatt og ventilen mellom TEG drain potte og closed drain (slop) header ble stengt.
2019-D	0,2	C2	<b>Human intervention:</b> Maloperation of valves during manual operation	Feiloperering av ventiler. Bruk av chicksan uten tilbakeslagsventil.	Delvis	Skjedde i forbindelse med P&A	<b>Utførelse</b>	Hendelsen skjedde ved forberedelse til å sirkulere sjøvann med mulige rester av hydrokarboner fra A-ringrommet i en brønn (heretter omtalt som brønn 1). Arbeidet var en del av en brønnpluggingsoperasjon (P&A) før <b>tubingen i brønn 1 skulle trekkes</b> . Brønn 1 var koblet til en annen brønn (heretter omtalt som brønn 2) med chicksan for å sirkulere ut og injisere sjøvannet. Ved oppkobling av chicksan ble det ikke montert tilbakeslagsventil og trykkavlastningsventil selv om dette var påkrevd i styrende dokumentasjon. Skjema for oppkobling ble ikke brukt ved oppkobling og kontroll. Borer (driller) informerte mud logger på radio at initiell strømning i brønn 1 var ok og at de var klare til å starte med sirkulering. Dette ble feiltolket av assisterende borer (assistant driller) som en beskjed om å åpne ventilene og starte sirkulasjonen inn i brønn 2. Assisterende borer og brønnhodeoperatør (wellhead operator) åpnet én low torque ventil hver. Deretter åpnet brønnhodeoperatøren kill wing ventilen (KWV) på brønn 2. Brønnhodeoperatøren glemte å lese av trykket i tubingen på brønn 2 før KWV ble åpnet. I og med at boresikringsventilen (blowout preventer - BOP) var åpen siden borer ikke var klar og BOP annular var ikke var stengt, og at trykket ikke var utjevnet før KWV ble åpnet, strømmet det gass ut fra brønn 2 (uten å bli stoppet av den manglende tilbakeslagsventilen), og tilbake til

ID	Rate kg/s	Kat	Kat. tekst	Beskrivelse	Relatert til VH?	Relasjon	Trinn i styringsløyfen for VH	Forklaring (Kobling til vedlikehold i fet skrift)
								ringrommet i brønn 1. Pack-off var fjernet i forkant av operasjonen og gassen strømmet derfor opp stigerøret til BOP (med åpen annular), noe som førte til et utslipp av gass på boredekk.
2019-E	0,1	B2	<b>Human intervention:</b> Incorrect fitting of flanges or bolts during maintenance	Feil montering av sprengblekk i sprengblekkholder (kontraktør)	Delvis	Relatert til design?	<b>Utførelse</b>	Feil montering av sprengblekk i sprengblekkholder (kontraktør).
2019-F	0,2	B1	<b>Human intervention:</b> Incorrect blinding/isolation	Et rør i fakkelsystemet ble fjernet uten at denne delen av fakkelsystemet ble isolert	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	<b>Utførelse</b>	<b>Et rør i fakkelsystemet ble fjernet</b> uten at denne delen av fakkelsystemet ble isolert. Lekkasje noen dager senere i forbindelse med faking.
2020-A	1,8	E	<b>Design related failure</b>	Slange som løsnet fra slangestussen. Feil design på slangestuss.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	<b>Utførelse, rapportering</b>	Brudd i en midlertidig slange. <b>Det var brukt feil type slangestuss, uten gripekant.</b> Feilen var gjort av kontraktør.
2020-B	0,34	C2	<b>Human intervention:</b> Maloperation of valves during manual operation	Feiloperering av ventiler. Uheldig design av interlock.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	<b>Utførelse</b>	Slop sentrifugen ble startet av maritim leder <b>for å ta vannprøver</b> . Sentrifugen ble deretter gående i «idle» Dette betyr at sentrifugen går uten at det pumpes væske gjennom (...). Maritim tekniker besluttet å avslutte slopvannbehandlingen midlertidig, og kalte opp Operatør på radio som ble bedt om å lukke overbordventilen. Operatør, som da var inne ved slop-displayet, sa «ja» til at han skulle gå ut og lukke ventil overbord. Dette ble misforstått av maritim tekniker som at Operatør hadde sagt «ja» til at ventilen var stengt. Maritim tekniker åpner to hydrauliske ventiler for å resirkulere vann tilbake til slop tank. Dette medførte at hydrokarbongass fra slop tank ble ventilert direkte overbord.
2020-C	1,6	B4	<b>Human intervention:</b> Erroneous choice or installation of sealing device	Brudd i tetningsring i et strømningsrør. Feil materialkvalitet.	Ja	<b>Manglende vedlikehold</b>	<b>Mål og krav, analyse</b>	26 år før lekkasjen inntraff <b>ble det installert en tetningsring i feil materialkvalitet</b> . Det var installert en karbonstålring der riktig materialkvalitet var 6Mo. I etterkant har det blitt avdekket tetningsringer med korrosjonsskade også andre steder både på samme innretning og på andre innretninger i samme selskap. Det er flere fabrikanter av tetningsringer, for eksempel Grayloc, Techlok, G-LOK, Destec og SPO-LOCK. Tetningsringer fra forskjellige fabrikanter og med forskjellige materialkvaliteter ser helt like ut, bortsett fra at fargen på coatingen/belegget de er belagt med kan være forskjellig. I 2003 innførte Norsok L-005 standarden en fargekoding på tetningsringer for kompaktflenser. Enkelte produsenter innførte den nye fargekodingen mens andre fortsatte med sitt gamle fargekodesystem eller gikk over til én farge på alle ringer uansett materialkvalitet. Da ISO 27509 ble lagt med basis i L-005, ble systemet med fargekoding tatt ut. Dette pga. forvirringen som kunne oppstå på grunn av ulike fargekoder hos ulike leverandører.

ID	Rate kg/s	Kat	Kat. tekst	Beskrivelse	Relatert til VH?	Relasjon	Trinn i styringsløyfen for VH	Forklaring (Kobling til vedlikehold i fet skrift)
								Siden praksis for farging av tetningsringene er vidt forskjellig, må ikke fargen tillegges vekt når en skal vurdere materialkvalitet. Den sikre måten å identifisere om har identifisert riktig tetningsring er å lese informasjonen som er stemplet eller gravert inn i ringen. Dessverre er det ofte ikke lett å lese denne informasjonen, siden coating/belegg blir påført etter at informasjonen er gravert inn. <b>Det har vært en forståelse i selskapet at lekkasje fra korroderte tetningsringer vil oppdages som diffuse gass- eller drypplekkasjer.</b> Ny erfaring viser at sannsynlighet for stor lekkasje vil være høy dersom det er installert karbonstålring i klammerkoblinger i rørsystem med edlere materialer (typisk: DX og 6Mo).
2020-D	1,8	C1	<b>Human intervention:</b> Break-down of isolation system during maintenance	Brudd i slange som hadde lavere trykklasse enn operasjonstrykk.	Ja	Feil utført vedlikehold	Utførelse	<b>I forbindelse med setting av en ventil- og blindingsliste på pigluse for eksportgass ble det lagt opp en dreneringsslange fra en dreneringsventil til sikkert område under plattformen.</b> Ved drenering av trykket mellom to barriereventiler, ble det oppdaget at noe kunne være feil med dreneringsventilen. De utførende gikk for å rådføre seg med fagansvarlig natt, samt foreta handover til dagskift. Da de utførende forlot området burde dreneringsventilen blitt stengt, i og med at det var mistanke om feil. Ventilen ble imidlertid forlatt i åpen posisjon. Før dagskiftet hadde startet feilsøking, løsnet en obstruksjon i dreneringsventilen slik at trykket i slangen plutselig økte. Slangen tålte ikke den plutselige trykkøkningen, noe som førte til at den røk.
2020-E	0,19	B4	<b>Human intervention:</b> Erroneous choice or installation of sealing device	Sprengblekk åpnet ved for lavt trykk, pakningsflaten ble degradert.	Ja	Feil utført vedlikehold	Vedlikeholdsprogram	En gassturbinkompressor fikk signal om å gå til idle, fakkventil åpnet og det ble faklet inntil brønnene ble stengt manuelt. Ingen gassdetektorer ga alarm, men etter hendelsen har man sett noen små utslag på trender på gassdetektorer i området rundt sprengblekk, og observasjoner i felt tydet på at det har vært en ekstern gasslekkasje. I etterkant har det vist seg at <b>sammenstillingen og kombinasjonen mellom sprengblekk og type sprengblekkholder var feil. Det var rekvirert feil type sprengblekk for den aktuelle sprengblekkholderen.</b> Leverandør produserte og installerte feil type sprengblekk (med PTFE-pakning) i den aktuelle sprengblekkholderen. <b>Leverandør benyttet for lavt trekkemoment på capscrews</b> som følge av PTFE-pakning. Klemmekraft mellom sprengblekk og -holder var for lav ift. design åpningstrykk (6 Barg). Operatørselskapet installerte komplett enhet (fabrikkinstallert sprengblekk/holder) iht. leverandørs installasjonsmanual.
2021-A	0,19	A2	<b>Technical degradation:</b> Degradation of flange gasket	Degradert pakning i toppflens til cargotank, ikke skiftet periodisk.	Ja	Manglende vedlikehold	Vedlikeholdsprogram	Degradert pakning i toppflens til cargotank. Teknisk degradering over tid (23 år) – <b>pakningen har ikke blitt skiftet periodisk.</b>
2021-B	0,3	B5	<b>Human intervention:</b> Maloperation of valves during	Feiloperering av ventiler i kombinasjon med uheldig design.	Ja	Feil utført	Utførelse	<b>Feiloperering av ventiler</b> i kombinasjon med uheldig design.



ID	Rate kg/s	Kat	Kat. tekst	Beskrivelse	Relatert til VH?	Relasjon	Trinn i styringsløypen for VH	Forklaring (Kobling til vedlikehold i fet skrift)
			manual operation					
2021-C	0,25	C3	<b>Human intervention:</b> Work on equipment not known to be pressurised	Digitalt manometer ble nullstilt med trykk i systemet. Viste 0 barg	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	Utførelse, planlegging, materiell	<b>En visuell inspeksjon hadde avdekket behov for å bytte boltene på en flens siden disse var korroderte.</b> En barriereventil ble stengt og to barrierer ble etablert for avblødning til fakkell. Deretter ble et trykkavblødningspunkt åpnet opp, hvor det kun var et svakt overtrykk. Områdeoperatøren leste så av trykket i segmentet ved hjelp av et digitalt manometer, som var montert på blindhubben på en brønn. Dette manometeret viste 0,3 barg. Barriereventil for avblødning ble åpnet og operatøren registrerte lyder som tydet på strømming av gass gjennom ventilen. Deretter ble ventilen stengt. I etterkant viste det digitale manometeret 0,0 barg. I etterkant har det vist seg at ventilen for avblødning av segmentet ikke ble åpnet tilstrekkelig til å frigjøre trykket i rørsegmentet. I tillegg hadde det digitale manometeret på et ukjent tidspunkt blitt nullstilt på en slik måte at det viste 0,0 barg selv om trykket i rørsegmentet i realiteten var ca. 15,6 barg.
2021-D	0,1	B1	<b>Human intervention:</b> Incorrect blinding/ isolation	Tank ble satt i drift uten at den ble vannfylt til over LL-nivå.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	Utførelse	<b>Tilbakestilling ble gjort feil</b> siden tanken ikke ble vannfylt slik at den fikk funksjon som vannlås.
2021-E	0,3	C1	<b>Human intervention:</b> Break-down of isolation system during maintenance	Globeventil ble ikke lekkasjetestet. Manglende verifikasjon.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	Utførelse	<b>Måtte tilbake stille isoleringen før jobben ble utført, siden en ventil hadde internlekkasje.</b> Ved tilbakestilling ble to åpne ventiler (bevisst) ikke stengt, og en ventil hadde internlekkasje. Isoleringsplanen ble ikke fulgt.
2021-F	0,1	C1	<b>Human intervention:</b> Break-down of isolation system during maintenance	Systemet var åpent mot modulen før purging. Feil i isoleringsplan.	Ja	<b>Feil utført vedlikehold</b>	Planlegging	<b>HC-system ble åpnet før purging.</b> Feil i isoleringsplan samt feil merking i felt.

