



SINTEF



# Rapport

## Automatisert rapportering av feil og hendelser

### Forfattere:

Egil Wille, Stein Hauge, Roar Nybø, Tor Onshus, Maria V. Ottermo, Tony Kråkenes, Bjørn Magnus Mathisen

### Rapportnummer:

2022:01376 - Åpen

### Oppdragsgiver:

Petroleumstilsynet

# Rapport

## Automatisert rapportering av feil og hendelser

**EMNEORD:**Boring  
OT-system  
Kontrollsystem  
Rapportering  
Automatisering  
Sikkerhet**VERSJON**

Versjon 02

**DATO**

2022-12-09

**FORFATTERE**

Egil Wille, Stein Hauge, Roar Nybø, Tor Onshus, Maria V. Ottermo, Tony Kråkenes, Bjørn Magnus Mathisen

**OPPDRAGSGIVER**

Petroleumstilsynet

**OPPDRAGSGIVERS REFERANSE**

Kristian Solheim Teigen

**PROSJEKTNUMMER**

102027430

**ANTALL SIDER OG VEDLEGG:**

47 + 0 vedlegg

**SAMMENDRAG**

Formålet med denne rapporten har vært å gi næringen og Petroleumstilsynet (Ptil) økt kunnskap om systemer og prosesser som er nødvendig for å legge til rette for større grad av automatisert rapportering av feil, hendelser og nesten-hendelser i automatiserte systemer. Kunnskapen opparbeidet gjennom prosjektet er ment å bidra til risikoreduksjon gjennom utvikling og kontinuerlig forbedring av automatiserte systemer i petroleumsindustrien. Dette arbeidet er en videreføring av en forstudie gjennomført av SINTEF i 2021 som omhandlet rapportering av hendelser i automatiserte systemer i boreoperasjoner. En av anbefalingene fra forstudien var å se på muligheter for økt tilrettelegging for automatisert rapportering og standardisering av behandlingen av hendelsesdata. Med utgangspunkt i dette har SINTEF vurdert og beskrevet muligheter og forutsetninger, herunder metoder og tekniske løsninger, knyttet til automatisert rapportering av feil og hendelser.

**UTARBEIDET AV**

Egil Wille

## SIGNATUR



Egil Wille (Dec 9, 2022 12:09 GMT+1)

**KONTROLLERT AV**

Ranveig Kviseth Tinmannsvik

## SIGNATUR



Ranveig Kviseth Tinmannsvik (Dec 9, 2022 12:29 GMT+1)

**GODKJENT AV**

Anita Øren, Forskningsleder

## SIGNATUR



Anita Øren (Dec 9, 2022 12:35 GMT+1)

**RAPPORTNUMMER**

2022:01376

**ISBN**

978-82-14-07897-8

**GRADERING**

Åpen

**GRADERING DENNE SIDE**

Åpen

# Historikk

---

VERSJON	DATO	Versjonsbeskrivelse
01	2022-11-25	Utkast til Ptil for kommentar
02	2022-12-09	Endelig rapport

---

Kreditering av bilder:  
Forside: Equinor

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>5</b>
<b>Executive Summary.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>9</b>
1.1 Mål og hensikt.....	9
1.2 Begrensninger/omfang .....	10
1.3 Begreper, definisjoner og forkortelser.....	10
1.3.1 Begreper og definisjoner .....	10
1.3.2 Forkortelser .....	12
1.4 Metode og gjennomføring.....	13
1.5 Rapportstruktur .....	14
<b>2 Relevante initiativer og teknologier som petroleumsnæringen kan bygge videre på.....</b>	<b>15</b>
2.1 Luftfart .....	15
2.1.1 Flight Data Monitoring (FDM).....	15
2.1.2 Health and Usage Monitoring System (HUMS) .....	16
2.1.3 Mulig relevans for petroleumsnæringen.....	16
2.2 Selvkjørende biler, PAS 1882:2021 .....	17
2.3 Annen relevant kartlegging.....	17
2.3.1 Artificial intelligence act (forordning om kunstig intelligens) .....	17
2.3.1.1 AI-systemer (D1).....	18
2.3.1.2 Sikkerhetskritiske systemer (D2) .....	18
2.3.2 Deling av industridata.....	19
2.3.3 Initiativer for deling av data .....	19
2.3.4 Eierskap til data .....	20
2.4 Digital tvilling.....	21
2.4.1 Digital tvilling i boring.....	21
2.4.2 Digital tvilling i andre anvendelser .....	22
<b>3 Casestudier .....</b>	<b>23</b>
3.1 Logging av data .....	23
3.1.1 Systemer for logging av sanntidsdata.....	23
3.1.2 Manuelle systemer for logging og presentasjon av data .....	24
3.2 Case 1: Automatiserte boresystemer .....	25
3.2.1 Dagens løsninger .....	26
3.2.2 Morgendagens løsninger.....	27
3.2.3 Datakvalitet.....	28

3.3	Case 2: Kritiske sikkerhetssystemer .....	29
3.3.1	Rapportering, klassifisering og kvalitetssikring av feilhendelser .....	30
3.3.2	Fra kalenderbasert til tilstandsbasert vedlikehold .....	32
3.3.3	Hvilke data samles inn? .....	32
3.3.4	Håndtering og bruk av data .....	33
3.3.5	Variasjoner knyttet til rapportering av feil .....	34
3.3.6	Om problembarn ('bad actors') og gjengangere .....	35
3.3.7	Noen erfaringer .....	35
3.4	Drøfting av casestudier .....	36
<b>4</b>	<b>Oppsummering og anbefalinger .....</b>	<b>41</b>
4.1	Oppsummering .....	41
4.2	Anbefalinger til næringen .....	43
4.3	Anbefalinger til Ptil.....	44
4.4	Behov for kunnskapsinnhenting .....	44
	<b>Referanser .....</b>	<b>46</b>

## Sammendrag

### Innledning

Formålet med denne rapporten har vært å gi næringen og Petroleumstilsynet (Ptil) økt kunnskap om systemer og prosesser som er nødvendig for å legge til rette for større grad av automatisert rapportering av feil, hendelser og nesten-hendelser. Kunnskapen opparbeidet gjennom prosjektet er ment å bidra til risikoreduksjon gjennom utvikling og kontinuerlig forbedring av automatiserte systemer i petroleumsindustrien.

Arbeidet er i hovedsak basert på dokumentgjennomgang, intervju med aktører, kunnskap fra andre SINTEF-prosjekter, samt interne arbeidsmøter og møter med Ptil.

### Bakgrunn

Dette arbeidet er en videreføring av en forstudie gjennomført av SINTEF i 2021 [1] som omhandlet rapportering av hendelser i automatiserte systemer i boreoperasjoner. Forstudien avdekket blant annet at hendelser og nesten-hendelser ikke fanges opp i tilstrekkelig grad, samt at boreere allerede er høyt belastet med sine ansvar/oppgaver og dermed ikke bør pålegges ytterligere rapporteringskrav. En av anbefalingene fra forstudien var derfor å se på muligheter for økt tilrettelegging for automatisert rapportering og standardisering av behandlingen av hendelsesdata. Med utgangspunkt i dette har SINTEF vurdert og beskrevet muligheter og forutsetninger, herunder metoder og tekniske løsninger, knyttet til automatisert rapportering av feil og hendelser.

### Casestudier

SINTEF har, i tillegg til dokumentgjennomgang, input fra andre næringer og kunnskap fra andre prosjekter, belyst problemstillinger knyttet til automatisert rapportering gjennom to casestudier: én for automatiserte boresystemer og én for kritiske sikkerhetssystemer topside. I forbindelse med disse ble det gjennomført gruppeintervjuer med utvalgte aktører, herunder operatørselskap, boreselskap og boreleverandører. I intervjuene ble det, med utgangspunkt i eksisterende løsninger/systemer, blant annet forsøkt å kartlegge hvilke muligheter som finnes for automatisert rapportering, samt hvilke hindringer og utfordringer som må håndteres for å innføre mer automatisert rapportering.

### Forutsetninger og utfordringer knyttet til automatisert rapportering

For å kunne oppnå en større grad av automatisert rapportering er det en rekke forutsetninger som må være til stede. Det er også en del utfordringer som må løses. Noen av disse vil være generelle, mens andre kan knyttes spesielt opp mot de to casene belyst i denne rapporten. Følgende stikkord er dekkende for mange av disse forutsetningene og utfordringene:

- En må ha tillit til at data har høy kvalitet og at infrastruktur for deling av data er robust og sikret.
- Det må være mulig å hente ut informasjon om hendelser uten å påvirke andre systemer negativt (uavhengighet).
- Det er behov for standardisering i flere dimensjoner, blant annet for teknisk kommunikasjon på tvers av systemer, for å tilrettelegge for at systemene forstår hverandre og for at utstyr og hendelser er beskrevet og definert på samme måte på tvers av systemer og innretninger.
- Det må være et stort nok og samtidig kvalitetssikret datagrunnlag for å identifisere hendelser og kunne lære av dem.
- Det er behov for økt dataforståelse, blant annet i forhold til hvordan en skal klare å lære opp systemene til å forutse og detektere sjeldne og komplekse hendelser på en effektiv og pålitelig måte.
- Kunnskap om datakvalitet, det vil si at dataene må være av en viss kvalitet og at brukere av dataene kjenner kvalitetsnivået og begrensningene til dataene som skal mottas/brukes.



- Eierskap til data, kostnader og forretningsmodeller, blant annet balansen mellom fordeler og kostnader og hvordan dette skal fordeles.
- Behov for stabilitet i markedet fordi raske svingninger kan påvirke investeringer i teknologi knyttet til automatisert rapportering av feil og hendelser.
- Cybersikkerhet, det vil si sikring av data og forhold som kan komplisere den automatiske rapporteringen, f.eks. tilgangsstyring etc.

### Anbefalinger

Basert på funnene i rapporten er det gitt 12 anbefalinger til næringen, tre til Ptil samt noen forslag til videre kunnskapsinnhenting. Anbefalingene til næringen er i stor grad knyttet til standardisering, datakvalitet og behov for instrumentering, og eierskap til data. Anbefalingene til Ptil omhandler terskel for rapportering, kriteriene for RNNP og dokumentasjon av uavhengighet. Behov for kunnskapsinnhenting er knyttet til mulighet for simulering av feilscenarier for å danne virtuelle datagrunnlag, mulighet for felles erfaringsdatabaser for sikkerhetskritisk utstyr, samt vurdering rundt mulige gevinster ved å rapportere på et lavere nivå enn i dag, for eksempel at tilløp til hendelser og/eller mindre alvorlige hendelser også vurderes rapportert.

## Executive Summary

### Introduction

The purpose of this report has been to provide the industry and PSA Norway with increased knowledge about the systems and processes which are necessary to enable more automated reporting of failures, incidents and near misses. The knowledge achieved through this project is meant to contribute to risk reduction through development and continuous improvement of automated systems in the petroleum industry.

The work is mainly based on document review, interviews, and knowledge from other SINTEF projects as well as internal work meetings and meetings with the PSA.

### Background

This work is the continuation of a pre-study conducted by SINTEF in 2021 [1] regarding reporting of incidents and near misses in automated systems for drilling operations. The pre-study revealed, among other things, that incidents and near misses are not sufficiently revealed, and that drillers already have a high workload and should not be subjected to additional reporting requirements. One of the recommendations from the pre-study was therefore to investigate the possibilities for more automated reporting and standardisation of incident data processing. Based on this, SINTEF has evaluated and described possibilities and prerequisites, hereunder methods and technical solutions, related to automated reporting of failures and incidents.

### Case studies

In addition to document review, knowledge from other relevant projects and input from other industries, SINTEF has conducted two case studies to examine the topic of this project: one for automated drilling systems, and one related to safety critical systems for topside applications. As part of these case studies, a series of group interviews were conducted with relevant actors, including operator companies, drilling companies and system vendors. In the interviews, attempts were made to identify opportunities for automated reporting based on existing solutions/systems, as well as challenges and obstacles which need to be handled to enable introduction of more automated reporting.

### Automated reporting - prerequisites and challenges

To enable an increased degree of automated reporting, there are several prerequisites and challenges to be considered. Some of these are generic, while others can be specific to the case studies in this report. The following topics are of general relevance:

- One must have trust in the data and the associated data quality, and the infrastructure for data sharing must be robust and secure.
- It must be possible to extract/harvest information about events and incidents without negatively affecting systems (independence).
- There is a need for standardization in several dimensions, e.g., related to technical communication between systems, to allow different systems to correctly interpret the information they exchange and to ensure that equipment and events/incidents have uniform descriptions and definitions across different systems and facilities.
- There must be sufficient quality assured data to enable identification of failures and incidents and be able to learn from them.
- There is a need for increased knowledge related to data sensemaking, to enable efficient and reliable training of systems to predict and detect rare and complex incidents.





- There is also a need for increased knowledge regarding data quality, i.e. the data must be of a certain quality and the consumers of data must know the quality and limitations of the received data.
- Other important issues include data ownership, cost, and business models, including the balancing of benefits and cost and how to distribute these among involved parties.
- Worth mentioning is also market stability, as sudden changes (volatility) may influence investments in technology related to automated reporting of incidents.
- A final point is cyber security, i.e. data protection and circumstances which may complicate automated reporting, such as access management etc.

### Recommendations

Based on the findings in the report, 12 recommendations are given to the petroleum industry, three are given to the PSA and a few topics for further studies and research have been suggested. The recommendations to the petroleum industry are mostly related to standardisation, data quality and instrumentation needs, and data ownership. The recommendations to the PSA deal with reporting thresholds, criteria for RNNP (risk level in Norwegian petroleum operations), and documentation of independence. The suggestions for further studies and research are related to possibilities for simulation-based generation of incident data for unusual/infrequent incidents, opportunities for common databases for experience transfer for safety critical equipment, and an evaluation of potential benefits from lowering the reporting thresholds, e.g., to consider reporting of less severe events and anomalies.

## 1 Innledning

### 1.1 Mål og hensikt

Dette arbeidet er en videreføring av en forstudie gjennomført av SINTEF i 2021 [1] som omhandlet rapportering av hendelser i automatiserte systemer i boreoperasjoner. Forstudien avdekket blant annet at hendelser og nesten-hendelser ikke fanges opp i tilstrekkelig grad, samt at boreere allerede er høyt belastet med sine ansvar/oppgaver og dermed ikke bør pålegges ytterligere rapporteringskrav.

Det er derfor naturlig å utforske hvordan man kan tilrettelegge for (mer) automatisert rapportering og standardisering av behandlingen av data fra hendelser som rapporteres i ulike systemer. I denne studien er omfanget utvidet til også å gjelde produksjonsinnretninger. Også for personell på disse innretningene er arbeidsbelastning og store informasjonsmengder (for eksempel i form av alarmer) kjente problemstillinger.

Oppdragets hovedmål er å øke kunnskapen om systemer og prosesser som er nødvendig for å legge til rette for større grad av automatisert feil- og hendelsesrapportering, og det er ønskelig at kunnskap opparbeidet gjennom dette prosjektet skal bidra til risikoreduksjon gjennom utvikling og kontinuerlig forbedring av automatiserte systemer i petroleumsindustrien. Oppgaven tar utgangspunkt i kritiske operasjoner og teknologier i petroleumsindustrien der det kan tilrettelegges for automatisert rapportering, og det skal blant annet vurderes forutsetninger, risiko og muligheter knyttet til automatisert rapportering.

#### Sentrale spørsmål som omhandles i rapporten

SINTEF har i denne rapporten vurdert og beskrevet hindringer og muligheter, herunder metoder og tekniske løsninger, knyttet til automatisert rapportering av feil og hendelser. Videre belyses dette ytterligere gjennom to casestudier: én for automatiserte boresystemer og én for kritiske sikkerhetssystemer topside.

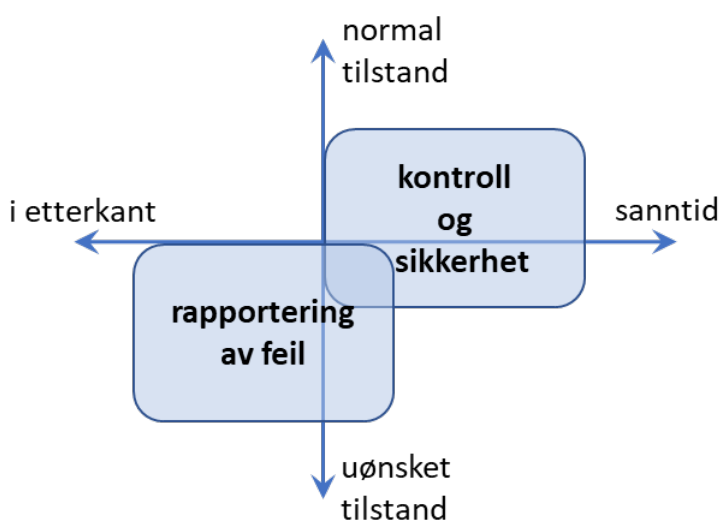
Noen relevante spørsmål og temaer som omhandles er:

- Er det initiativer og/eller løsninger for innsamling og deling av data fra andre bransjer som petroleumsnæringen kan dra spesiell lærdom fra?
- Hvilke generelle forutsetninger må ligge til grunn for bedre å legge til rette for mer automatisert innsamling og deling av data – og hvilke hovedutfordringer og hindringer ser en for seg?
- Hvilke feil- og hendelsesdata samles typisk inn i dag og hvordan behandles og brukes disse dataene videre?
- Hvilke relevante systemer samles det primært data inn fra per i dag, og hvilke utfordringer ser en knyttet til denne datainnsamlingen?
  - Hvilke løsninger og systemer har en for innsamling, behandling og bruk av data knyttet til automatiserte boresystemer (Case 1)?
  - Hvilke systemer og løsninger har en for innsamling og videre bruk av data fra kritiske sikkerhetssystemer topside (Case 2)?
- Hvilke implikasjoner har EU sin "artificial intelligence act" i forhold til mulig datainnsamling og rapportering fra ulike systemer? Og hva med personvern og hensynet til selskaps sensitiv informasjon?

## 1.2 Begrensninger/omfang

Oppdraget er begrenset til rapportering av feil i automatiserte boresystemer og kritiske sikkerhetssystemer på installasjoner på norsk sokkel, samt utvalgte initiativer og løsninger fra andre næringer som er relevante innenfor prosjektets kontekst – hendelser i automatiserte systemer i petroleumsindustrien.

Automatisert hendelsesrapportering ses i direkte sammenheng med kontroll- og sikkerhetssystemer, i dette prosjektet innen boreoperasjoner og kritiske sikkerhetssystemer topside. Det er noen åpenbare forskjeller mellom rapporteringsfunksjoner og kontrollfunksjoner, men også klare fellestrekk når det gjelder situasjonene de opptrer i, som illustrert i Figur 1. Rapportering er en aktivitet som gjerne foregår både ved normal operasjon og i uønskede/uventede situasjoner, men i denne studien ser vi primært på *rapportering av feil*.



Figur 1 - Sammenligning av kontroll- og sikkerhetsfunksjoner og feilrapporteringsfunksjoner, og i hvilke situasjoner de opptrer.

## 1.3 Begreper, definisjoner og forkortelser

### 1.3.1 Begreper og definisjoner

Definisjoner benyttes for at vi skal ha en felles forståelse av sentrale begreper. Tabell 1 viser definisjonene som benyttes i denne rapporten.

Tabell 1 Begreper og definisjoner.

Begrep	Definisjon/beskrivelse	Referanse
Avvik	Opplevd funksjon til et system er ikke i henhold til tiltenkt funksjon	SINTEF [1]

Begrep	Definisjon/beskrivelse	Referanse
Barriere	Tiltak som har til hensikt og funksjon enten å forhindre et konkret hendelsesforløp i å inntreffe, eller påvirke et hendelsesforløp i en tilsiktet retning ved å begrense skader og/eller tap. Funksjonen til disse barrierene ivaretas av tekniske, operasjonelle og organisatoriske elementer enkeltvis eller samlet.	Petroleumstilsynet [2]
Cybersikkerhet	Beskyttelse av IKT-systemer mot angrep som kan ramme IKT-systemers konfidensialitet, integritet og tilgjengelighet. (Merk: I noen standarder inkluderer begrepet også utilsiktede hendelser).	IEC 62443 [3]
Diagnostikk	Innebygd testing med formål å avdekke feil	Denne rapporten
Drilling recorder	System som logger alle tidsseriedata, kommandoer, operasjoner, skjermbilder og alarmer under boreoperasjonen.	SINTEF [1]
EqHub	Samarbeidsløsning for teknisk utstyrsdokumentasjon, brukes av de største operatørene på norsk sokkel	Offshore Norge [4]
Event	I denne rapporten brukt om hendelser rapportert i SAS, slik som statusendringer fra og kommandoer til feltutstyr, operatøraksjoner osv.	Denne rapporten
Experience transfer system	Deling av observasjoner og erfaringer til relevante deler av intern organisasjon eller eksterne aktører	SINTEF [1]
Hendelse	En hendelse er enten en ulykke eller en nestenulykke/ et tilløp til hendelse.	Bridges [5]
IKT	Alle systemer som utfører sin funksjon gjennom å sende, motta, lagre, prosessere og konvertere informasjon fra andre systemer.	Riksrevisjonen, dokument 3:7 (2020-2021) [6]
IKT-hendelse	En hendelse som kan ramme IKT-systemers konfidensialitet, integritet og tilgjengelighet. IKT-hendelser omfatter både tilsiktede handlinger og utilsiktede hendelser.	Riksrevisjonen, dokument 3:7 (2020-2021) [6]
IKT-sikkerhet	Beskyttelse av IKT-systemene, samvirket mellom systemene, tjenestene som leveres av systemene, eller informasjon som behandles i systemene. IKT-sikkerhet omfatter sikring av alt IKT-utstyr eller digitalt utstyr, inkludert driftskontrollsystemer.	Riksrevisjonen, dokument 3:7 (2020-2021) [6]
Nestenulykke/Tilløp til hendelse	En nestenulykke er en uplanlagt sekvens av hendelser som kunne ha forårsaket skade hvis forholdene var annerledes eller hendelsen hadde fått lov til å utvikle seg, men ikke gjorde det i dette tilfellet.	Bridges [5]
Operatør	Person som styrer en prosess/operasjon ved å betjene automasjonssystemets operatørstol eller annet brukergrensesnitt.	Denne rapporten
Operatørselskap	Selskap som har rett til å lete etter olje og gass i en blokk og bygge ut et felt for produksjon ved et kommersielt funn. Operatørselskapet opptrer gjerne på vegne av et partnerskap av selskaper.	Petroleumstilsynet [2]
PDS-forum	Faglig industriforum innen pålitelighet av instrumenterte sikkerhetssystemer i petroleumsvirksomheten	SINTEF [7]
PDS-metode	Metode for pålitelighetsanalyse av instrumenterte sikkerhetssystemer	SINTEF [8]

Begrep	Definisjon/beskrivelse	Referanse
Risiko	Med risiko menes konsekvensene av virksomheten med tilhørende usikkerhet	Veiledning til RF § 11 [9]
Sikkerhet	Sikkerhet innebærer beskyttelse mot farer og trusler som kan forårsake uønskede hendelser	NOU2015: 13 [10]
Surge	Overtrykk i brønn, som resultat av at borestrengen senkes for fort ned i brønnen	SINTEF [1]
Swab	Undertrykk i brønn, som resultat av at borestrengen løftes for fort ut av brønnen	SINTEF [1]
Taksonomi	Vitenskapen om klassifisering, det vil si å dele inn ting eller begreper i klasser	Britannica [11]
Tilløp til hendelse	Se nestenulykke	Bridges [5]
Tilstandsovervåkning	Parameterovervåkning med hensikt å avdekke endringer i tilstand som kan indikere en utviklende feiltilstand	Denne rapporten
Trussel	En tilsiktet uønsket handling	NSM 2015 [12]
Ulykke	En ulykke er en sekvens av uplanlagte hendelser og forhold som resulterer i skade på mennesker, miljø, prosess, produkt eller omdømme.	Bridges [5]
Wired pipe	Borerør med integrert kommunikasjonslinje, som gjør det mulig å sende data mellom nedihullsutstyr og boredekk med høy båndbredde og lav forsinkelse.	Denne rapporten

### 1.3.2 Forkortelser

Tabell 2 Forkortelser.

Forkortelse	Beskrivelse
AAS	Asset Administration Shell
AI/KI	Artificial Intelligence/Kunstig Intelligens
API	Application Programming Interface
APOS	Automatisert prosess for oppfølging av instrumenterte sikkerhetssystemer (SINTEF industriprosjekt 2019-2022)
AR	Augmented Reality (Utvidet virkelighet)
B&G	Brann og Gass
CMS	Condition Monitoring System
CMMS	Computerised Maintenance Management System
DC	Diagnostic Coverage
DD	Dangerous Detected
DU	Dangerous Undetected
FAIR	Findable, Accessible, Interoperable, Reusable
FDM	Flight Data Monitoring
FEED	Front End Engineering and Design
HART	Highway Addressable Remote Transducer (kommunikasjonsprotokoll)
HMI	Human-Machine Interface (menneske-maskin grensesnitt)

Forkortelse	Beskrivelse
HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
HMS&K	Helse, Miljø, Sikkerhet og Kvalitet
HUMS	Health and Usage Monitoring System
IEC	International Electrotechnical Commission
IKT	Informasjons- og Kommunikasjonsteknologi
IMS	Information Management System
ISO	International Standardisation Organization
IT	Informasjonsteknologi
ML	Maskinlæring
MPC	Model Predictive Control
MPD	Managed Pressure Drilling
NEK	Norsk Elektroteknisk Komite
NONC	Non-critical
NOU	Norges Offentlige Utredninger
NS	Norsk Standard
NSM	Nasjonal Sikkerhetsmyndighet
OPC UA	Open Platform Communications United Architecture
OSDU	Open Subsurface Data Universe
OT	Operasjonell Teknologi
PLS/PLC	Programmerbar Logisk Styring/Programmable Logic Controller
PSV	Pressure Safety (relief) Valve (trykkbegrensningsventil)
Ptil/PSA	Petroleumstilsynet/Petroleum Safety Authority Norway
RF	Rammeforskriften
RNNP	Risikonivå i Norsk Petroleumsvirksomhet
RPA	Robotisert prosessautomasjon
SAS	Safety and Automation System/Sikkerhets- og Automasjonssystem
SIL	Safety integrity level
WIMS	Well Integrity Management System

## 1.4 Metode og gjennomføring

Arbeidet er i hovedsak basert på dokumentgjennomgang og intervju, kunnskap fra andre relevante SINTEF-prosjekter, samt interne arbeidsmøter og møter med Ptil. Prosjektteamet er tverrfaglig, med kompetanse innenfor blant annet automatiserte boreoperasjoner, sikkerhetssystemer for innretninger på norsk og internasjonal sokkel, feil- og hendelsesrapportering, industriell kommunikasjon og menneske-maskin-interaksjon.

Intervju har blitt gjennomført med utvalgte relevante aktører, herunder operatørselskap, boreselskap og boreleverandører. Av hensyn til anonymitet oppgis ikke navnene på disse selskapene. Det er gjennomført totalt fem gruppeintervju, med informanter fra totalt seks selskaper.

Hovedtema for intervju var:

- Løsninger og initiativ for automatisert datainnsamling og hendelsesrapportering
- Kvaliteten på dataene som samles inn
- Deling og sammenstilling av data
- Læring fra feil og hendelser
- Erfaringer knyttet til automatisert bruk av data

## 1.5 Rapportstruktur

Kapittel 1 beskriver formålet med prosjektet, begrensninger, og hvordan prosjektet er gjennomført, og inneholder dessuten en oversikt over relevante begreper, definisjoner og forkortelser.

Kapittel 2 oppsummerer en kartlegging av utvalgte initiativer som kan være relevante/nyttige i forbindelse med innføring av automatisert rapportering i petroleumsnæringen.

Kapittel 3 introduserer de to casestudiene knyttet til automatiserte boresystemer (case 1) og kritiske sikkerhetssystemer topside (case 2), diskuterer hovedfunn fra intervjuene, og drøfter disse. I tillegg presenteres forskjellige løsninger for logging av data.

Kapittel 4 oppsummerer SINTEFs hovedkonklusjoner og anbefalinger til tiltak for næringen og Ptil, samt behov for videre arbeid med kunnskapsinnhenting.

Rapporten har ingen vedlegg.

## 2 Relevante initiativer og teknologier som petroleumsnæringen kan bygge videre på

For å bli bedre kjent med systemer og prosesser som kan legge til rette for automatisert rapportering i petroleumsindustrien er det naturlig å se på eksisterende initiativer som kan være relevante. En del av mulighetene og utfordringene knyttet til automatisert rapportering vil være felles på tvers av bransjer, og vårt utvalg av relevante initiativer er derfor hentet fra både petroleumsnæringen og andre bransjer.

### 2.1 Luftfart

Dette kapitlet beskriver to systemer for datainnsamling og -analyse som benyttes innenfor luftfart, og prøver å trekke frem aspekter som kan være relevante for petroleumsindustrien.

#### 2.1.1 Flight Data Monitoring (FDM)

Flight Data Monitoring (FDM) er et sensorbasert system innenfor luftfart hvor det samles inn en stor mengde ulike sensordata fra luftfartøy under flygninger, opptil flere hundre sensorer avhengig av flytype. Nærmere bestemt handler FDM om å identifisere, kvantifisere og vurdere risiko knyttet til gjennomføring av flygninger på bakgrunn av avvik mellom praksis og standardiserte operasjonsprosedyrer.

FDM er statistikkbasert og innsamlede data lagres kontinuerlig i databaser og analyseres i etterkant av flygninger for å identifisere konkrete situasjoner hvor luftfartøyet er fløyet på en måte som overskrider bestemte verdier, samt avdekke eventuelle uheldige trender i måten det flys på. Hvis FDM-parametere overskrider forhåndsdefinerte verdier, vil det føre til en eller annen form for oppfølging fra analyseorganisasjonen og/eller flyselskapet, avhengig av alvorlighetsgraden. Utgangspunktet for analysen av FDM er tre nivåer av alvorlighet som er definert på forhånd av flyselskapene. Nivåene og verdiene som settes, vil kunne variere fra selskap til selskap, men Nivå 3 er alltid en alvorlig hendelse, noe som innebærer brudd på én eller flere prosedyrer. Nivå 1 er mindre avvik, for eksempel bevegelse på bakken som er noe høyere enn ønsket.

Gjennom helikoptersikkerhetsstudiene som SINTEF utfører for Offshore Norge, er analyse av FDM-data relatert til helikoptersikkerheten offshore tema. Et eksempel herfra (Nivå 1) er identifisering av en uønsket trend for helikoptre under avgang, nærmere bestemt en lav nesestilling 20 grader under horisonten. Denne trenden ble tatt tak i før den eventuelt fikk lov til å eskalere. Helikopteroperatørene poengterer at FDM er et veldig nyttig verktøy for å være i stand til å stoppe negative trender på et tidlig tidspunkt.

Proessen for hvordan FDM-analyser følges opp internt varierer noe fra selskap til selskap. Når piloter involveres direkte, som oftest i Nivå 3-hendelser, er det strenge regler og prosedyrer knyttet til sensitiv informasjon og personvern. FDM-data skal heller ikke anvendes til å straffe enkeltpiloter i ettertid eller overlates til andre aktører. Oppfølging basert på analyse av FDM-data skal kun gjøres i læringsøyemed.

Bruken av FDM-data i luftfart er i utgangspunktet en reaktiv tilnærming til sikkerhet gjennom å identifisere og følge opp ovenfor besetningsmedlemmer uønskede hendelser hvor det er registrert et betydelig avvik fra nevnte forhåndsdefinerte sensorverdier. Samtidig innebærer analyse av FDM-data også en proaktiv tilnærming til flysikkerheten gjennom å innføre tiltak ved uønskede trender hvor fokus er å lære fra hendelsene, noe som innebærer å ikke peke på enkeltindivider og fordele skyld.



## 2.1.2 Health and Usage Monitoring System (HUMS)

Health and Usage Monitoring System (HUMS) er et system for overvåkning av et helikopters tekniske tilstand. HUMS registrerer kritisk system- og komponentstatus, basert på forskjellige sensorer i helikopteret for å oppdage og dermed håndtere feil på et så tidlig stadium som mulig. HUMS overvåker per i dag primært vibrasjon i sentrale bevegelige deler, for eksempel girkasse, vifter og rotorsystemer, og koblet til den operasjonelle konteksten, er tanken at teknikere skal kunne identifisere og analysere trender for å utføre proaktivt vedlikehold.

Nedlastning og analyse av HUMS-data utføres av helikopteroperatørene etter hver flyging. Rett etter landing overfører en tekniker HUMS-flashminnet fra helikopteret til en PC, og foretar en rask vurdering av HUMS-informasjonen med det formål å identifisere eventuelle overskridelser knyttet til ulike tekniske parametere. Å oppdage trender krever imidlertid mer dyptgående dataanalyser, noe som enten kan utføres av in-house ressurser, eller datamaterialet sendes til en ekstern spesialist (som f.eks. leverandøren).

Hyppigheten av nedlasting og analyse av HUMS-data har gradvis økt etter hvert som systemet har modnet og man har innsett – basert på hendelser og ulykker – at det kan være betydelige sikkerhetsgevinster ved tidlig deteksjon. I begynnelsen ble HUMS-data sjekket sporadisk, før frekvensen økte til daglig, og videre til dagens praksis med sjekk mellom hver flytur. Det utvikles nå teknologi og prosedyrer for "live HUMS", dvs. kontinuerlig, sanntids overvåkning og analyse av helikopterets vitale systemer. Dette er imidlertid fortsatt ikke implementert. Ved en eventuell direkte varsling til mannskapet skal systemet være veldig pålitelig slik at det ikke resulterer i unødvendige nødlandinger, returflygninger eller usikkerhet på grunn av falske advarsler.

Det er nylig innført en praksis med uavhengig inspeksjon av HUMS-data, noe som innebærer at to helikopterteknikere ser på HUMS-informasjonen uavhengig av hverandre.

HUMS-konseptet og -teknologien er i kontinuerlig utvikling, og det blir gradvis mer intuitivt å bruke og lettere å forstå. HUMS anses som et særdeles viktig system på helikoptre, og det er bred enighet om at systemet har bidratt til å avverge ulykker og redde liv.

## 2.1.3 Mulig relevans for petroleumsnæringen

De to systemene for datainnsamling og -analyse beskrevet ovenfor (FDM og HUMS) er forskjellige og har sitt utgangspunkt i ulike behov, men de har likevel en del fellestrekk. Dette kan ha overføringsverdi til andre domener for datainnhenting, f.eks. innenfor petroleum.

1. Systemene har fokus på **tidlig deteksjon** og varsling av hendelser og negative trender. Likevel er systemene *ikke tidskritiske*, siden deteksjon i sanntid ikke er nødvendig. Systemene skal fange opp trender som utvikler seg over tid, og er rigget deretter.
2. Systemene produserer store mengder data, og krever **dedikerte analyseverktøy** som evner å a) abstrahere data til informasjon, og b) presentere informasjonen på en oversiktlig og tilgjengelig måte som gjør den egnet til å støtte beslutninger. Her spiller HMI-aspekter en rolle.
3. Systemene har definerte grenseverdier for parameterne som måles, dvs. **faste kriterier** for overskridelse av nivå eller trend. Disse kriteriene er selvsagt justerbare om nødvendig.
4. FDM- og HUMS-data behandles av **dedikerte analyseorganisasjoner** med spesialkompetanse på analyse av denne typen data. Disse mottar gjerne data fra flere deler av et selskap, eller fra flere selskaper samtidig, noe som gjør at de får mye erfaring og autoritet på området. Innenfor petroleum

kan dette ha sin parallell i overvåkningscentre på land som for eksempel samler inn ventildata fra flere innretninger og behandler og sammenligner disse.

5. Systemene er under **kontinuerlig utvikling** med bedre sensorer, smartere datainnhenting og -behandling, optimalisering av presentasjon (HMI), beslutningsstøtte m.m. Systemene er godt etablerte og anses som svært nyttige til sitt bruk.

## 2.2 Selvkjørende biler, PAS 1882:2021

PAS 1882 [13] er en retningslinje for innsamling, tolkning, kvalitetssikring, lagring og deling av informasjon i forbindelse med utprøving av selvkjørende kjøretøyer i Storbritannia. Datagrunnlaget fokuserer på undersøkelse av hendelser med kjøretøyer og spesielt de avanserte funksjonene og automatiseringen som finnes i moderne biler. I så måte ligner dette mye på de «svarte boksene» som finnes i moderne fly. Det stilles krav til hvilken informasjon som skal samles inn, herunder også krav til informasjon som ikke brukes direkte for operasjon av kjøretøyet. Det er ingen spesifikke krav til dataformat bortsett fra at det skal være kjent og dokumentert.

Uten felles dataformat vil det være arbeidskrevende å samle inn data, da en kan risikere å måtte lage et system for å tolke data for hver enkelt kjøretøytype. Denne type systemer og standarder egner seg derfor dårlig for automatisk rapportering.

## 2.3 Annen relevant kartlegging

### 2.3.1 Artificial intelligence act (forordning om kunstig intelligens)

Artificial Intelligence act [14] foreligger per i dag som et utkast til et europeisk lovverk for å regulere AI og bruk av AI. Hensikten med lovutkastet er å etablere et juridisk fundament for utvikling og bruk av AI, slik at rammevilkårene og lovene vil være forutsigbare for brukere og utviklere av AI-teknologi. AI kan forbedre EU-sonen på flere områder; økonomisk, sosialt, demokratisk og sikkerhetsmessig, men kan også føre til større økonomisk ulikhet, sosial ekskludering, polarisering og økt press mot personvernprinsippene. Forordningen har derfor som formål å regulere utvikling og bruk av AI for å begrense mulige negative effekter, uten å forhindre vekst og utvikling av AI-teknologi og AI-basert innovasjon. Mer spesifikt lister lovutkastet opp fire styrende mål [14] (side 3):

1. sikre at AI-systemer tilbuds og brukt i EU-markedet er trygge og i henhold til eksisterende lovverk for fundamentale rettigheter og EU sine verdier;
2. sikre juridisk trygghet og forutsigbarhet for å bidra til investering og innovasjon i AI;
3. forsterke styring og effektiv håndhevelse av eksisterende lovverk for fundamentale rettigheter og sikkerhetskrav relevant for bruk av AI-systemer;
4. bidra til utviklingen av EUs «single market» for lovlydig, trygg og pålitelig AI-anvendelse og forhindre markedsfragmentering.

For å oppnå dette definerer lovutkastet to sentrale konsepter: hvilke systemer som er AI-systemer (D1), og hvilke AI-systemer som betegnes som sikkerhetskritiske (D2). For et IT-/OT-system som ikke er dekket av definisjonen av et AI-system, vil dette lovutkastet ikke være relevant. Og motsatt – hvis systemet er dekket av definisjonen, vil lovutkastets lover og regler være styrende for systemet. Videre vil AI-systemer som i seg selv utgjør, eller er en vesentlig del av, en sikkerhetskritisk funksjon være regulert av et større og strengere

sett av regler enn andre AI-systemer. Definisjonen av AI-systemer i AI Act, samt definisjonen av "high-risk" AI-systemer er beskrevet under.

### 2.3.1.1 AI-systemer (D1)

AI-systemer er definert som systemer som er implementert med teknikker listet i [15], Annex I. Dette innbefatter tre kategorier med teknikker:

1. Programvare som er implementert med ML-teknikker (der man hovedsakelig genererer en modell basert på data). Der listes alle typer ML; supervised, unsupervised og reinforcement learning.
2. Logikk- og kunnskapsbaserte metoder, inkludert kunnskapsrepresentasjon, induktiv logikk-programmering, kunnskapsbaser, inferens og deduktive motorer, symbolsk resonnering og ekspert-systemer.
3. Statistiske metoder, Bayesiansk estimering, søk og optimeringsmetoder.

Vi observerer at kategorien, spesielt 2. og 3. kan inkludere mange tradisjonelle systemer dersom en legger en bred tolkning av definisjonen til grunn. Eksempelvis er søketeknikker typisk en del av veldig mange moderne IT-systemer, og OT-systemer er i stor grad basert på logikk.

Utkastet er laget for å dekke AI, men bruker definisjoner av AI som favner meget vidt, slik at også ren logikk og estimatorer for eksempel i form av PLS kode og MPC løsninger synes å falle innenfor.

### 2.3.1.2 Sikkerhetskritiske systemer (D2)

AI Act definerer en egen gruppe AI-systemer som klassifiseres som "high-risk", og som pålegges strengere krav enn øvrige AI-systemer. Følgende AI-systemer blir vurdert som "high-risk":

- AI-systemer, eller systemer med AI-komponenter som utgjør en del av en sikkerhetsfunksjon der systemet allerede har krav om tredjeparts verifikasjon, og der anvendelsesområdet er regulert av ett av lovverkene listet opp i Annex II, [15]
- Det listes også opp ulike anvendelsesområder av AI-systemer i Annex III, [15], som utgjør high-risk AI-systemer.

Basert på det første punktet (og de vide AI-definisjonene) kan det se ut som at mange OT-systemer (gamle som nye) vil havne i kategorien "High-risk AI-system", ettersom de inneholder funksjonalitet som bidrar til å ivareta sikkerhet. Dette vil i så fall utløse diverse krav, hvor enkelte vil være mer krevende å oppfylle enn andre. Krav knyttet til risikostyring, testing, dokumentasjon og logging vil trolig kunne innfris relativt enkelt for OT-systemer i petroleumsnæringen basert på allerede etablert praksis, men det er også krav som vil kunne føre til vesentlig merarbeid. Blant annet må leverandørene registrere systemene i EUs database for "high-risk AI systems" og tilrettelegge for "conformity assessments" fra relevante myndigheter.

Problemstillinger knyttet til personvern har tradisjonelt ikke vært veldig relevante for OT-systemer i petroleumsindustrien, men vil fort kunne bli viktige når systemer brukes til å samle og sammenstille informasjon om enkeltpersoner (operatører).

### 2.3.2 Deling av industridata

I rapporten «Deling av industridata» [16] har en ekspertgruppe vurdert og gitt anbefalinger knyttet til juridiske, tekniske og forretningsmessige forhold rundt datadeling mellom næringslivsaktører i Norge, og forsøkt å peke på hvilken praksis som fremmer eller hindrer deling av, og verdiskaping med data. I rapporten beskrives industridata som «data fra sensorer og kontrollsystemer i produksjonen, vedlikeholds- og arbeidsplanleggingssystemer og utstyrsinformasjon». Ekspertgruppen for datadeling i næringslivet beskrev i sin rapport fra 2020 et skille mellom utveksling og deling av data [17] «*man skiller mellom utveksling og deling av data – eller primær og sekundær bruk av data – der utveksling som regel er drevet av et konkret behov for å forbedre eksisterende forretningsprosesser (primær bruk), mens deling av data ikke nødvendigvis har et konkret behov som bakgrunn, men en ambisjon om at tilgang til felles dataressurser muliggjør nye forretningsprosesser og -modeller. Disse er ofte drevet av muligheter innen kunstig intelligens og maskinlæring (sekundær bruk) og at ny kunnskap som er direkte relevant for den enkelte virksomhet kan skapes på basis av analyser av aggregert informasjon*».

I rapporten [16] skiller det mellom ulike scenarioer for deling:

Scenario 0: Intern deling i egen virksomhet

Scenario 1: Deling av data mellom to virksomheter

Scenario 2: Deling av data med leverandør av databaserte tjenester

Scenario 3: Utveksling av data i en felles arkitektur

Scenario 4: Deling av data mellom flere virksomheter på en felles dataplattform

Scenario 5: Deling av data på en felles dataplattform med datatjenester

De ulike scenarioene er illustrert med eksempler og det pekes på viktige aspekter og utfordringer som må hensyntas i de ulike tilfellene.

Rapporten beskriver også utvikling av nye markeder og tjenester som viktige insentiver for å dele data, men påpeker samtidig at det er liten grunn til å tro at eksisterende aktører i markedet vil dele data fra egen virksomhet i håp om å etablere nye markedsmuligheter. Til det er risikoen for at en konkurrent stjeler deres markedsandel for stor [16].

Videre beskriver rapporten teknologier og arkitekturer for datadeling. Deling av data er utfordrende, selv internt i en organisasjon. Dette skyldes som regel manglende standardisering, samt sikkerhetstiltak som hindrer effektiv datadeling. For bore- og operatørselskaper øker denne kompleksiteten ytterligere på grunn av at flere aktører er involvert gjennom hele livssyklusen. Det fins flere initiativer som jobber for økt standardisering og deling av data, hvorav noen er kort beskrevet under.

### 2.3.3 Initiativer for deling av data

**FAIR** (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) som prinsipp ble opprinnelig foreslått i 2016 av en gruppe forskere som kom med anbefalinger og retningslinjer i forbindelse med deling av forskningsdata. Utgangspunktet var at forskningsdata må være av en kvalitet som gjør det mulig å gjenfinne og gjenbruke dem, det vil si at de må lagres med et standardisert filformat og være utstyrt med metadata.

«**European Data Spaces**» er forankret i EU-kommisjonens strategi for data, som ett av flere sentrale tiltak for europeisk dataøkonomi. EU-kommisjonen har definert ni ulike sektorer hvor det skal opprettes

europiske «datarom»: Helse, Industri og vareproduksjon, Landbruk, Finans, Mobilitet, Det grønne skiftet, Energi, Offentlig sektor og Forskning og utdanning [16].

**The Open Group OSDU Data Platform** startet som et samarbeid mellom sentrale petroleumsselskap (Shell, Chevron, Equinor, ConocoPhillips, BP og Total) i 2018, basert på en felles forståelse om at den pågående energitransformasjonen krever samhandling og åpenhet for å lykkes. OSDU har til hensikt å utvikle en standardisert dataplattform basert på åpen kildekode, hvor data separeres fra applikasjonene og tilgjengeliggjøres gjennom standardiserte grensesnitt [16].

**Industri 4.0.** Tyskland har drevet intensivt utviklingsarbeid i mange år og er verdensledende på å integrere individuelle systemløsninger gjennom sitt Platform Industri 4.0-initiativ. Visjonen til Platform Industri 4.0 omfatter en massiv digitaliseringsprosess hvor alle objekter i den virkelige verden representeres digitalt. I Industri 4.0 er denne digitale representasjonen av et objekt kjent som Asset Administration Shell (AAS). AAS gir en unik identifikator for hvert enkelt objekt og representerer et generelt grensesnitt for å få tilgang til informasjonen og funksjonene til objektet. På denne måten vil grensen mellom den fysiske og den digitale verden blir mer og mer utydelig og sammenflettet. Objekter blir «intelligente» og kan kommunisere og samhandle med annet utstyr og andre prosesser og bidra til interoperabilitet i verdikjeden. Med disse standardiserte og intelligente objektene vil det også bli enklere å automatisere rapportering fordi en med entydige definisjoner av både utstyr og egenskaper, enklere kan sammenstille data uten å måtte tenke på om de har riktig format eller om data fra ulike kilder faktisk representerer samme type utstyr/egenskap. Standardiserte AAS objekter og tilhørende sub-modeller betyr dessuten at en på forhånd har definert og blitt enige om hvilke dataelementer spesifikke brukergrupper eller fag har behov for, noe som begrenser, eller til og med eliminerer, behovet for å søke manuelt i ulike datakilder siden en AAS da kan representere en entydig sannhetskilde (eng: "single source of truth"). Det vil også bli enklere å hente ut data fra systemene fordi de standardiserte utvekslingsformatene gjør at man enkelt kan samhandle med dem.

### 2.3.4 Eierskap til data

I rapporten «Deling av industridata» [16] er det også gjort vurderinger rundt eierskap til data og juridiske spørsmål. Ofte er usikkerheten rundt eierskap til data en hindring for datadeling, og da spesielt knyttet til:

- Grenser for bruk av data
- Økonomisk fortjeneste som følge av bruk av data
- Ansvar ved ulovlig bruk, feil i data osv.

Oppsummert sier rapporten følgende om dagens lovverk [16]:

*«Per i dag finnes det ikke et lovverk som gir noen form for eiendomsrett til data. Når data forstås som informasjon i vid forstand, er forutsetningen i norsk rett at ingen kan eie informasjon eller kunnskap. Lovverket har likevel regler som kan ha betydning for deling av data. Grunnlaget for deling av data håndteres gjennom en avtale og den juridiske usikkerheten må håndteres gjennom vilkår i avtalen som regulerer deling, for eksempel en datalicens. Lovgivningen inneholder regler som setter rammene for avtalen, og til dels begrenser avtalefriheten, men den gir ingen rettslige posisjoner som samsvarer med en forventning om eierskap.*

*Et initiativ fra EU-kommisjonen som foreløpig er på forslagsstadiet er arbeidet med en europeisk Data Act. I stedetfor å gi eierrettigheter eller eksklusive rettigheter til dataprodusenter eller tilbydere av databaserte tjenester, er det et sentralt grep i Data Act at brukerne av databaserte tjenester får en lovfestet rett til tilgang*

*til data som er samlet inn fra og om dem selv, herunder industridata som samles inn gjennom sensorer. Brukerne, både forbrukere og næringsdrivende, får også disposisjonsrett over disse dataene. Dersom Data Act blir vedtatt og gjennomført i EØS og dermed i Norge, forutsetter den at deling av data reguleres i kontrakter/lisenser, men at avtalene må respektere og oppfylle kravene i Data Act».*

## 2.4 Digital tvilling

En "digital tvilling" er typisk definert som en digital eller virtuell kopi av et fysisk objekt. Utgangspunktet kan være en 3D-modell av objektet. For objekter som allerede eksisterer i et operasjonelt miljø er gjerne tvillingen koblet opp mot sensorer på det fysiske objektet, slik at endringer i det fysiske objektet speiles/gjengis fortløpende i tvillingen. For at representasjonen skal bli realistisk, trenger man gjerne at prosesser i objektet simuleres, slik at hele tvillingen "oppfører" seg som det fysiske objektet.

**Eksempel:** En digital tvilling av en fabrikk kan ha en 3D-modell av en tank og rør som går inn til tanken. Det kan være sensorer på rørene som måler hvor mye væske som strømmer gjennom dem, mens en simulering av prosessen gjengir nivået og blandingsforholdet til væsker i tanken, selv om dette ikke blir målt direkte.

Digitale tvillinger kan brukes til overvåkning, til å gjengi tidligere hendelser, til å teste ut fremtidige scenarioer både i design og prosess-styring, og til kontroll av det fysiske objektet. I eksempelet over kan historiske data bli brukt til å bestemme levetiden til ventiler som styrer væskestrøm i rørene, simuleringer kan optimalisere bruken av tanken på fabrikk og tanknivået kan overvåkes slik at tanken ikke renner over, selv om det ikke finnes direkte måling av tanknivået.

På plattformen Johan Sverdrup er det betydelig bruk av digital tvilling. Under bygging ble en 3D-modell av plattformen brukt sammen med AR-teknologi for å kontrollere at den fysiske plattformen var i samsvar med tegningene. I driftsfasen er det etablert koblinger mellom (virkelige) sensorer og plattformens digitale tvilling, slik at den "oppkoblede" tvillingen kan bidra til å skape situasjonsforståelse og optimalisere produksjonen.

### 2.4.1 Digital tvilling i boring

Digital tvilling-konseptet overlapper med en lang tradisjon i oljebransjen for å bruke modeller og simuleringsverktøy i beslutningsstøtte og for å skape situasjonsforståelse. Et eksempel på dette er bruk av boresimulatorer for å trene på boreoperasjoner, eller boresimulatorer som er koblet opp mot sanntidsdata for å speile boreoperasjonen i sanntid og gi varsel om utfordringer fortløpende. Lignende teknologi kobles inn for varierende grad av automatisering av boreoperasjonen.

Ved bruk av simulatorer blir boreoperasjonen i stor grad forstått gjennom modellering, og det samme gjelder reservoaret, som blir forstått gjennom reservoarmodellering og 3D-visualisering. Automatisering og styring fra land er trender som forsterker dette, når bore-laget møter brønn-operasjonen og samhandler gjennom et brukergrensesnitt der modellen er integrert. Slike simulatorer og automatiseringssystem er i seg selv kilde til rapporter. Det kan være lister over uønskede hendelser eller tidspunkt der kontrollsystemet har utført en korleksjon.

Etter en uønsket hendelse vil det være gunstig å kunne "spille av" hendelsen på nytt. Dette krever ikke bare at rådata fra sensorer er lagret, men at initialiseringen eller tilstanden til modellene er tatt vare på, i tillegg

til den gjeldende programvareversjonen da hendelsen fant sted. En slik avspilling vil kunne avklare om tidlige varsel ble oversett eller om det var mangler i situasjonsbildet som ble presentert til boreren.

Den digitale tvillingen bidrar på denne måten med en viss kontekst til sensordataene, samtidig som boreren, som jobber i tvillingen i det daglige, vil finne det lett å referere tilbake til tvillingen for å bidra med sin kontekstualisering av hendelser. For eksempel som “etter at vi fikk varsel X i system Y i tvillingen, sammenholdt vi trykkdata i skjermbilde Z med ... som indikerte at...”. I noen systemer er det funksjonalitet for at boreren kommenterer operasjonen underveis, gjerne som et grunnlag for senere borerapport.

Til sammen peker utviklingen innen digitale tvillinger og beslutningsstøtte og automatisering i boring mot at fremtidens “borerapport” kan gå fra å være et papirdokument til å være en kommentert avspilling av den digitale tvillingen. Dette skaper noen utfordringer:

- Proprietære modeller skaper et gap mellom den kommenterte avspillingen som er tilgjengelig for læring internt og innholdet i den lovpålagte rapporten. Analyse av sensor-data og læring kan bli vanskeliggjort av dette.
- Dagens system for beslutningsstøtte og automatisert styring inneholder til en viss grad proprietære data som ikke blir lagret hos operatørselskapet, for eksempel væskedata. Dette vanskeliggjør korrekt avspilling i etterkant.

Kontekstualisering er en utfordring når boreoperasjoner blir stadig mer automatiserte. Det er derfor viktig at alle muligheter boreren har til å kontekstualisere operasjonen underveis blir tatt vare på og at koblingen mellom rådata, simulering og forklaring som blir gitt der og da, ikke går tapt "på veien" mot en borerapport. Dette kan være så konkret som at en kommentar tagges mot et bestemt tidsrom for en bestemt variabel i datastrømmen, eller et bestemt varsel fra simulatoren.

## 2.4.2 Digital tvilling i andre anvendelser

I forbindelse med regulering er dynamiske modeller av responsen til anlegget ofte i bruk. Dette er enten som en del av regulatoren eller for å teste ut om regulering og struktur vil virke optimalt før en tester det i anlegget. Her er det vanligvis ikke brukt 3D-modeller som del av brukergrensesnittet, men spesialisert HMI eller tidsplott, helt avhengig av om det er en spesialist som skal justere reguleringen, eller en operatør som skal overvåke oppførselen.

Noen eksempler på denne type tvillinger kan være:

- Modell Prediktiv Regulering (MPC) benytter modeller til å forutse hvordan anlegget vil oppføre seg i fremtiden og justere pådragene slik at en kommer nærmest mulig ønsket målsetning/settpunkt.
- Dynamisk Posisjonering og autopiloter for båter og plattformer benytter kompliserte modeller for å tilpasse propellkraft og tolke de mange målingene slik at en får ønsket oppførsel.
- Dynamisk simulator for uttesting av prosessanlegg og reguleringen av disse
- Regulering av flerfasestrømning i stigerør.
- Trykbalansert boring (MPD).

Det er sjelden begrepet digital tvilling brukes om disse anvendelsene, og det kan også diskuteres hvorvidt disse aspirerer til tittelen, men de representerer uansett digitale etterligninger av oppførselen til fysiske anlegg.

### 3 Casestudier

Bruk av case har vært en sentral del av oppdraget, og valgte case har definert kontekst for diskusjoner/intervju med relevante aktører knyttet til de respektive casene. Følgende case ble valgt for å belyse viktige temaer knyttet til automatisert rapportering av feil og hendelser i automatiserte systemer i petroleumsindustrien:

- Case 1: Automatiserte boresystemer
- Case 2: Kritiske sikkerhetssystemer (topside)

De to casestudiene er beskrevet i mer detalj i henholdsvis kapittel 3.2 og 3.3. Som en introduksjon til dette er imidlertid systemer for logging av data først diskutert.

#### 3.1 Logging av data

For å få en forståelse av hvordan rapportering av barrieredata kan automatiseres, er det viktig å kartlegge hvor ulik informasjon befinner seg per i dag og hvilken informasjon som faktisk samles inn.

Generelt blir store mengder data automatisk samlet inn, eksempelvis fra SAS, IMS, og fra tilstands- overvåkningssystemer, og med eventuell manuell prosessering i etterkant ved behov. Registrering av feildata mot vedlikeholdssystemet (og til en viss grad mot avviks-/hendelsesrapporteringssystem) foregår per i dag hovedsakelig manuelt, men en jobber med å få også dette mer automatisert.

##### 3.1.1 Systemer for logging av sanntidsdata

Forskjellige løsninger/funksjoner for logging av sanntidsdata i industrielle kontrollsystemer (OT-systemer) har eksistert lenge. Opprinnelig fungerte disse løsningene primært som utviklings- og granskingsverktøy, og frembrakte i mindre grad data i et format som uten videre kunne benyttes til rapportering og læring. Etter hvert har slik sanntidslogging bidratt med et mer og mer verdifullt datagrunnlag som kan brukes til automatisert rapportering, og vi tar for oss noen eksempler fra petroleumsindustrien hvor sanntidsdata blir brukt til mer enn bare kontroll og visualisering av status for pågående prosesser, både relatert til topside og boring.

##### Safety and automation system (SAS)

SAS er designet for å utføre overvåkning, operasjonell kontroll, beskyttelse, databeregning og driftsanalyse av innretningens prosess. SAS inkluderer, i tillegg til kontroll og sikkerhetssystemene, også operatørstasjoner, HMI, nettverkskomponenter, hardware- og softwaregrensesnitt, kommunikasjonsenheter og protokoller m.m. SAS samler dessuten inn data, for eksempel prosess-parametere, tidsserier, kommandoer, gangtider, hendelser, alarmer, osv.

##### Tilstandsovervåkningssystem

Systemer for tilstandsovervåkning samler kontinuerlig inn data om tilstand på utstyr så som vibrasjon og temperatur. Basert på grenseverdier, genererer dataene alarmer ved degradert tilstand av utstyr og bidrar som underlag for beslutninger om nødvendig vedlikehold av utstyr. Eksempler er egne tilstands- overvåkningssystem for boring, eller systemer med formål å avdekke utviklende feiltilstander for sikkerhetskritiske ventiler topside. Mange av selskapene har gjerne et felles grensesnitt mot flere ulike undersystemer for å unngå å måtte gå inn på hvert enkelt ekspertsystem. Dette grensesnittet henter data



fra ulike undersystemer, f.eks. lukketider, moment på aktuatorer, osv.). Ofte vil et slikt grensesnitt gi informasjon om at «noe har skjedd», men kanskje det må graves dypere ned i ekspertsystemene for mer utfyllende informasjon om hva og hvorfor. Noen selskap har også egne operasjonssenter for spesifikke disipliner.

### **Information management system (IMS)**

IMS refererer til system som forenkler integrasjon, prosessering, organisering og presentasjon av data fra ulike systemer, inkludert SAS, tilstandsovervåkningssystemer etc. Omfanget og grensene for IMS-systemet varierer mellom operatørselskapene, i noen tilfeller tilsvarer IMS en database, mens den i andre tilfeller kan inneholde både en database og ulike relevante applikasjoner.

**Well integrity management system (WIMS)** er en programvareapplikasjon for datainnsamling, håndtering og rapportering av brønnintegritet, som muliggjør en enhetlig og strukturert tilnærming for å beskrive status og håndtering av brønnintegritetsproblemer gjennom hele produksjonsfasen av en brønn. WIMS henter og presenterer data fra automatiske og manuelle sensoravlesninger for brønnen, f.eks. automatiske A- og B-annulus trykkavlesninger og manuelle C-annulus trykkavlesninger.

### **Drilling recorders**

Noen leverandører tilbyr løsninger som logger alle tidsseriedata, kommandoer, operasjoner, skjermbilder og alarmer under boreoperasjonen. Alle operasjoner nummereres da med en tag. Ved å logge alt fra operatørinput til operasjonelle karakteristikk, kan hele boreprosessen lagres og gjenskapes i etterkant. Enkelte systemer har også mulighet for å merke av spesifikke tidsstempel underveis i prosessen (ved å trykke på en knapp), slik at det er enkelt å finne tilbake til rett informasjon i ettertid. Når denne knappen trykkes, får man også mulighet til å legge inn en kort beskrivelse av problemet ved gitte tidspunkt. Det er verdt å merke seg at det normalt ikke fins noe systematisk oppfølging av hendelser som registreres i en slik "drilling recorder". Det vil sendes en epost til ansvarlig personell hver gang knappen trykkes, men det er ingen (kjente) formelle krav til oppfølging av denne.

Data fra drilling recorder brukes aktivt i granskinger, samt mindre forbedringer og optimalisering. Et eksempel som ble tatt frem i intervju, var en situasjon med en mud bucket som ikke oppførte seg som forventet, og det kunne da avdekkes ved hjelp av drilling recorder at det i dette tilfellet var en funksjon som var aktivert, men som ikke skulle vært det. Det ble påpekt at systemet ikke brukes for å fordele skyld, men for aktiv forbedring og optimalisering, samt årsaksanalyse.

Operasjoner som tripping og boring logges kontinuerlig, vanligvis av flere leverandører, og en følger med på om det skjer endringer i operasjonen. Dette brukes også for optimalisering, men det er et overordnet inntrykk av at det fins ytterligere potensial for å utnytte dette datamaterialet på en mer systematisk måte.

## **3.1.2 Manuelle systemer for logging og presentasjon av data**

Operatørselskapene har mange ulike kilder for å samle inn og presentere barrieredata (feil, hendelser, status osv.). I tillegg til systemene for logging av sanntidsdata beskrevet i forrige delkapittel, ble følgende nevnt som hovedkilder for innsamling og presentasjon av feil- og hendelsesdata:

### **Computerized maintenance management system (CMMS)**

Operatørselskaper rapporterer, klassifiserer og dokumenterer tilstand og feil på utstyr avdekket under drift, testing og vedlikehold, i et databasert vedlikeholdssystem (CMMS). Hver observasjon lagres normalt som en

notifikasjon og en tilhørende arbeidsordre knyttet til tag på utstyret. CMMS inneholder også all vedlikeholds-historikk og er derfor et svært viktig system for manuell uthenting av pålitelighetsdata (blant annet til RNNP).

### Avviks-/hendelsesrapporteringssystem

Hendelser som omhandler HMS&K rapporteres typisk i hendelsesrapporteringssystemer. Registrering av hendelser gjøres typisk ved innlogging på PC, men det er ofte også mulig å rapportere på smarttelefon. Ved innmelding av hendelse/avvik registreres som regel tid og sted, samt en beskrivelse av hendelsen. Det vil også være mulighet for å legge ved bilder og andre vedlegg.

Både kvalitets- og sikkerhetshendelser registreres i slike programmer. Dette inkluderer også nedetid. Det skilles dessuten ofte mellom administrative og prosessrelaterte hendelser. Ikke alle hendelser ligger åpent for alle. Noen hendelser må man ha spesiell tillatelse eller tilhøre en spesifikk del av organisasjonen for å se. Ifølge noen av informantene er de viktigste HMS-relaterte hendelsene åpne, og innenfor boring fins det mekanismer for deling med riggselskaper som har kontrakt for operatørselskapet, men det er uklart hvorvidt dette gjelder for bransjen som helhet.

Slike avviks-/hendelsesrapporteringssystem er upresise i den forstand at hendelser sjelden er gitt på tag-nivå, så dette blir gjerne en tilleggskilde. En annen utfordring med slike system er at det ofte blir svært store mengder informasjon som i liten grad er tilstrekkelig kritikalitetsvurdert og klassifisert til fullt ut å dra nytte av dataene (selv om det normalt også registreres mulig og faktisk konsekvens av en hendelse i form av personskade, fraværsskade, brann, utslipp til miljø, økonomisk tap etc.).

### Skiftlogg

I skiftloggen noteres hendelser, arbeid som er utført og avtaler som er gjort i løpet av skiftet for enkel informasjonsoverføring til påtroppende skift.

**Barrierepanel** er ikke en datakilde eller et system for logging av data i seg selv, men snarere en sammenstilling for presentasjon av barrieredata fra ulike kilder i et felles brukergrensesnitt. I noen tilfeller inneholder barrierepanel kun informasjon om notifikasjoner / åpne arbeidsordre for sikkerhetskritisk utstyr, mens mer avanserte panel også kan inkludere data om ikke-gjennomført eller forsinka vedlikehold/testing, data fra SAS / IMS i form av for eksempel overbroinger, utkoblinger, andre svekkelser, resultat fra automatiske shutdown-rapporter, hendelsesdata fra Synergi, relevante avvik, og informasjon knyttet til status på spesifiserte kurs som personell ute på innretningen skal ha gjennomført eller fornyet.

## 3.2 Case 1: Automatiserte boresystemer

Basert på forstudien fra 2021 [1] er inntrykket at selv om det i dag samles og logges store mengder data fra automatiserte boresystemer (fra sensorer, pådrag, etc.), er det relativt lite av denne datamengden som brukes/utnyttes til læring og forbedring. De fleste hendelser detekteres, håndteres og rapporteres basert på menneskelig tolkning av sensorverdier, alarmer og andre observasjoner, og denne tolkningen skaper betydelig variasjon i hva som rapporteres og hvordan hendelser klassifiseres og håndteres. Deling av data er også utpekt som en generell utfordring, både når det gjelder format og tilgang. Med utgangspunkt i dette søker case 1 å belyse følgende spørsmål:

- I hvilken grad er nødvendige data allerede lett tilgjengelig via eksisterende verktøy, og hva må eventuelt samles inn i tillegg?
- I hvilken grad finnes dataene på et standardisert format og med en taksonomi som gjør at de enkelt kan brukes videre på tvers av aktører og systemer?

- Hvilke metoder og verktøy kan/bør anvendes for automatisk deteksjon av hendelser? (algoritmer, modeller, terskelverdier, utløsermekanismer, etc.)
- Hvordan velger en ut hvilke data og hvilken informasjon som er relevant og viktig for en gitt detektert hendelse?
- Hvordan bør hendelsesdata bearbejdes for å sikre læring og forbedring av prosesser og teknologi?
- Er det noen typer hendelser som er spesielt egnet eller uegnet for automatisert rapportering?
- Hva slags rapportering er å anse som relativt lett å automatisere for å fremme læring og forbedring?

### 3.2.1 Dagens løsninger

I intervju med relevante aktører innen boring kom det frem at det meste av data fra automasjonssystemene logges, og at slik logging gjerne omtales som "drilling recorder" (analogt med "flight recorder", engelsk for "ferdsskriver"). Systemene med slik logging har til sammen tusenvis av "tags" (parametere, sensorverdier og pådragsverdier, operatørhandlinger, alarmer etc.), som logges med en tidsoppløsning på typisk 1-2 Hz. For enkelte systemer er det også en løsning hvor operatøren kan trykke på en knapp for å "markere" spesifikke hendelser i loggedataene for å kunne finne og følge dem opp i ettertid. Til tross for at slike logger utgjør en stor datamengde, er det jevnt over lite dokumentasjon om hva de forskjellige verdiene betyr, og flere av informantene kunne fortelle om tilfeller der en håndfull forskjellige tags representerte "variasjoner" av samme verdi (f.eks. fem forskjellige tags for kroklast).

Historisk har det vært lite fokus på at disse loggedataene skal brukes aktivt "i andre enden", og de vanligste verktøyene for logging er fortsatt litt utdaterte og møter ikke dagens behov. Loggingen har primært fungert som en "ferdsskriver" for å bidra med informasjon til gransking av hendelser, og det har derfor ikke vært betydelig behov/motivasjon for å legge til rette for effektiv bruk/utnyttelse av loggedatene. Det har også vært lite eller ingen informasjonsflyt på tvers av de forskjellige kontrollsystemene som brukes til boring, slik at datagrunnlaget som loggene leverer ofte er oppstykket og lite synkronisert.

For å maksimere utbyttet av loggedataene, og muliggjøre automatisert rapportering basert på disse, er det flere tekniske forutsetninger som må være på plass, blant annet standardisert format, god tidssynkronisering og effektive løsninger for deling, overføring og sammenstilling av data. Enda lenger frem i tid, med en mer velsmurt utnyttelse av sanntidslogger ser man for seg at dataene sendes til land hvor de blir kvernet med "ubegrenset" regnekraft slik at de kan brukes til blant annet optimalisering.

Av verktøy som gjør mer enn bare sanntidslogging nevnes enkelte "overordnede evalueringsverktøy", hvor man har gått ett steg videre i å ta inn data fra forskjellige systemer og sammenstille dette. Her kan man blant annet analysere hvordan operatørene bruker systemene (hvilke funksjoner og kontrollmoder som brukes, når er det "pause" i systemet, når og hvor ofte blir automatiske sikkerhetsfunksjoner koblet ut osv.). Slik overordnet overvåking genererer driftsdata i en mer fullstendig kontekst, og kan brukes til å identifisere adferd/handlinger som er ønskelige og ikke ønskelige, hvor bra forskjellige funksjoner fungerer, og hvilke aktiviteter som har mest forbedringspotensial. Dette er informasjon som kan brukes til kompetanseheving og systemforbedring, men det er foreløpig ikke funksjonalitet for automatisert rapportering knyttet til disse systemene. Mennesker klarer ikke å se små forbedringer/forbedringsmuligheter så tydelig, men kontrollsystemer og optimaliseringsalgoritmer kan lettere finne ut hvor det er mest å hente.

Det finnes i dag automatiserte systemer for styring av heisverk og kontroll av boreparametre, og disse innehar allerede mye av grunnlaget som trengs for automatisert rapportering av hendelser. Noe automatisert rapportering gjøres allerede i dag i slike systemer, i form av "intervensjonsstatistikk" som viser en oversikt over hvor ofte forskjellige uønskede situasjoner (f.eks. surge eller swab) har vært nær ved å

oppstå, hvorpå systemet har grepet inn (gjort en intervensjon) for å unngå uønsket hendelse. Disse intervensjonene meldes daglig inn til det ansvarlige operatørselskapet. En av leverandørene opplyste om at de hadde opp mot 300 registrerte intervensjoner i perioden januar til april 2021. Slik funksjonalitet for å generere intervensjonsstatistikk kan med fordel videreutvikles for å bidra til mer automatisert rapportering.

I intervju ble det påpekt at dagens automatiserte boresystemer burde hatt mer input-validering, for å unngå hendelser knyttet til feil inntasting og konfigurering av funksjoner. En betydelig andel av hendelsene som oppstår er knyttet til operatørfeil (f.eks. å angi "umulige" verktøykombinasjoner eller utstyrsdimensjoner) som systemene har gode forutsetninger for å detektere og avverge. Når unødvendige feil begås, er det like mye systemsvikt som operatørsvikt, så det bør generelt være vanskelig å begå feil.

Det er fortsatt slik at det meste av rapportering gjøres av mennesker, og hva som rapporteres og hvordan det rapporteres er stadig personavhengig og skiftavhengig. I den grad rapporter/oversikter blir automatisk generert i dag så blir disse gjerne manuelt evaluert og verifisert. Når det gjelder rapportering til Ptil så ble det i intervju nevnt at terskelen for rapportering er litt høy, og at det kanskje vil være nyttig (for Ptil) å legge til rette for rapportering av mindre alvorlige ting.

### 3.2.2 Morgendagens løsninger

Konkrete løsninger/initiativ som er i utviklingsfase eller ventes å komme har ikke blitt identifisert, men det ble i intervju diskutert generelle temaer som vil være viktige for fremtidige løsninger.

Wired pipe er teknologi som allerede er tilgjengelig, men som fortsatt er lite utbredt fordi utstyret er kostbart. Mer bruk av wired pipe vil gi mye bedre nedihullsdata til automatiserte systemer, og dermed legge til rette for bedre kontroll og (mer) automatisert rapportering. Etter hvert som wired pipe blir mindre kostbart og fordelene det medfører blir bedre utnyttet, er det sannsynlig at det blir mer utbredt enn det er i dag.

Et generelt ønske for flere aktører er å redusere vedlikeholdskostnader ved å unngå unødvendig vedlikehold av utstyr, og det ventes at bedre løsninger for tilstandsovervåking og automatisert rapportering kan bidra til større grad av tilstandsbasert vedlikehold og dermed mer lønnsom drift.

Når det gjelder rapportering generelt, er det viktig å skille mellom kvalitet og kvantitet. I industrielle kontrollsystemer har man allerede store utfordringer med såkalt alarmstøy, og det er viktig å unngå at automatisert rapportering skaper tilsvarende "rapportstøy". Generering av data er generelt verdifullt/ønskelig, men automatisert rapportering vil kreve gode løsninger for å skille mellom viktig og mindre viktig informasjon. Automatisk rapporterte hendelser må håndteres på en slik måte at kun de som er "tilstrekkelig viktige" legger beslag på menneskelige ressurser.

Det er generelt mye som kan detekteres automatisk, men det er krevende å implementere funksjonaliteten som trengs for å detektere en gitt type hendelse. En vanlig tilnærming er å prioritere hendelsene/problemene som opptrer hyppigst, mens sjeldnere problemer håndteres mer manuelt inntil de eventuelt blir omfattet av automatiske deteksjons- og rapporteringsfunksjoner. Slik prioritering har man også sett i utviklingen av mer automatiserte funksjoner for borekontroll, hvor man har fokusert på de forbedringene som gir mest avkastning i form av tidsbesparelse. På samme måte vil det for automatisert rapportering være naturlig å prioritere automatisert deteksjon og rapportering av (tilløp til) hendelser som over tid ventes å være mest kostbare.

### Samspill mellom mennesker og automatiserte (rapporterings-)systemer

Både automatiserte verktøy/funksjoner og mennesker har sine styrker og svakheter. Det vil ikke være realistisk å fjerne mennesker fra boreoperasjoner med det første, og best utnyttelse av (og læring fra) tilgjengelige data oppnås ved at mennesker og automatisering utfyller hverandre, både når det gjelder kontroll og rapportering. Automatiserte systemer kan generere store mengder presis informasjon om både normal drift og om hendelser, men har fortsatt begrenset evne til å tolke og dra slutninger, særlig når det gjelder "uvanlige" og sjeldne hendelser. Bedre utnyttelse av tilgjengelig informasjon fordrer at riktig ressurs (menneske eller automasjon) brukes til riktig problem/situasjon.

Mennesker har vanskelig for å motta og tolke/prosessere store informasjonsmengder, og det er derfor avgjørende å ha god visualisering/HMI for å gi operatørene god situasjonsforståelse. Det er mye mer informasjon tilgjengelig enn hva et menneske klarer å forholde seg til, så det som er viktig må siles ut. Gode dashbord er derfor viktige både for sanntidsdata og rapportert informasjon.

For at mennesker og automasjon skal kunne utfylle hverandre er det viktig at menneskene som bruker systemene har tilstrekkelig tillit til at ting fungerer som de skal, og at systemet er pålitelig, samt at de har en god forståelse av hvordan systemet fungerer. Slik tillit er krevende å bygge, og veldig lett å ødelegge. Brukerinvolvering og opplæring er avgjørende for å bygge og opprettholde tillit og forståelse. Brukere bør være involvert gjennom hele utviklingsløpet, og tilbakemeldinger/problemer må følges opp. Brukerne må forstå de automatiserte systemene godt nok til å stole på dem og faktisk bruke dem, ettersom faktisk bruk er en forutsetning for å høste erfaring, læring og forbedring av systemene.

Det som rapporteres manuelt i dag, har en tendens til å variere fra person til person og fra situasjon til situasjon, og i verste fall kan mennesker rapportere noe som er direkte feil (enten bevisst eller ubevisst). I enkelte miljøer er det en slags "blame-kultur", hvor mannskap i noen situasjoner er mer opptatt av å "ikke være skyldig" enn de er av å oppgi riktig informasjon. Det ble ellers påpekt i intervju at slik "blame-kultur" virker å være lite utbredt (og minkende) på norsk sokkel. Ved å innføre (mer) automatisert rapportering vil man redusere mengden uriktig informasjon og få bedre innsikt i systemenes svakheter og forbedringspotensialer.

### 3.2.3 Datakvalitet

Det ble under intervjuene med borepersonell trukket frem at for å kunne automatisere bruken av data som genereres fra forskjellige systemer, er det avgjørende at dataene er av god kvalitet og at brukere av dataene kjenner kvalitetsnivået og begrensningene til dataene som skal mottas/brukes:

- Er *formatet* riktig forstått/tolket på tvers av systemer? (tallformat, enheter, osv.)
- Hva er *nøyaktighet og oppløsning* på verdiene?
- Hva er *tidsoppløsningen*?
- Hvordan er *tidssynkroniseringen*? (hvor godt er forskjellige datakilder synkronisert)
- Hvor god er *gyldigheten/anvendbarheten* på dataene på tvers av systemer, innretninger, osv.?
- Er *datamengden* tilstrekkelig til å danne grunnlag for avgjørelser/rapportering?

#### Standardiserte formater

Sammenstilling av data er stadig en utfordring, ettersom dataene som genereres ofte kommer fra forskjellige kilder i forskjellige formater, og fordi det ikke alltid er åpenbart hvordan verdier/målinger er definert (f.eks. hva er definisjonen av kroklast?). Intervjusataltene etterlater et inntrykk av at det generelt er for lite

metadata til å kunne si hva en gitt verdi betyr og hvilket format (datatype) som er brukt. For begrensede datasett er det mulig å manuelt definere konvertering/tolkning av datapunkter som hentes fra en ekstern kilde (f.eks. et annet system på innretningen som påvirker automatiserte boresystemer), men slike løsninger er lite skalerbare og legger derfor kun delvis til rette for automatisert rapportering.

### Tidssynkronisering

I tillegg til å vite hvilket format en verdi er kommunisert på og hva verdien representerer, er det i boresammenheng kritisk å ha kontroll på tidssynkroniseringen. Ved enkelte hendelser skjer ting veldig fort, slik at det kun er snakk om få millisekunder mellom begivenhetene. For å kunne si noe om årsaks-sammenheng og mekanismer i spill er man dermed nødt til å vite hva som skjedde når, både når det gjelder målinger internt i et system og når det gjelder målinger fra andre systemer.

### Gyldighet/anvendbarhet

Å bruke innsamlede data fra tilsvarende systemer på forskjellige innretninger er en fin måte å utvide datagrunnlaget på, men det er viktig å være bevisst på hvordan omgivelsene til en innretning kan påvirke systemrespons og genererte data (og dermed f.eks. terskelverdier for feildeteksjon). Eksempelvis vil to identiske hydraulikkmaskiner i hhv. arktiske og tropiske strøk kunne ha betydelig forskjellig respons på grunn av hydraulikkoljens temperaturavhengige egenskaper, slik at "normal" hastighet for maskinenes respektive bevegelser er forskjellig. Hvis man definerer terskelverdier for deteksjon av "for sakte bevegelse" basert på responsen i varme omgivelser, så vil man kunne få falske alarmer om de samme terskelverdiene brukes i kalde omgivelser. Det er med andre ord ikke rett frem å overføre/anvende data på tvers av tilsynelatende identiske systemer. Dette vil også gjelde for bruk av data til automatisert rapportering.

### Sjeldne hendelser og datamengde

Regelmessige ting er lettere å analysere, f.eks. er det relativt lett å si noe om ytelse basert på operasjonsdata fra normal drift. For avvik og hendelser som opptrer sjeldent er det derimot mye vanskeligere, og det er i mange tilfeller ikke realistisk å samle inn et tilstrekkelig datagrunnlag fra daglig drift til å kunne detektere de mest sjeldne hendelsene. Automatisering forutsetter gode modeller og/eller solid datagrunnlag, og det er derfor meget utfordrende å oppnå pålitelig automatisert rapportering av sjeldne/uvanlige hendelser.

## 3.3 Case 2: Kritiske sikkerhetssystemer

Senere års barrieredata fra RNNP og SINTEFs omfattende PDS-database, viser at for en del utstyrstyper, slik som blant annet sikkerhetsrelaterte ventiler, har bransjen noen utfordringer knyttet til påliteligheten av utstyr. Det er derfor interessant å se på rapportering av feil og hendelser for slikt utstyr og muligheter for læring av dette. Operatørene bruker til dels store ressurser til manuell innsamling, "vasking" og klassifisering av data. Ved slike manuelle gjennomganger av tusenvis av feilrapporter, har SINTEF blant annet registrert en betydelig andel "gjengangere", dvs. samme type feil som inntreffer gang etter gang på utvalgte enheter. Dette kan indikere en manglende systematikk knyttet til vedlikeholdsstyring, årsaksanalyser og analyser av større datasett. Med dagens digitale verktøy bør det derfor være potensial for store forbedringer knyttet til å identifisere "problembarn" tidlig og sette inn tiltak for å eliminere gjentakende feilårsaker. I APOS-JIP prosjektet<sup>1</sup> behandles disse temaene, herunder muligheter for mer automatisert rapportering av utvalgte feilmoder og mer automatisert tolkning av notifikasjoner. Case 2 er derfor knyttet til systematisering og analyse av feil og hendelser i sikkerhetskritisk utstyr og systemer, men med mulig overføringsverdi også til andre kritiske systemer og utstyr (som produksjonskritisk utstyr).

<sup>1</sup> <https://pds-forum.com/about-apos>

I samtaler med operatører – understøttet av SINTEFs egne erfaringer – blir det ofte trukket frem at automatiserte systemer som SAS (Safety and Automation System), IMS (Information Management System) og CMS (Condition Monitoring System) ikke gir tilstrekkelig presis informasjon til å bestemme nøyaktig hvilken type feil det er snakk om, eller nøyaktig lokalisering av feilen. Det samme er gjerne tilfelle for vedlikeholdssystemet (CMMS) hvor feil rapporteres inn manuelt, og der det stort sett er behov for post-prosessering av dataene for å bestemme korrekt feilklassifisering. Disse temaene er også forsøkt belyst gjennom denne casestudien som også baserer seg på intervju med to operatørselskaper. Her ble følgende tema blant annet tatt opp:

- Hvordan kan de automatiske systemene slik som SAS, IMS og CMS bidra til mer presis beskrivelse og lokalisering av feil?
- Hvordan kan CMMS forbedres for å bidra til mer presis rapportering av feil?
- Hvordan kan informasjon fra de automatiserte systemene sammenstilles med informasjon fra vedlikeholdssystemet og eventuelt andre systemer for å understøtte og automatisere prosessen med klassifisering og rapportering?
- Hva er dagens hindringer og muligheter for å oppnå mer automatisert rapportering av feil på kritisk utstyr i bred skala?

### 3.3.1 Rapportering, klassifisering og kvalitetssikring av feilhendelser

Som nevnt i kapittel 3.1 så rapporterer, klassifiserer og dokumenterer operatørselskaper tilstand og feil på utstyr oppdaget under drift, testing og vedlikehold, i sitt vedlikeholdssystem (CMMS). Dette er i all hovedsak en manuell operasjon, utført av personell som generelt vil ha fokus på å få feilen utbedret (få jobben gjort), snarere enn å generere utfyllende feilrapporter som organisasjonen på sikt kan benytte til å lage gode statistikker eller analyser for å forstå sammenhenger eller optimalisere vedlikeholdsprogrammene. Det er derfor helt grunnleggende å opparbeide felles tillit og forståelse mellom dem som jobber ute/offshore og drift på land, herunder at det tydeliggjøres at detaljerte feilrapporter benyttes aktivt for å forbedre den daglige driften, og dermed kan virke positivt inn på hverdagen til de som jobber ute i felt.

Både PDS-data og RNNP barrieredata baserer seg primært på data rapportert inn i vedlikeholdssystemet, men skiller seg fra hverandre ved at:

- PDS-data hovedsakelig er basert på at notifikasjoner og arbeidsordre gjennomgås manuelt i en tverrfaglig arbeidsgruppe, og feil klassifiseres som farlig udetekterte (DU), farlig detekterte (DD), sikre (S) eller ikke-kritiske (NONC). Her inkluderes feil som er oppdaget under testing, så vel som feil oppdaget mellom tester.
- RNNP rapportering av barrieredata er basert på farlige feil avdekket ved testing.

For flere utstyrstyper, som for eksempel deluge ventiler og gassdetektorer, vil en DU-feilrate basert på testresultater gi et godt bilde av ytelsen, siden feil på slikt utstyr stort sett avdekkes ved test. For andre kategorier av utstyr, som nødavstengingsventiler og branndører avdekkes imidlertid flere av de funksjonelle feilene mellom testing, for eksempel under en prosesshendelse der ventiler skal stenge, eller når noen skal passere gjennom en branndør.

Med økende grad av diagnostikk og tilstandsovervåking, vil flere feil detekteres mellom testing. Dersom disse feilene detekteres med én gang de oppstår og deretter repareres umiddelbart, vil de kunne kategoriseres som farlig detekterte feil (DD-feil). Feil som ikke detekteres umiddelbart når de oppstår, men fanges opp gjennom ulike former for tilstandsovervåkingssystemer (som for eksempel avanserte

ventilovervåkningssystemer), er fremdeles farlig udetekterte (DU) funksjonsfeil, men vil ikke rapporteres til RNNP, da de ikke er oppdaget ved testing. Med andre ord vil forbedrede overvåkningssystemer og økt instrumentering ytterligere øke mulig feilmargin i RNNP barriereindikatorerne og anslå for optimistiske feilrater (gi et inntrykk av at utstyret er bedre enn det faktisk er).

At feil i økende grad vil kunne oppdages mellom testing tilsier at det fremover er viktig å få enda bedre kvalitet i den manuelle rapporteringen av feil, og samtidig se på hvordan hele prosessen med rapportering og klassifisering av feil kan standardiseres og automatiseres. Noen stikkord her er:

- For feil på ventiler og annet utstyr hvor en har tilbakemelding på posisjon, kan funksjonsfeil i prinsippet rapporteres automatisk inn i vedlikeholdssystemet, men dette krever at en har tillit til utstyret som angir posisjon.
- Farlige feil er for mange utstyrgrupper ofte udetekterte (DU), og det ligger i sakens natur at det er vanskelig å automatisere denne rapporteringen. Det innebærer i så fall at man må finne funksjoner som flytter feilen fra udetektert til detektert. To forhold spiller her blant annet inn:
  - Tilstandsovervåkningssystemer for eksempel for ventiler, er ofte innrettet slik at de logger endringer av status med en frekvens som er for lav til at en kan kreditere det som økt diagnostikk. Snarere må effekten dokumenteres i form av lavere DU-feilrater (fordi feiltilstander fanges opp før de er blitt kritisk for funksjonen).  
For ventiler kan det som diskutert over, være nødvendig å hensynta endebrytere for å verifisere funksjonen. Dette kan bety at det også må settes integritetskrav til dette utstyret som en del av ventilfunksjonen.
- Etter en nedstengning er det viktig at automatiserte nedstengningslogger gjennomgås for å sikre at automatisk registrerte feil er fanget opp og klassifisert korrekt.
- Ved manuell gjennomgang og kvalitetssikring av feilrapporter er det viktig at dette skjer relativt tett opptil tidspunktet når notifikasjonen eller arbeidsordren ble skrevet. Dette forenkler klassifiseringen siden hendelsesforløpet fremdeles huskes. Dersom feilrapporter kan sammenstilles med informasjon om 'demands', blokkeringer, 'eventer', alarmer etc. er dette også enklere å få til dersom en slipper å gå altfor langt tilbake (jf. rutiner og muligheter for lagring av detaljert historikk). Det er i denne sammenheng også viktig å sette krav til å rapportere relevant historikk før sak lukkes i vedlikeholdssystemet.
- Opplæring og kursing, samt motivering av personell som rapporterer feil er andre stikkord. For å forenkle oppgaven er det behov for å se på potensial for automatisert brukerassistanse, og mulig forenkling av koder for feilmoder, deteksjonsmetode og feilårsaker.

Angående det siste punktet, er det i rapporten «Potential for automated follow-up of safety equipment» [18] fra APOS-prosjektet, beskrevet flere muligheter for å forbedre eller effektivisere rapportering:

1. Brukerveiledning for valg av feilmode og deteksjonsmetode: Bruk av forhåndsdefinert hjelpetekst (eller algoritmer) basert på informasjon eller logikk fra andre relevante systemer (SAS, IMS etc.) eller verktøy for manuell utfylling av feilmode og deteksjonsmetode. Slik brukerveiledning kan være nyttig for å hjelpe til med riktig valg av parametere, for eksempel ved å bruke pop-up-vinduer med tekst, mouse-over funksjoner osv.
2. Automatisk bestemmelse av feilmode og deteksjonsmetode: Tilleggsinformasjon fra relevante OT-systemer som SAS, IMS, CMMS som kan brukes til automatisk bestemmelse av feilmode og deteksjonsmetode, f.eks. for forhåndsutfylling direkte i notifikasjonene.
3. Bruk av tekniske metoder for tekstprosessering (TLP) for å trekke ut nøkkelinformasjon fra fritekstfelter i notifikasjoner, enten for å kvalitetssikre valg av feilmode/deteksjonsmetode eller for automatisk klassifisering av feil (farlige versus sikre feil for eksempel).



### 3.3.2 Fra kalenderbasert til tilstandsbasert vedlikehold

Gjennom økt tilstandsovervåkning og instrumentering vil petroleumsbransjen søke å erstatte kalenderbasert vedlikehold med mer tilstandsbasert vedlikehold. Frem til nå har ofte fokus vært på å avdekke feil, men en ønsker å gå mer i retning av at komponenter automatisk rapportere at de er «friske», dvs. at det legges igjen spor av at man har en aktiv tilstandsovervåkning som bekrefter at komponenten fungerer som forventet. For å få til dette kreves det sensorer og sensor-data som kan dekke opp de fleste feilmoder for et utstyr. Et eksempel er sammenligning mellom prosessstransmittere som skal vise lik verdi (med en definert maks avviksgrense på f.eks. 5%). På nye anlegg er det krav om at man skal ha slike sammenligningsfunksjoner, og per i dag går disse alarmene til kontrollrommet. Det er ikke ønskelig å ta disse alarmene vekk fra kontrollrommet, men snarere å finne nye prosedyrer for å håndtere dem slik at kontrollrommet får avlastning. Ved bruk av slike system ser en for seg at eventuelle notifikasjoner kan genereres automatisk, og at det defineres en frist for oppfølging. En overgang til tilstandsbasert vedlikehold vil øke betydningen av flere forhold, som for eksempel:

- Generell kvalitet på data, herunder for eksempel tydelighet av alarmtekster som per i dag ofte er for generiske eller for lite applikasjonsspesifikke til å gi bruker en klar oppfatning av hva problemet faktisk er ('error').
- Tidsseriedata, 'eventer' og alarmer må hentes inn og lagres tilstrekkelig lenge, og synkronisering og standardisering mellom ulike systemer må ivaretas på en bedre måte enn i dag.
- Systemene må kunne håndtere uforutsette hendelser som for eksempel nettverkstørmere for å unngå at masse repeterte data ødelegger historikk og tidsserier. En må altså ha full kontroll på dataflyt og tilhørende varslingsrutiner ved bortfall og/eller tap av data.
- Hvis en i økende grad baserer vedlikeholdet på selvtestfunksjonalitet, er det viktig at en har detaljert kunnskap om hvilke feilmoder som avdekkes og hvilke feilmoduser som ikke tas ved selvtest, men må sjekkes gjennom tradisjonell funksjonstesting.
- Og sist, men ikke minst – for å få til alt dette er det viktig at en allerede i tidlig fase ('Feed') har et klart bilde av hvilke data en trenger og hva dette vil bety i form av krav til instrumentering og systemer. Spesifiseres ikke dette tidlig i design er det ofte krevende å få det implementert senere i livsløpet.

### 3.3.3 Hvilke data samles inn?

Hvilke spesifikke data som på ulike måter samles inn fra de forskjellige kildesystemene vil variere noe mellom operatører og vil også avhenge av hvilken informasjon som er relevant og tilgjengelige for ulike grupper av sikkerhetskritisk utstyr. Typiske eksempler er:

- Historikk fra CMMS i form av inventardata (utstyrsbeskrivelser, operasjonshistorikk, etc.), vedlikeholdshistorikk (logger for testing, ettersyn og inspeksjoner, tilhørende resultater, reparasjonsdata, etc.) og feilhistorikk i form av notifikasjoner og arbeidsordrer
- Diverse 'eventer', alarmer, lukketider, observasjoner og trender (fra SAS, IMS og CMS)
- Avvik på transmittere og detektorer (typisk basert på sammenligning mellom to instrumenter som måler det samme)
- Midlertidig svekkede barrierer i form av blokkeringer og undertrykkinger logges i de fleste SAS-systemer (gjelder automatiske logger). Dessuten har en manuelle 'laskelogger' for blokkeringer som

ikke skjer via SAS. For noen innretninger er sistnevnte implementert i elektronisk støtteverktøy for arbeidstillatelser

- Hendelser rapporteres også inn i avviks-/hendelsesrapporteringssystem, og kan gjøres mer tilgjengelig gjennom at en rapporterer mot spesifiserte tag når det er aktuelt.

For bedre å fange opp utstyrshistorikk pekes det også på at tidligere rotårsaksanalyser arkiveres og kan hentes frem for å se hva man har gjort før for spesifikt utstyr eller spesifikke utstyrsgupper. For å fange opp gjentakende feil er det også fordelaktig å ha overvåkning på tag-nivå. Per nå er dette gjerne semi-automatisk på den måten at man aktivt må gå inn med jevne mellomrom for å sjekke hvilke tags eller utstyrstyper som har mest feil. Her burde det være et betydelig automatiseringspotensial.

Det er også data som med fordel kunne vært samlet inn, men som av ulike årsaker ikke blir det, som for eksempel:

- Detaljerte feilkoder fra B&G detektorer (det ble opplyst at online oppfølging av detektorer var kuttet ut på grunn av manglende kapasitet til å overføre HART data). Har fortsatt 4-20mA overvåkning for å typisk kunne fange opp behov for vask av linser, men hadde vært en fordel om en kunne bruke HART mer aktivt.
- Generelt ønskelig med mer smart-utstyr – med økt digitalisering øker behovet for å hente ut informasjonen, og det ble uttrykt at en i fremtida kanskje må ha noe annet enn HART å koble seg til, fordi dette per i dag går for tregt. Også slike forutsetninger må, som diskutert over, settes allerede i tidlig design slik at en sikrer en god nok infrastruktur.
- Hvis instrumentene hadde en sikkerhetsprotokoll slik at en kunne kommunisere digitalt med nok båndbredde kunne både måleverdier og andre verdier overføres med tilstrekkelig oppløsning og båndbredde. HART ble utviklet på 80-tallet og har utviklet seg slik at de fleste leverandører har sine egne utvidelser som passer for deres utstyr og som andre ikke kan lese.
- Per i dag sitter leverandør gjerne på mer finmaskede data på sitt feltutstyr enn det operatørselskapene har tilgang til. Dette skyldes nok ofte at man ikke har kapasitet til å håndtere alle dataene, f.eks. der man har to sensornoder for å gjøre selverifisering, vil man med konvensjonell teknologi kreve to looper for å ta begge inn i SAS.

### 3.3.4 Håndtering og bruk av data

Det ble under intervjuene spurt litt rundt bruk og nytteverdi av de innsamlede dataene, og dette avsnittet oppsummerer noen av svarene. Først noen kommentarer angående *sammenstilling* av data:

- Det er forholdsvis lett å bruke data fra de respektive systemer, men gjerne mer tungvint å sammenstille dem på grunn av ulike nivåer og oppløsningsgrad på data, manglende standardisering, utfordringer knyttet til kvalitet, etc.
- Sammenstilling av data gjøres eksempelvis i barrierestatuspanel eller i skreddersydde visninger (laget for eksempel i Power BI), men da ofte med data fra et begrenset antall systemer.
- Automatisk innhenting av vedlikeholds- og feilhistorikk er ofte utfordrende på grunn av tunge CMMS-systemer og mangel på standardiserte grensesnitt (API'er) mot disse.

Noen synspunkter fra intervjuene *knyttet til bruk og nytteverdi* av data:

- Data brukes til kommunikasjon og visualisering av barrierestatus, tilstandsovervåkning, pålitelighetsanalyse, vedlikehold, rotårsaksanalyse, oppfølging av SIL i drift, RNNP rapportering, etc.
- Ser betydelig nytte av å bruke tilstandsovervåkning mot sikkerhetsfunksjoner, f.eks. for å fange opp fremvoksende feil før disse faktisk inntreffer. Det jobbes her blant annet aktivt med oppfølging av pådragsorgan og ventiler.
- Rådata har ofte begrenset verdi – det er behov for mer prosesserte data, men dette forutsetter økt standardisering.
- Innsamlede feildata brukes ofte til optimalisering av testintervaller. Dette er nyttig, men krever betydelig tillit til dataene. Justering av testintervaller bør derfor også inkludere kvalitative vurderinger, utover de rent kvantitative.

Noen *utfordringer* ble nevnt knyttet til bruken av data:

- Kunne gjort mer feilsøking fra land hvis man hadde hatt bedre kapasitet på overføring av data.
- Konsistent gruppering av utstyr og bruk av feilkoder er ofte en utfordring som gjør sammenligning av feilrater mellom populasjoner og innretninger vanskelig.
- Tilsvarende er det behov for felles klassifisering av utstyrsegenskaper ('properties') for å kunne sammenligne data på tvers
- Det kan ofte være uklarhet knyttet til hvem som har ansvar for å samle inn og forvalte data. Formelt sett er dette ofte definert gjennom arbeidsprosesser og prosedyrer, men i praksis kan det være uklart hvem som har ansvar for å samle inn ulike typer data. Det er dessuten ofte slik at data genereres offshore, mens drift på land har ansvar for forvaltning og analyse av dataene.

En mer generell utfordring som ble nevnt, er hvordan en skal kreditere systemene for tilstandsovervåkning ved for eksempel SIL beregninger. Slike systemer har ofte ikke tilstrekkelig sjekke-frekvens til å kunne krediteres gjennom økt dekning av selvtest (DC-'diagnostic coverage'). Det er dessuten vanskelig å dokumentere på forhånd hvordan DU-feilraten kan reduseres ved at en plukker opp feil under utvikling. Her har derfor bransjen en metodisk utfordring, som dog synes løsbart.

### 3.3.5 Variasjoner knyttet til rapportering av feil

En utfordring knyttet til standardisert rapportering av feil er ulike praksiser for *hva* som faktisk rapporteres og *hvordan* feil rapporteres. Dette kan variere mellom ulike innretninger, men også mellom ulike skift og personer. Noen eksempler:

- Automatisert datarapportering er i stor grad standardisert og derfor lite subjektiv. For manuelt innsamlede data (typisk via CMMS) er det fortsatt varierende praksis, i form av for eksempel hvor god fritekstbeskrivelse som er gitt, feilmode som er valgt osv. Sistnevnte er ofte en utfordring, og fortsatt er det mye bruk av 'other'. Dette kan skyldes for mange feilkoder, men også uklare koder.
- Hvor alvorlig skal en observasjon være før den rapporteres som en feil? Noen kan for eksempel skille mellom begynnende feil og faktiske feil, og kun skrive en notifikasjon eller arbeidsordre for sistnevnte.
- Det fins fremdeles eksempler på praktisering av "Failed and fixed" hvor ting ikke dokumenteres selv om det egentlig skal det. Dette kan for eksempel være et brannspjeld som ikke går ved første forsøk, smøres opp, og deretter stenger som normalt. Normalt skal det da skrives en notifikasjon, men dette skjer nok ikke alltid. Dette antas imidlertid å være en praksis som er avtagende.

Som det kommer frem av diskusjonen over er det vanskelig å få til ensartet manuell rapportering på tvers av innretninger og selskap, men mye kan forbedres gjennom kompetanseheving, opplæring og motivasjon, samt økt fokus på brukervennlighet i form av for eksempel hjelpetekster og forenkla feilkoder.

### 3.3.6 Om problembarn ('bad actors') og gjengangere

SINTEFs erfaring fra en lang rekke operasjonelle driftsgjennomganger er at et begrenset utvalg av komponenter ofte står for en uforholdsmessig stor andel av feilene, og at enkelte feil gjentar seg gang etter gang før en eventuelt klarer å finne rotårsaken og fjerne denne. Når vi spør selskapene hvorfor dette har skjedd og hva som er gjort for å bedre på situasjonen, er noen av argumentene som blir gitt:

- Det er ofte krevende å systematisere feilinformasjon og lage systemer som automatisk oppdager 'bad actors' og gjengangere, for eksempel mellom ulike skift og mannskap. Det har historisk sett ofte kokt ned til en manuell jobb som krever søking på enkelt-tag og tidsperioder.
- Situasjonen har imidlertid generelt blitt bedre – gjengangere meldes inn for rotårsaksanalyse, og en har utviklet automatiske og semi-automatiske verktøy og algoritmer for å fange opp gjengangere.
- Det er også utviklet 'dashboard' (og barrierepanel) for å sammenstille barrieredata som gjør det enklere å finne gjengangere eller system med mange feil, eller deler av plattform med mye avvik. Et eksempel som ble nevnt var et eget 'dashboard' for PSVer hvor alle ventiler med feil blir uthevet, og gjengangere med mer enn to gjentakende feil på siste tester, sendes videre med anbefaling om årsaksanalyse. Det ble imidlertid presisert at det kun var for PSVer at en per i dag hadde en slik systematikk.

### 3.3.7 Noen erfaringer

I intervjuene ble det nevnt flere tilfeller hvor det har syntes "enkelt" å automatisere eller effektivisere rapportering og informasjonsdeling, men hvor det har vist seg mer utfordrende enn først antatt. For eksempel har en testet ut egne 'dashboard' for ventiler på tvers av innretninger, men mangel på blant annet en standardisert måte å rapportere 'eventer' på gjorde dette utfordrende. Det medførte ekstra 'mapping' av data, og i enkelte tilfeller behov for å etablere logikk på toppen, noe som gjorde systemene krevende å ta i bruk og vedlikeholde. Et annet eksempel er et tilfelle hvor man ønsket å ta inn erfaring fra faktiske 'demands' for å kunne foreslå oppdatering av testintervaller. Her ble det en utfordring at når en ønsket å skille mellom reelle 'demands' og funksjonstesting, så hadde ikke systemene funksjonalitet til å gjøre dette. Med andre ord er det mange variabler som skal hensyntas, og da kan det være utfordrende å lage en spesifisering som gir god nok automatisert rapportering.

Mer generelt kan en derfor si at automatiserte verktøy for rapportering av data må benyttes med varsomhet, da en ikke kan forvente at de gir riktige resultater for hendelser og verdier de ikke er testet for, eller som ikke er innenfor det domenet som er brukt til opplæring. Til tross for nye muligheter med automatisert rapportering, peker operatørselskapene derfor på at automatisering ikke er løsningen på alt, men at det er kombinasjonen av manuell observasjon og automatisk input som vil gi de virkelige gevinstene.

Det ble under intervjuene trukket frem noen eksempler på suksesshistorier hvor intelligent automatisert bruk av data har gitt sikkerhetsgevinster, men også noen mindre gode erfaringer.

Et par eksempler på suksesshistorier:

- Tett oppfølging av, kombinert med generelt lite feil på enkelte utstyrstyper slik som detektorer, har gitt statistisk grunnlag for å øke testintervall.
- Robotisert prosessautomasjon (RPA) for brønnventiler har ført til reduksjon av mange årsverk. Det samme gjelder for oppfølging av PSVer. Man sparer tid både på å identifisere og utbedre feil.

Noen eksempler på mindre gode erfaringer:

- Stagnering av automatiseringsprosjekt på grunn av manglende eierskap i drift.
- Pilot på bruk av maskinlæring for tilstandsmonitorering, men kost/nytte ble vurdert for lav fordi en ble avhengig av mye ekstern støtte.
- Bruk av HART data - ressurskrevende oppsett.

For å dele gode og dårlige erfaringer ble det i intervjuer trukket frem et ønske om felles erfaringsdatabaser. Her er imidlertid relevante spørsmål hvem som skal være vert for deling av data, hvem som skal finansiere dette og hvem som skal vedlikeholde slike system. Et forslag her var å ta utgangspunkt i EqHUB og legge til nødvendig tilleggsfunksjonalitet der.

Operatørselskapene viser generelt stor vilje til deling på tvers av selskaper for å lære etter hendelser. Selv om leverandører ikke alltid vil ha interesse av å dele problemer med eget utstyr, vil det for bransjen som helhet være fordelaktig med enda mer deling på tvers for å lære fra feilmoder, feilårsaker, utfordringer med ulike utstyrstyper, etc. Samtidig uttrykker også leverandørene at de ofte ikke får god nok tilbakemelding på eget utstyr i drift.

### 3.4 Drøfting av casestudier

I de to casestudiene beskrevet ovenfor er det forsøkt belyst hvordan og hvorvidt automatisering kan bidra til mer konsistent rapportering og til å styrke læring- og forbedringsarbeidet. Målet har blant annet vært å kartlegge:

- Nødvendige forutsetninger, dvs. hva trengs av standardisering, taksonomi, funksjonalitet, etc. for at automatisert rapportering skal fungere?
- Utfordringer, dvs. hvilke tekniske, organisatoriske og menneskelige hindre må forseres for å kunne innføre løsninger for automatisert rapportering?
- Eierskap til data, dvs. hvordan håndteres eierskap til system(er) for automatisert rapportering, tilgang til data, filtrering av data og rapporter, etc.?
- Muligheter for læring, dvs. hvordan kan forskjellige varianter av automatisert rapportering bidra til læring, forebygging av hendelser og forbedring av systemer?

#### Forutsetninger

For å kunne oppnå en større grad av automatisert rapportering er det en rekke betingelser og forutsetninger som må være til stede. Noen av disse vil være generelle, mens andre kan knyttes spesielt opp mot boring eller mot topside sikkerhetssystemer.

*Tillit* er en av de grunnleggende forutsetningene for deling og automatisert rapportering av data. I tilfeller hvor flere aktører er involvert handler det ikke bare om tillit til at dataene man mottar er av høy kvalitet og at de er komplette. Det handler også om at man må ha tillit til at aktørene har de samme intensjonene med datadelingen, at den etablerte infrastrukturen for deling av data er robust i forhold til tilsiktede (fiendtlige) handlinger og at den ivaretar integritet i dataoverføringen [16].

*Uavhengighet* ble i intervjuene nevnt som en annen grunnleggende forutsetning for automatisert rapportering. Med uavhengighet menes her at det må være mulig å automatisk hente ut informasjon om hendelser, uten å påvirke systemet eller åpne for at uvedkommende kan få tilgang til eller påvirke systemet.

I tillegg til uavhengighet og tillit til dataene er *standardisering* kanskje den viktigste enkeltforutsetningen for mer automatisert rapportering og for økt digitalisering generelt. For at et system eller produkt skal kunne arbeide sammen med andre produkter og systemer, både eksisterende og fremtidige, uavhengig av implementasjon, kreves det interoperabilitet. Interoperabilitet bygger på bruk av standarder, og i forbindelse med automatisert rapportering vil standarder på tre ulike nivå bidra til å muliggjøre datautveksling mellom systemer:

- Standardiserte plattformer som OPC UA eller åpne APIer som teknisk sett muliggjør kommunikasjon på tvers av systemer, såkalt syntaktisk interoperabilitet. Et eksempel kan være de tekniske løsningene som brukes for å lese av en verdi fra en sensor.
- Semantiske standarder som omhandler betydningen av det som overføres, altså at systemene forstår hverandre ved hjelp av et felles «språk». Gitt at man teknisk sett klarer å lese verdien av fra en sensor, må det for eksempel være mulig å forstå hvilken type utstyr en sensorverdi relaterer seg til, eller hvilken måleenhet verdien er oppgitt i.
- Standarder som sier noe om prosedyrene for kommunikasjon og datadeling på et organisatorisk nivå. De syntaktiske og semantiske standardene vil hjelpe lite dersom det organisatorisk sett ikke er et ønske om å dele og utveksle data. I intervjuene ble det for eksempel nevnt som en utfordring at operatørselskapene ikke har tilgang til alle hendelser fordi det avhenger av system og/eller leverandør av løsningen.

Innenfor de ulike nivåene for standardisering nevnt ovenfor, vil det for automatisert rapportering være en rekke forutsetninger som må være oppfylt, og noen av disse er diskutert kort under.

- *Entydig tagging* av alt utstyr er avgjørende for at rapporteringen skal bli riktig. Et eksempel hvor dette har vært en utfordring er ved feil knyttet til logikk. Logikk har ofte ikke en egen tag, noe som gjerne fører til at eventuelle feil registreres mot skapet hvor logikken er plassert eller mot en annen relatert komponent, for eksempel et tilknyttet feltinstrument. I slike tilfeller vil rapporteringen bli tvetydig, og det blir krevende å følge opp mot riktig utstyr. Det bør derfor sikres at alle feil, uavhengig av deteksjonsmåte (ved preventivt vedlikehold, ved funksjonstesting, ved behov, tilfeldig avdekket, eller alarmert) registreres mot en konkret tag.
- *Entydig definisjon og gruppering av utstyr og tilhørende egenskaper/properties*. En standardisert gruppering av utstyr med sammenlignbare egenskaper er nødvendig for flere formål [19]:
  - Sikre at de samme utstyrstaksonomiene og standardiserte egenskapsdefinisjonene brukes gjennom hele livssyklusen til utstyret, fra prosjektdesign til drift.
  - Tjene som input til en standardisert informasjonsmodell som skal eksistere og berikes på tvers av livssyklusfasene.
  - Muliggjøre standardiserte (og utstyrsspesifikke) taksonomier og automatisert registrering og klassifisering av feil på utstyr i en gruppe.
  - Vedlikeholdsstyring: de spesifiserte utstyrsgruppene er gjenstand for målrettede test- og vedlikeholdsprogrammer.
  - Strukturering av feildata: utstyrsgruppene definerer hvordan feil kan aggregeres og slås sammen med det formål å estimere feilrater for utstyr. De tilknyttede egenskapene angir de viktigste dataelementene som også bør inkluderes i rapportering av feil.
  - Sammenligne, slå sammen og analysere data fra ulike anlegg og/eller operatører.
  - Muliggjøre effektiv og standardisert driftsoppfølging på et anlegg (og på et passende nivå).

- Herunder må hver enkelt komponent være beskrevet eksplisitt i forhold til dens funksjonalitet og tilhørighet. En forutsetning er også å vite hvilke dataelementer som skal rapporteres for et utstyr. En kan gjerne ha et par hundre parametere for en enkelt transmitter, og da må det defineres hvilke som er nødvendige for hvert enkelt formål. For eksempel kan det være kompetansekrevene for en bruker å tolke om en parameter er kritisk for en sikkerhetsfunksjon eller ikke. Det ble i denne sammenheng nevnt i intervjuene at det med fordel kan etableres et informasjonshierarki, som også må standardiseres. ISO 14224 [20] er en av de sentrale standardene for gruppering av utstyr i olje- og gassindustrien. Videre er også standarder som IEC 61987 [21], ISO 15926 [22] og ISO/IEC 81346 [23] blitt viktige referanser for å sikre standardisert gruppering og navngiving av utstyrsegenskaper.
- *Entydig definisjon av hendelser.* For å få til automatisert rapportering må det også være et standardisert system for identifisering av hendelser. Per i dag kan det være stor grad av subjektivitet rundt hvilke hendelser som skal rapporteres. I intervjuene ble det også påpekt at det ofte mangler en entydig definisjon eller indikator for å kunne oppfatte en hendelse. Disse forholdene vil gjøre det vanskelig å sammenligne utstyr på tvers av systemer og innretninger. Utfordringen vil da være å finne rett nivå for rapporteringen, både for å sikre at alle de viktige hendelsene blir registrert, samtidig som at man ikke skal «drukne» i informasjon. I intervjuene ble det påpekt at automatisert rapportering for kritiske sikkerhetssystemer vil kreve positiv tilbakemelding fra alle pådragsorganer for automatisk å kunne registrere positiv test eller bruk av funksjonen på samme måte som for endebryterne på ventiler. Dette er et eksempel på at man må kunne håndtere store datamengder og samtidig filtrere ut den viktigste informasjonen.

## Utfordringer

*Datagrunnlag.* På generell basis vil forhold som inntreffer ofte være enklere å identifisere og forstå på grunn av et større datagrunnlag. For den type hendelser som omtales i denne rapporten, for eksempel feildata for utstyr, kan mengden data være begrenset, både pga. svært pålitelig utstyr og begrensede populasjoner. Manglende deling av data mellom aktører kan også begrense datagrunnlaget for de enkelte selskapene.

*Dataforståelse.* Selv om feilmekanismer kan forstås av mennesker basert på historikk, gjennomgang av logger og systemer, er det ofte meget krevende for automatiserte systemer å forutse og detektere sjeldne og komplekse hendelser på en effektiv og pålitelig måte. På motsatt side kan økt bruk av sensorer, avanserte algoritmer, AI-metoder og muligheter for aggregering av data gi et bedre datagrunnlag og dermed også kunne gi flere feilalarmer. Det er behov for å arbeide videre med dette, spesielt knyttet til presisjon av, og nivå for den automatiske rapporteringen, for eksempel å klare å skille mellom falske alarmer og de alarmene som faktisk er kritiske (for eksempel er store mengder alarmer fra tilstandsovervåkningssystemer uten presis kritikalitet pekt på som en utfordring).

*Cybersikkerhet.* Økende fokus på beskyttelse mot tilsiktede hendelser medfører også innføring av løsninger som kan komplisere den automatiserte rapporteringen, for eksempel tilgangsstyring, brannmurer etc. Noen øvrige forhold:

- Det er krevende å ivareta sikring av data når til dels gamle systemer integreres med andre i økende grad. Eldre komponenter og systemer er generelt dårligere sikret og kompensierende tiltak må til når disse utsettes for datatrafikk til og fra andre (og til dels nyere) systemer og nettverk.
- Sikring og tilgang: Det er generelt ønskelig med mer deling, da dette gir nye muligheter for optimalisering etc. For å gjøre det lettere å dele bør det være mulighet for å begrense tilgang i flere dimensjoner (både i sted/punkt/komponent/gruppe og i tid).

- Ikke alt kan gjøres ute på innretningen (sammenstilling, analyse, etc.), koblingen til land er dermed viktig. Kobling mellom IT og OT (og mellom land og innretning) er utfordrende. Det er et ønske om rask og stabil kommunikasjon, men må også ha tilstrekkelig sikring.

*Manglende stabilitet i markedet* har blitt nevnt som en utfordring når det gjelder å investere i ny teknologi. Det kan være vanskelig å ha en langsiktig tilnærming, når raske svingninger ofte fører til mer kortsiktig respons og tilpassing. Dette antas også å påvirke investeringer i teknologi knyttet til automatisert datainnsamling og rapportering.

### Eierskap til data

*Eierskap til data, kostnader og forretningsmodeller.* En viktig diskusjon knyttet til automatisert rapportering, datadeling (se også kapittel 2.3.2) og økt digitalisering generelt, er balansen mellom fordeler, eierskap og kostnader. For hvem er det for eksempel mest formålstjenlig å oppgradere kapasiteten for dataflyt mellom innretning og land? Er det personell ute som kan få bedre støtte i sitt daglige arbeid, er det drift på land som skal forbedre sikkerheten og optimalisere drift og vedlikeholdsprogrammene sine, eller er det leverandøren som skal forbedre sine produkter? Svaret er trolig alt dette – men hvordan skal kostnadene i så fall fordeles?

Som diskutert i kapittel 2.3.3 har enkelte norske operatørselskap begynt å se på muligheten for å ta i bruk Industri 4.0 og AAS teknologi for å effektivisere design og drift av sine innretninger. Hovedmotivasjonen er blant annet å redusere behovet for manuell databearbeiding gjennom å standardisere dataflyten mellom de ulike aktørene i verdikjeden. Dette krever en stor grad av standardisering i form av interoperabilitet, for eksempel gjennom at utstyrsleverandørene leverer standardiserte AASer for sitt utstyr, hvor alle komponenter og koblinger mellom disse er definert og navngitt på en entydig standardisert måte. Det er fra leverandørenes side stilt spørsmål ved hva som ligger av økonomisk gevinst for dem i en slik utvikling – det hevdes at fordelene først og fremst tilfaller operatørselskapene. Det er derfor behov for å se nærmere på alternative forretningsmodeller som en del av denne utviklingen.

Det er også reist spørsmål om eierskap til modellene og dataene. For eksempel vil en digital AAS-representasjon av et konkret utstyr, som en prosess-sensor, opprinnelig inneholde design- og leverandørrelatert informasjon, men vil gjennom livsløpet berikes med diverse drifts- og vedlikeholds-historikk. Et naturlig spørsmål blir da hvem som skal eie og forvalte all informasjonen som etter hvert vil ligge i et slikt utstyrs-AAS.

### Muligheter/styrker/læring

"Læring betyr at noe endres, for eksempel at en arbeidsoppgave gjennomføres på en annen måte enn tidligere. Deling av informasjon og andre former for erfaringsoverføring er viktige skritt på veien mot læring, men er ikke læring i seg selv." Det er først når noe endres at en har lært [24].

Læring kan skje på ulike nivåer. For eksempel handler avvikshåndtering om å oppdage, melde, rette opp og forbygge avvik og hendelser, mens læring på et mer overordnet nivå kan handle om [1]:

- Hvorvidt man har det riktige utstyret.
- Hvorvidt samhandlingen mellom aktører på land og offshore er god nok.
- Hvorvidt man har riktig opplæring/kompetanse.

Å ha det riktige utstyret innebærer blant annet at systemene har de riktige funksjonene og at disse fungerer som de skal. Som beskrevet i kapittel 3.2.2 er brukerinvolvering viktig ved utvikling av nye funksjoner, for å sikre at funksjonene er intuitive/forståelige og at de faktisk blir brukt. Selv om automatisert rapportering vil



føre til at en større andel av "læringsgrunnlaget" genereres automatisk, vil det fortsatt være nødvendig med brukerinvolvering for å oppnå best mulig læring.

Dersom en spør seg hvordan mer automatisert rapportering av feil og hendelser kan medvirke til økt læring og endring, kan relevante forhold være:

- Økt grad av diagnostikk og tilstandsovervåkning bidrar til mer informasjon om det sikkerhetskritiske utstyret og tilstanden på dette. Gitt god *datakvalitet*, samt *intelligent bruk* av all denne informasjonen, er potensialet for bedre innsikt i feilårsaker og permanent fjerning av disse betydelig.
- Mer generelt kan deling av standardisert og automatisk innhentet informasjon på tvers av innretninger og selskap bidra til økt læring for bransjen som helhet.
- Ressurser som tidligere ble benyttet til manuell rapportering kan frigis og brukes til vurdering av bakenforliggende årsaker og tiltak.
- En ambisjon med større grad av automatisert rapportering av feil og hendelser bør være at bransjen i større grad kan komme fra *enkeltkretslæring* til *dobbeltkretslæring* [25], dvs. fra opprettholdelse av dagens standard gjennom avvikskorleksjon, til å bruke informasjon om bakenforliggende årsaker til å sikre en reell standardheving.

## 4 Oppsummering og anbefalinger

I dette kapitlet oppsummeres noen hovedutfordringer knyttet til automatisert datainnsamling og tilhørende forslag til tiltak for henholdsvis næringen og for Ptil, samt behov for videre arbeid med kunnskapsinnhenting. Referansene i siste kolonne i tabellene angir hvor i rapporten de ulike temaene er omhandlet.

### 4.1 Oppsummering

I kapittel 1 stilte vi oss følgende spørsmål:

- a) Er det initiativer og/eller løsninger for innsamling og deling av data fra andre bransjer som petroleumsnæringen kan dra spesiell lærdom fra?
- b) Hvilke generelle forutsetninger må ligge til grunn for bedre å legge til rette for mer automatisert innsamling og deling av data – og hvilke hovedutfordringer og hindringer ser en for seg?
- c) Hvilke feil- og hendelsesdata samles typisk inn i dag og hvordan behandles og brukes disse dataene videre?
- d) Hvilke relevante systemer samles det primært data inn fra per i dag, og hvilke utfordringer ser en knyttet til denne datainnsamlingen?
  - o Hvilke løsninger og systemer har en for innsamling, behandling og bruk av data knyttet til automatiserte boresystemer (Case 1)?
  - o Hvilke systemer og løsninger har en for innsamling og videre bruk av data fra kritiske sikkerhetssystemer topside (Case 2)?
- e) Hvilke implikasjoner har EU sin "artificial intelligence act" i forhold til mulig datainnsamling og rapportering fra ulike systemer? Og hva med personvern og hensynet til selskaps sensitiv informasjon?

Disse spørsmålene er kort diskutert og oppsummert under.

#### a) Initiativer, systemer og løsninger fra andre bransjer

Det ble i kapittel 2 i rapporten trukket frem noen relevante initiativer og systemer for automatisert datainnsamling. Et aktuelt system fra luftfart er FDM (Flight Data Monitoring), hvor innsamlede sensordata benyttes til å identifisere, kvantifisere og vurdere risiko knyttet til gjennomføring av flygninger på bakgrunn av avvik mellom praksis og standardiserte operasjonsprosedyrer. Sammenlignet med boring har FDM noen klare paralleller til *drilling recorder*, mens tilsvarende paralleller er vanskeligere å identifisere innenfor topside produksjon. Produksjonsprosessen er, sammenlignet med flyging og boring, generelt sett mye mer dynamisk og nyansert. Til tross for dette kan en se for seg bestemte avgrensede operasjoner hvor tilsvarende systemer/prinsipper kunne blitt anvendt. Et eksempel kan være oppstart av brønner, hvor det i mange tilfeller er viktig å åpne ventiler i spesielle sekvenser og under bestemte trykkforhold. Her kunne innsamling av sensordata og gjennomgang/analyse av disse hatt en viktig læringsfunksjon.

HUMS (Health and Usage Monitoring System) er et annet system fra luftfart som ble diskutert i kapittel 2. Systemet brukes for overvåkning av et helikopters tekniske tilstand og samler inn sensordata, herunder primært vibrasjonsdata, for å identifisere uønskede trender og utføre proaktivt vedlikehold. HUMS kan sammenlignes med for eksempel tilstandsovervåkningssystemer for roterende offshoreutstyr, slik som pumper og kompressorer. Dette er systemer som lenge har vært i utstrakt bruk i petroleumsindustrien, så overføringsverdien fra HUMS anses å være noe begrenset.

Som nevnt i kapittel 2.2, er også overføringspotensialet fra PAS 1882 (kjøretøydata) til petroleumsnæringen foreløpig begrenset, siden det mangler et standardisert format for innsamling og rapportering av data.

Digitale tvillinger kan brukes til overvåkning og til å gjengi tidligere hendelser, og kan i seg selv også være en kilde til rapporter, for eksempel i form av lister over uønskede hendelser eller tidspunkt der kontrollsystemet har utført en korleksjon. Etter en uønsket hendelse vil det være gunstig å kunne "spille av" hendelsen på nytt og den digitale tvillingen kan bidra med å gi en viss kontekst til sensordataene. Digitale tvillinger er som nevnt allerede i bruk i petroleumsnæringen, men potensialet til utvidet bruk er betydelig.

#### **b) Forutsetninger og hindringer for mer automatisert innsamling og deling av data**

Dette er i stor grad diskutert og sammenfattet i kapittel 3.4 og gjentas derfor ikke her. Noen sentrale stikkord er imidlertid behov for økt standardisering, datakvalitet og dataforståelse, tillit til dataene, entydig navngiving av utstyr, egenskaper og 'eventer', cybersikkerhet og klart definert eierskap til dataene.

#### **c) Innsamlede feil- og hendelsesdata samt videre bruk av disse**

Som beskrevet i case 1 (boring) blir det det meste av data fra automasjonssystemene automatisk logget. Statistikk som viser når et system har gjort en intervensjon for å unngå en uønsket hendelse, logges også automatisk. For case 2 (kritiske sikkerhetssystemer topside) ble det nevnt systemer for tilstandsovervåkning som basert på grenseverdier automatisk genererer alarmer ved degradert tilstand av utstyr. Diverse 'eventer', og alarmer genereres også automatisk, basert på for eksempel sammenligning mellom to instrumenter som måler det samme. Likevel er det fortsatt slik at mye feil- og hendelsesrapportering gjøres av mennesker, og der rapporter og data blir automatisk generert blir disse gjerne manuelt evaluert og verifisert, og resultatene blir dermed også subjektive. Historisk sett har det dessuten vært begrenset fokus på hvordan man skal utnytte data og rapporter til forbedring og læring, slik at data og informasjon gjerne har blitt liggende ubrukt. Imidlertid ser en at økt standardisering og datakvalitet, stadig økende regnekraft, bedre optimaliseringsalgoritmer, samt villighet til å dele data, vil føre til at man i større grad kan benytte data til å se forbedringsmuligheter og sammenhenger som ikke er så åpenbare for mennesker å oppdage. På denne måten kan man forhåpentligvis også redusere antall hendelser som krever manuell oppfølging, noe som for eksempel kan frigjøre tid til å analysere og bedre forstå bakenforliggende årsaker.

#### **d) Systemer som dataene typisk samles inn fra**

Relevante systemer som det typisk samles inn data fra er oppsummert i kapittel 3.1 og inkluderer Safety and Automation system (SAS), Tilstandsovervåkningssystemer, Information Management System (IMS), Well Integrity Management System (WIMS), Drilling recorder, Computerized Maintenance Management System (CMMS), Avviks- og hendeshåndteringsystem og Skiftlogg. Ulike utfordringer knyttet til disse, som for eksempel begrenset datagrunnlag, dataforståelse og cybersikkerhet er diskutert nærmere i kapittel 3.4.

#### **e) Implikasjoner av EU sin AI-Act**

AI-Act har en meget vid definisjon av AI-systemer, som ut ifra vår tolkning omfatter det aller meste av OT-systemer. OT-systemer i petroleumsindustrien er designet med redundante sikkerhetsbarrierer (inkludert softwarebaserte barrierer på PLS-nivå), slik at nesten alt av OT vil kunne regnes som "high-risk AI systems". Systemer i denne kategorien må innfri en rekke krav, og noen av disse ventes å føre til betydelig merarbeid. Personvern hensyn virker foreløpig ikke veldig relevant for OT-systemer i petroleumsindustrien. For detaljer, se kapittel 2.3.1.

## 4.2 Anbefalinger til næringen

Anbefalinger til næringen er oppsummert i Tabell 3.

Tabell 3 Oppsummering av anbefalinger til næringen.

Nr.	Utfordring	Anbefaling	Ref.
1.	Usikkerhet knyttet til nytteverdi og bruk av innsamlede data.	Integrere domenekompetanse i prosjekter rundt datainnsamling. Tydeliggjøre nytteverdi for alle involverte parter.	3.2.1 3.3.1
2.	Overgang fra kalenderbasert til tilstandsbasert vedlikehold.	Tydelige krav til og prosedyrer for å sikre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kvalitet på automatisk genererte data</li> <li>• synkronisering og interoperabilitet mellom systemer</li> <li>• håndtering av uforutsette hendelser/bortfall</li> <li>• god oversikt over hvilke feilmoder som detekteres ved selvtest/diagnostikk og hvilke som må testes manuelt</li> <li>• riktig instrumentering/ system for oppgaven</li> </ul>	3.3.2
3.	Behov for instrumentering og kapasitet på overføring av data.	Ta høyde for nødvendig instrumentering og tilhørende behov for dataoverføringskapasitet allerede i FEED. For brownfield, gjøre en nøye gjennomgang av hvilke data som er nyttige og nødvendige.	3.3.4
4.	Inkonsistent gruppering av utstyr og bruk av feilkoder, samt klassifisering av utstyrsegenskaper.	Tilrettelegge for å benytte felles plattformer/standarder som muliggjør interoperabilitet i hele verdikjeden og livssyklusen. Entydig tagging av utstyr, egen.	3.3.4
5.	Uklarhet knyttet til eierskap til data, kostnader og forretningsmodeller.	Det er behov for å se på forretningsmodeller som på en rettferdig måte definerer eierskap og kostnader knyttet til datainnhenting og forvaltning av dataene.	2.3.2 3.4
6.	Hva er terskelen for at en observasjon skal rapporteres som en feil?	Entydig definisjon av hendelser og fail/pass kriterier.	3.3.5 3.4
7.	Ny teknologi for automatisert rapportering påvirker uavhengighet mellom systemer.	Gjennomføre detaljerte og målrettede analyser som ser spesielt på koblinger og mulige avhengigheter mellom systemer. Herunder også hensynta security-aspekter.	3.4
8.	Mangelfull presisjon / oppløsningsnivå på automatisk genererte alarmer.	Se på muligheter for mer presise og applikasjonsspesifikke alarmdefinisjoner, og dessuten på bedre algoritmer for sammenstilling av ulike datakilder.	3.3.2
9.	Mangelfull tidssynkronisering av sanntidslogger fra forskjellige systemer.	Sørg for at forskjellige systemer som samhandler har god tidssynkronisering slik at respektive loggedata kan analyseres med	3.2.1

Nr.	Utfordring	Anbefaling	Ref.
		visshet om at rekkefølge/tidsstempel er riktig.	
10.	Mangelfull metadata/dokumentasjon om definisjon og beskrivelse av tags i sanntidslogger.	Økt bevissthet om hva loggedata skal/kan brukes til, og mer bruk av "universelle" definisjoner av tags. Unngå unødvendige duplikat og "nesten-duplikat".	3.2.1
11.	Unødvendige operatørfeil som burde vært unngått.	Mer og bedre input-validering (sanity checks) i automasjonssystemene slik at det i større grad blir vanskelig/umulig å gjøre feil. Samtidig viktig å unngå at nødvendig fleksibilitet forsvinner.	3.2.1
12.	Fare for "rapportstøy" ved økt/automatisert rapportering.	Finn et fornuftig skille mellom hva slags informasjon som bør "pushes" til mottakere og hva som må oppsøkes aktivt.	3.2.2

### 4.3 Anbefalinger til Ptil

Anbefalinger til Ptil er gitt i Tabell 4.

Tabell 4 Oppsummering av anbefalinger til tiltak for Ptil.

Nr.	Utfordring	Anbefaling	Ref.
1.	Økt mulighet for feilmargin i RNNP barriereindikatorene (for optimistiske estimer).	Siden barriereindikatorene som rapporteres til Ptil kun inneholder resultater fra testing, kan dette gi for optimistiske estimer for feilrater. Kriteriene for RNNP rapportering bør derfor revurderes til også å inneholde farlige (udetekterte) feil som avdekkes mellom testing.	3.3.1
2.	Noe høy terskel for rapportering til Ptil	Vurdere om det er interessant å dele/rapportere på et lavere nivå, f.eks. ting som enda ikke er blitt avvik, men er eller kan bli et problem.	3.2.1
3.	Ny teknologi for automatisert rapportering påvirker uavhengighet mellom systemer.	Klargjør hva som kreves for å dokumentere at uavhengighet ikke påvirkes.	3.4

### 4.4 Behov for kunnskapsinnhenting

Videre kunnskapsbehov/forslag til videre arbeid er oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5 Anbefalinger knyttet til behovet for kunnskapsinnhenting

Nr.	Anbefaling
1.	I de tilfeller hvor manglende datagrunnlag på grunn av få hendelser er en utfordring, vurdere om simulering av feilscenarier kan danne et virtuelt datagrunnlag som muliggjør automatisert rapportering av sjeldne hendelser. Se på muligheter for virtuell testing og validering av automatiserte rapporteringsfunksjoner.
2.	Mulighet for felles erfaringsdatabaser for sikkerhetskritisk utstyr.
3.	Vurdere mulige gevinster av å dele/rapportere på et lavere nivå, f.eks. ting som enda ikke er blitt avvik, men er eller kan bli et problem.

## Referanser

- [1] M. V. Ottermo *et al.*, 'Rapportering av hendelser i automatiserte systemer i boreoperasjoner', SINTEF 2021:01416. [Online]. Available: <https://www.ptil.no/fagstoff/utforsk-fagstoff/prosjektrapporter/2022/rapportering-av-hendelser-i-automatiserte-systemer-i-boreoperasjoner/>
- [2] Petroleumstilsynet, 'Fagstoff - Ord og uttrykk'. [Online]. Available: <https://www.ptil.no/fagstoff/ord-og-uttrykk/>
- [3] NEK/IEC, 'NEK IEC 62443: Industrial communication networks - Network and system security - Part 2-1: Establishing an industrial automation and control system security program', 2010.
- [4] Offshore Norge, 'EqHub forenkler dokumentasjonskrav'. [Online]. Available: <https://offshorenorge.no/om-oss/nyheter/2022/04/eqhub-forenkler-dokumentasjonskrav/>
- [5] W. G. Bridges, 'Gains from Getting Near Misses Reported', presented at the Global Congress on Process Safety, Houston, Texas, Apr. 2012.
- [6] Riksrevisjonen, 'Riksrevisjonens undersøkelse av NVEs arbeid med IKT-sikkerhet i kraftforsyningen, Dokument 3 av 7 2020-2021'.
- [7] 'PDS forum'. [Online]. Available: <https://pds-forum.com/>
- [8] 'PDS metode'. [Online]. Available: <https://pds-forum.com/pds-method-handbook>
- [9] Petroleumstilsynet, 'Veiledning til Rammeforskriften'. 2019.
- [10] NOU, 'NOU 2015: 13 Digital sårbarhet – sikkert samfunn – Beskytte enkeltmennesker og samfunn i en digitalisert verden'. [Online]. Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/fe88e9ea8a354bd1b63bc0022469f644/no/pdfs/nou201520150013000dddpdfs.pdf>
- [11] 'Britannica Dictionary'. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/dictionary>
- [12] Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM), 'Helhetlig IKT-risikobilde 2015', 2015.
- [13] 'PAS 1882:2021: Data collection and management for automated vehicle trials for the purpose of incident investigation. Specification', 2021, [Online]. Available: <https://shop.bsigroup.com/products/data-collection-and-management-for-automated-vehicle-trials-for-the-purpose-of-incident-investigation-specification/standard>
- [14] European Commission, *Artificial Intelligence Act*. [Online]. Available: <https://artificialintelligenceact.eu/the-act/>
- [15] European Commission, *Annexes to the Artificial Intelligence Act*. [Online]. Available: <https://artificialintelligenceact.eu/annexes/>
- [16] 'Ekspertgruppen for deling av industridata', p. 64.
- [17] 'Rapport fra ekspertgruppen for datadeling i næringslivet', 2020. [Online]. Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/c98cce6745b0486c948c269dc80335c8/rapport-fra-datadelingsutvalget2.pdf>
- [18] S. Lee, M. V. Ottermo, S. Hauge, S. Håbrekke, and M. A. Lundteigen, 'Potential for automated follow-up of safety equipment', 2022.
- [19] S. Hauge Håbrekke, S. ., Lundteigen, M. A., 'Guidelines for standardised failure reporting and classification of safety equipment failures in the petroleum industry, Version 4', 2020:01303, 2020.
- [20] 'ISO 14224:2016 Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment'. 2016.
- [21] 'IEC 61987:2006 Industrial-process measurement and control – Data structures and elements in process equipment catalogues', [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/6225>
- [22] 'ISO 15926: Industrial automation systems and integration — Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities', 2004, [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/29556.html>



[23] 'ISO/IEC 81346: Industrial systems, installations and equipment and industrial products — Structuring principles and reference designations', 2022, [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/82229.html>

[24] 'Rapport fra Sikkerhetsforum, Læring etter hendelser', 2019. [Online]. Available: <https://www.ptil.no/contentassets/da0253135ceb41de9b48c44d38cc1de4/laring-etter-hendelser---sikkerhetsforum-rapport-2019.pdf>

[25] C. Argyris and D. A. Schön, *Organizational learning II. Theory, Method, and Practice*. Reading, Mass: Addison-Wesley Pub. Co, 1995.