

- IRIS Energi
- IRIS Samfunnsforskning
- IRIS Biomiljø
- ULLRIGG Bore- og brønnsenter



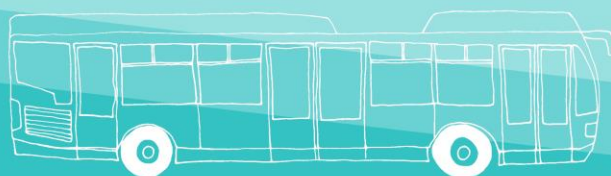
Digitalisering i petroleumsnæringen

Utviklingstrender, kunnskap og forslag til tiltak

Leif Jarle Gressgård, Kjersti Melberg

Martin Risdal, Jon Tømmerås Selvik og Ruth Østgaard Skotnes

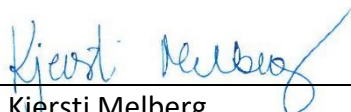
RAPPORT – 2018/001



IRIS Samfunnsforskning

Prosjektnummer: 7303019
Prosjektets tittel: Digitalisering i petroleumsnæringen
Oppdragsgiver(e): Petroleumstilsynet
ISBN: 978-82-490-0910-7
Gradering: Åpen

Stavanger, 05.03.2018



Kjersti Melberg
Forskningssjef



Kåre Hansen
Kvalitetssikrer



Einar Leknes
Direktør
IRIS Samfunnsforskning

©Kopiering er kun tillatt etter avtale med IRIS eller oppdragsgiver.

Vår forskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS-EN ISO 9001 og NS-EN ISO 14001:2004

Forord

Denne rapporten formidler funn i prosjektet «Digitalisering i petroleumsnæringen», som har blitt gjennomført av en tverrfaglig prosjektgruppe ved IRIS fra september til desember 2017. Prosjektet har vært finansiert av Petroleumstilsynet. Vi takker Petroleumstilsynet for oppdraget, og for et godt og konstruktivt samarbeid i prosjektperioden.

Vi har blitt tatt godt imot av bedriftene, organisasjonene og fagekspertene som vi har gjennomført intervjuer med og holdt workshop for. Vi ønsker å rette en stor takk til kontaktpersonene og informanter for øvrig for deres velvillighet til å dele erfaringer og synspunkter med oss.

Stavanger, 5.3.2018

Kjersti Melberg
prosjektleder

Innholdsfortegnelse

FORORD	I
FIGURFORTEGNELSE	5
DEFINISJONSOVERSIKT	6
SAMMENDRAG	9
1. INTRODUKSJON	13
1.1 Innledning.....	13
1.2 Bakgrunn.....	13
1.3 Fremgangsmåte	15
1.4 Rapportens begrensninger	16
1.5 Rapportens disposisjon	16
2. DIGITALISERING SOM GLOBAL TREND	19
2.1 Innledning.....	19
2.2 Digitalisering på tvers av sektorer	24
3. FUNN FRA LITTERATURSØK	27
3.1 Innledning.....	27
3.2 Teknologi og digitaliseringstrender i petroleumsnæringen.....	27
3.3 Teknologi og risiko.....	35
3.4 Digitalisering, arbeidsorganisering og HMS	37
3.5 Oppsummering av litteratursøk	46
4. INTERVJUER OG WORKSHOPS: ANALYSER OG FUNN	49
4.1 Innledning.....	49
4.2 Digitaliseringstrender i petroleumsnæringen	50
4.3 Endringer knyttet til arbeidsformer og arbeidsorganisering	55
4.4 Arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid.....	62
4.5 Tilsynsvirksomhet, regulering og standardisering.....	65
4.6 Oppsummering.....	68
5. DISKUSJON OG FORSLAG TIL TILTAK	71
5.1 Innledning.....	71
5.2 Oppsummering av funn	71
5.3 Diskusjon og forslag til tiltaksområder.....	74

5.4	Avsluttende bemerkninger.....	81
6.	REFERANSER	83
7.	VEDLEGG.....	91
7.1	Utdyping av digitalisering i andre sektorer	91
7.2	Litteratursøk	93
7.3	Intervjuguide	96

Figurfortegnelse

Figur 1-1:	Analysemodell.....	16
Figur 2-1:	Illustrasjon av de fire industrielle revolusjonene	20
Figur 3-1:	Utvikling av Remote Operations Center (ROC) siden 1980	31
Figur 3-2:	Investeringsområder innen digitalisering	35
Figur 3-3:	Digitalisering og organisatorisk og regulatorisk kontekst.....	38

Definisjonsoversikt

Augmented reality (utvidet virkelighet)	Teknologi som kombinerer data fra den fysiske verden med virtuell data, for eksempel ved bruk av grafikk og lyd. Man får et ekstra lag av informasjon. Den ekstra informasjonen vil typisk ikke erstatte virkeligheten, men utvide den på en eller flere måter.
Big data	«Big data» dreier seg om innsamling og analyse av store datamengder ved hjelp av teknologier som datamodeller, mønstergjenkjenning og kunstig intelligens. Big Data defineres ofte som store mengder data med stor informasjonsvariasjon og endring over tid. «Big» avhenger av organisasjon og person.
Cybersikkerhet	Dreier seg om beskyttelse av ting som er sårbare gjennom bruk av IKT (som for eksempel kritisk infrastruktur) ¹ .
Digitalisering	Digitalisering brukes i denne rapporten om innføring av digital teknologi som datatekniske metoder og verktøy for å erstatte, effektivisere eller automatisere manuelle og fysiske oppgaver.
Tingenes internett (Internet of Things; IoT)	Nettverket av identifiserbare gjenstander som er utstyrt med elektronikk, programvare, sensorer, aktuatorer og nettverk som gjør gjenstandene i stand til å koble seg til hverandre og utveksle data.
Industrielle kontrollsystem (ICS)	Systemer som styrer industrielle prosesser og kritiske infrastrukturer. Kalles også driftskontrollsystemer/ prosesskontrollsystemer (automatiserings-, kontroll-, og sikkerhetssystem). Disse systemene kontrollerer fysiske prosesser, og har derfor andre egenskaper enn rene IT-systemer.
Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)	Samlebetegnelse for teknologi for innhenting, overføring, bearbeiding, lagring og presentasjon av informasjon.
Industrialiserte IKT-systemer	Tradisjonelt har administrative systemer (administrasjonsnettverk) blitt kalt IKT-systemer, men siden de industrielle kontrollsystemene i dag i stor grad er digitaliserte og avhengig av digital teknologi kan disse også benevnes som IKT-systemer (Tøndel et al., 2018). Alternativt brukes benevnelsene industrialiserte IKT-systemer eller IKT-baserte industrikontrollsystemer. Dette er typiske systemer som styrer og overvåker operasjonell teknologi.
Informasjonsteknologi (IT)	Informasjonsteknologi er samlebetegnelse for teknologi som bearbeider, lagrer og formidler informasjon i digital form.

¹ Begrepene informasjonssikkerhet, IKT-sikkerhet og cybersikkerhet brukes til en viss grad overlappende (CCIS, 2017).

IKT-sikkerhet	Beskyttelse/sikring av IKT-systemer; hardware (maskinvare) og software (programvare) ¹ .
Informasjons-sikkerhet	Sikring av informasjon, uavhengig av om den er lagret digitalt eller ikke ¹ .
Kunstig intelligens	Kunstig intelligens er et begrep som beskriver datasystemer som kan lære av egne erfaringer og løse komplekse problemstillinger i ulike situasjoner – egenskaper vi tidligere har tenkt er unike for mennesker (Datatilsynet, 2018).
Operasjonsteknologi (OT)	Datatekniske metoder og verktøy som overvåker og kontrollere fysiske enheter i industrielle prosess-system, og er dermed en sentral del av det industrielle kontrollsystem.
Risiko	Konsekvensene av virksomheten med tilhørende usikkerhet
SCADA-system	Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)-systemer er en type industrielt kontrollsystem.

Sammendrag

Denne rapporten sammenfatter og analyserer kunnskap om positive og negative effekter av digitalisering for helse, miljø og sikkerhet (HMS) i petroleumsnæringen. Rapporten er laget på oppdrag fra Petroleumstilsynet i forbindelse med prosjektet «Digitalisering i petroleumsnæringen», hvor hovedmålet er å gi økt forståelse for utviklingstrender innen digitalisering, konsekvenser av digitalisering for menneske, teknologi og organisering, samt å komme med anbefalinger om strategier og tiltak for å følge dette opp. Rapporten er basert på gjennomgang av relevant litteratur og dokumenter, workshops og intervjuer med fageksperter, informanter i en rekke bedrifter i petroleumsnæringen og organisasjoner.

Rapporten beskriver hvordan petroleumsindustrien blir stadig mer avhengig av digitale systemer og teknologi, og at sentrale drivere er teknologisk modning, kostnadsfokus og forventning om positive HMS-effekter. Samtidig er det betydelige barrierer² mot digitalisering i petroleumsnæringen. Næringens høye krav til sikkerhet er en del av forklaringen. Kvaliteten på løsningene er også et viktig element, mens kommersielle hensyn er en tredje årsak. Paradoksalt nok er det slik at til tross for en tilsynelatende stor iver etter å utnytte det potensiale som ligger i digitalisering, viser rapporten at det er overraskende stor motstand mot å ta i bruk slik teknologi hos flere selskaper i næringen.

Digitalisering brukes i denne rapporten om innføring av digital teknologi som datatekniske metoder og verktøy for å erstatte, effektivisere eller automatisere manuelle og fysiske oppgaver. Basert på gjennomgang av litteratur og intervjuer med næringsaktører kan digitaliseringsinitiativene i næringen plasseres i følgende kategorier: 1) roboter og autonome fartøy, 2) integrerte operasjoner, 3) automatisering av boreoperasjoner, og 4) «the digital oilfield». Studien viser at endringene som i dag betraktes som digitaliseringsinitiativ har pågått over flere tiår, og digitalisering av petroleumsnæringen kan dermed i stor grad ses på som en evolusjon heller enn en revolusjon. Fokus er først og fremst rettet mot videreutvikling og bruk av verktøy og prosesser for forbedring av beslutningstaking, samhandling og automatisering. Perioden som næringen er inne i, med moden teknologi og høyt press på effektivitet og kostnader, beskrives som en «brytningstid» med økt fokus på teknologiutvikling- og bruk, samtidig som eldre systemer og arbeidsprosesser råder.

Gjennomgripende digitalisering vil imidlertid medføre en radikal endring i måten som petroleumsindustrien jobber på. Ettersom arbeidsprosesser som i dag utføres av mennesker forventes å bli erstattet av maskinell arbeidsorganisasjon, krever denne utviklingen arbeidstakere med ny kompetanse. I rapporten understrekes det videre at digitalisering ikke bare handler om endring av arbeidsprosesser i egen operasjon og organisasjon, men også om implementering av nye samarbeidsformer og forretningsmodeller. Disse forholdene knyttes til endringer i arbeidsinnhold- og form,

² Ordet «barrierer» brukes i bred forstand i denne rapporten, og er således ikke begrenset til Ptils definisjon og anvendelse slik det er beskrevet i Barrierenotatet (<http://www.ptil.no/getfile.php/1343444/PDF/BARRIEREnotat%20%202017.pdf>).

kompetansebehov, tillit til teknologi og usikkerhet og endringsmotstand. Analysene viser at mange informanter opplever at teknologien nå er moden for å kunne iverksette disse endringene, men at det er avklaringer rundt arbeidsprosesser, roller og ansvar, skiftordninger og arbeidssted mellom de ulike aktørene i verdikjeden som vesentlige hindrene for å gjennomføre endringene.

Teknologisk utvikling må ses i sammenheng med menneskelige, organisatoriske og relasjonelle forhold når betydningen for HMS og risiko for storulykke skal vurderes. I rapporten diskuteres det hvordan flere forhold knyttet til koblingen mellom mennesker og utvikling, implementering og bruk av digital teknologi kan ha implikasjoner for HMS og risiko for storulykke i petroleumsnæringen. Gode løsninger for informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)-sikkerhet er et punkt som trekkes frem som en av hovedutfordringene knyttet til risiko. Det er betydelig bekymring for at den økte graden av digitalisering gjør det vanskeligere å beskytte systemer, ved at man blant annet blir mer avhengige av leverandører og underleverandører med hensyn på å oppdage, avverge og håndtere uønskede hendelser. Stadig mer komplekse IKT-systemer stiller videre økte krav til relevant IKT-kompetanse både internt i næringen og hos tilsynsmyndighetene.

Industrielle automatiserings-, kontroll- og sikkerhetssystemer som benyttes i petroleumsnæringen er nå i stor grad digitalisert og avhengig av digital teknologi³. Disse systemene var lenge isolerte og proprietære, mens de i dag i større grad er basert på kommersielt tilgjengelige komponenter, som f.eks. datamaskiner med Microsoft Windows operativsystem, som øker sårbarheten. I tillegg var disse industrielle systemene fysisk atskilt fra tradisjonelle informasjonssystemer (administrative systemer/kontorstøttesystemer) og åpne nett. Men blant annet behov for overføring av produksjonsdata til informasjonssystemer og fjernvedlikehold, gjør at slik fysisk separasjon ikke lenger er praktisk mulig. Dette betyr også at produksjonsutstyr nå er eksponert for nettverksrelaterte sårbarheter (DNV GL, 2015).

I rapporten stilles det også spørsmål ved om arbeidstakerne involveres tilstrekkelig i digitaliseringsprosessene. En konklusjon er at fagforeningene ikke er spesielt tydelige eller involverte i digitaliseringsprosesser. En årsak kan være at fagforeningene står overfor et dilemma mellom å støtte digitalisering som kan bedre sikkerheten, og å være negative til prosesser som potensielt kan innebære nedbemanning. Tross overveiende positiv innstilling til teknologi som kan redusere arbeidsbelastningen og forenkle hverdagen til de ansatte, er fagforeninger og vernetjenesten i denne analysen overveiende negative til å flytte for mange oppgaver til land, de er negative til outsourcing av IKT-systemer, og skeptiske til konsekvensen av digitalisering for arbeidsmiljø, arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid. Til slutt viser analysene at det er sammensatte synspunkter blant fagekspertene, fagforeninger og bedrifter i næringen når det gjelder i hvilken grad Ptil tilpasser seg digitaliseringen. En generell tilbakemelding er at Ptil oppfattes som lite synlige og til dels passive i denne saken, og

³ Mange ulike begreper benyttes innenfor digitalt sikkerhetsarbeid. Det er små nyanser som utgjør forskjellene mellom begrepene, og begrepene brukes ofte overlappende. Begrepene vil også til en viss grad brukes overlappende i denne rapporten, avhengig av hvilket begrep som er benyttet i litteraturen det henvises til.

det konkluderes i rapporten at Ptil proaktivt bør tilpasse seg den pågående digitaliseringen i petroleumsnæringen.

Avslutningsvis i rapporten diskuteres forslag til områder for tiltak basert på funnene i studien. Vi skiller mellom tiltaksområder for næringen og myndigheter/Ptil. Når det gjelder førstnevnte fremhever vi 1) behov for fokus på IKT-sikkerhet balansert mot nødvendig informasjonsflyt mellom aktører, og muligheter for læring på tvers av bransjer; 2) utvikling og bruk av digital kompetanse, spesielt på ledelsesnivå ettersom næringen er inne i en krevende brytningstid; 3), behov for sosioteknisk perspektiv på teknologiutvikling og HMS, inkludert trening på håndtering av uønskede hendelser i komplekse og teknologiintensive arbeidsprosesser; 4) behov for helhetsfokus i næringen når det gjelder overordnet tilnærming til digitalisering, og 5) behov for begrepsavklaring og felles forståelse av begrepet digitalisering.

Dette siste tiltaksområde (begrepsavklaring) er felles for næringen og Ptil. Øvrige fokusområder for myndigheter/Ptil som diskuteres er knyttet til 1) risikomangfold i brytningstid; 2) risikofaktorer knyttet til samhandling og informasjonsdeling; 3) endringer i kompetansebehov, og 4) behov for tilpasning av mål og monitorering (dvs. RNNP) av risiko i næringen som følge av digitalisering.

1. Introduksjon

1.1 Innledning

Det har lenge vært et uttalt mål i petroleumpolitikken at forvaltningen av olje- og gassressursene skal skje innenfor forsvarlige rammer og at det skal drives kontinuerlig forbedring når det gjelder helse, miljø og sikkerhet (Meld. St. 28, 2010-2011). Dette er en nødvendig forutsetning for en langsiktig utvikling av petroleumsressursene. Kunnskapsbehovet om arbeidsrelatert sikkerhet og konsekvensene av industriens kultur er imidlertid fortsatt stort, og av høy betydning for både bedriftene i petroleumsnæringen og myndighetene (Tharaldsen, 2011). En samlet oversikt over konsekvenser av digitalisering for HMS-området i petroleumsnæringen mangler imidlertid, og man har lite dokumenterte analyser og forskning å vise til på feltet.

IRIS har på oppdrag fra Petroleumstilsynet gjennomført prosjektet «Digitalisering i petroleumsnæringen», hvor hovedmålet har vært å innhente og sammenfatte kunnskap om sentrale utviklingstrender for digitalisering i petroleumsnæringen, og positive og negative effekter av digitalisering for helse, miljø og sikkerhet (HMS), og arbeidsorganisering. Denne rapporten sammenfatter resultater fra dette arbeidet.

Hensikten med rapporten er å gi økt forståelse for utviklingstrender innen digitalisering og mulige konsekvenser for menneske, teknologi og organisering. Dette skal bidra til økt bevissthet i petroleumsnæringen, inkludert hos tilsynsmyndighetene, om overordnede prosesser og risikoer knyttet til digitalisering. Rapporten kommer med anbefalinger om strategier og tiltak for å adressere risikoer knyttet til digitalisering. Dette vil blant annet kunne danne grunnlag for tilrettelegging av tilsynsvirksomhet tilpasset endringene i næringen som følge av de pågående digitaliseringsprosessene. Rapporten gir også innspill til prioriteringer for forskning, utredning og tiltak.

1.2 Bakgrunn

Petroleumsnæringen gjennomgår for tiden omstillingsprosesser knyttet til krav både om økt kostnadseffektivitet, nedbemanning, organisasjonsendringer og langsiktig lønnsomhet ved å ta i bruk nye arbeidsformer og proaktiv omstilling til digitale løsninger (Svahn, Mathiassen & Lindgren, 2017). Næringen bekrefter selv at digitalisering står høyt på agendaen i (DNV GL, 2017). Digitalisering innebærer en tettere sammenkobling (i tid og/eller tilgang) av sensorinformasjon, databaser, modeller, mennesker og beslutninger. Dette kan omfatte alt fra videreutvikling av integrerte operasjoner, økt bruk av fjernstyring, økende grad av automatisering, mer utstrakt bruk av robot og utnyttelse av mulighetene som ligger i «big data»⁴ som underlag for beslutningsstøtteverktøy ved for eksempel produksjonsoptimalisering.

⁴ «Big data» dreier seg om innsamling og analyse av store datamengder ved hjelp av teknologier som datamodeller, mønstergjenkjenning og kunstig intelligens. Big Data defineres ofte som store mengder data med stor informasjonsvariasjon og endring over tid. «Big» avhenger av organisasjon og person.

Det pekes på følgende forhold som drivere for det økte fokuset på digitalisering (WEF, 2017):

- Et permanent fall i oljepriser kombinert med økende utvinnings- og produksjonskostnader har bidratt til stort fokus på effektivisering. I horisonten lurer også endringer i energimarkedet hvor nye energikilder og økt fokus på miljøet truer olje og gass sin rolle som den klart dominerende energikilden.
- Teknologiske fremskritt innen og modning av digitale plattformer, sensorteknologi, mobilitet, datalagrings- og beregningskraft og kunstig intelligens åpner opp for nye muligheter og løsninger.
- Sluttbrukere har økende forventninger om personlige og engasjerende brukeropplevelse på tvers av alle industrier. De har også økt fokus på miljø og dermed valg av energikilde.

Digitalisering av oljeindustrien har potensiale til å gi stor verdi for industrien, dens kunder og samfunnet i sin helhet de neste tiårene. Beregninger indikerer et økonomisk potensial på \$1 trillion for oljeindustrien, og \$640 milliarder for samfunnet som helhet (World Economic Forum, 2017). I tillegg er det forventet store positive miljømessige effekter gjennom reduksjoner i CO₂-utslipp og vannforbruk fra olje- og gassproduksjon.

Derimot er det også kjent at økende bruk av digitale teknologier gjør petroleumsindustrien mer utsatt for sårbarheter og nye trusler (Meld. St. 38, 2016-2017; NOU 2015:13). Dataangrep øker blant annet i omfang, blir mer sofistikerte og vanskeligere å forsvare seg mot. Eksempelvis er de industrielle kontrollsystemene som benyttes i petroleumsnæringen nå i stor grad digitalisert og avhengig av digital teknologi. Disse systemene var lenge isolerte og proprietære, mens de i dag i større grad er basert på kommersielt tilgjengelige komponenter, som f.eks. datamaskiner med Microsoft Windows operativsystem, som øker sårbarheten. I tillegg var disse industrielle systemene fysisk atskilt fra tradisjonelle informasjonssystemer (administrative systemer/kontorstøttesystemer) og åpne nett. Blant annet behov for overføring av produksjonsdata til informasjonssystemer og fjernvedlikehold, gjør at slik fysisk separasjon ikke lenger er praktisk mulig. Dette betyr også at produksjonsutstyr nå er eksponert for nettverksrelaterte sårbarheter (DNV GL, 2015).

Digitalisering kan gi positive HMS-konsekvenser ved at digitale løsninger fjerner risikoutsatt arbeid og eksponering, samtidig som at utviklingen kan medføre utfordringer knyttet til situasjonsforståelse og risikopersepsjon (forståelse av risiko)⁵. Når man utvider funksjonalitet og knytter sammen IKT på nye og stadig mer komplekse måter, blir det vanskeligere for folk å holde oversikt over de underliggende forutsetningene og antagelsene som er gjort. Andre ganger henger en igjen med antagelser som ikke lenger gjelder. Personene som skal ta kritiske beslutninger får dermed begrenset systemforståelse og blir fremmedgjorte, og har ikke lenger fullgod oversikt over sårbarhetsbildet. Dette kan også være overførbart til automatiseringen av

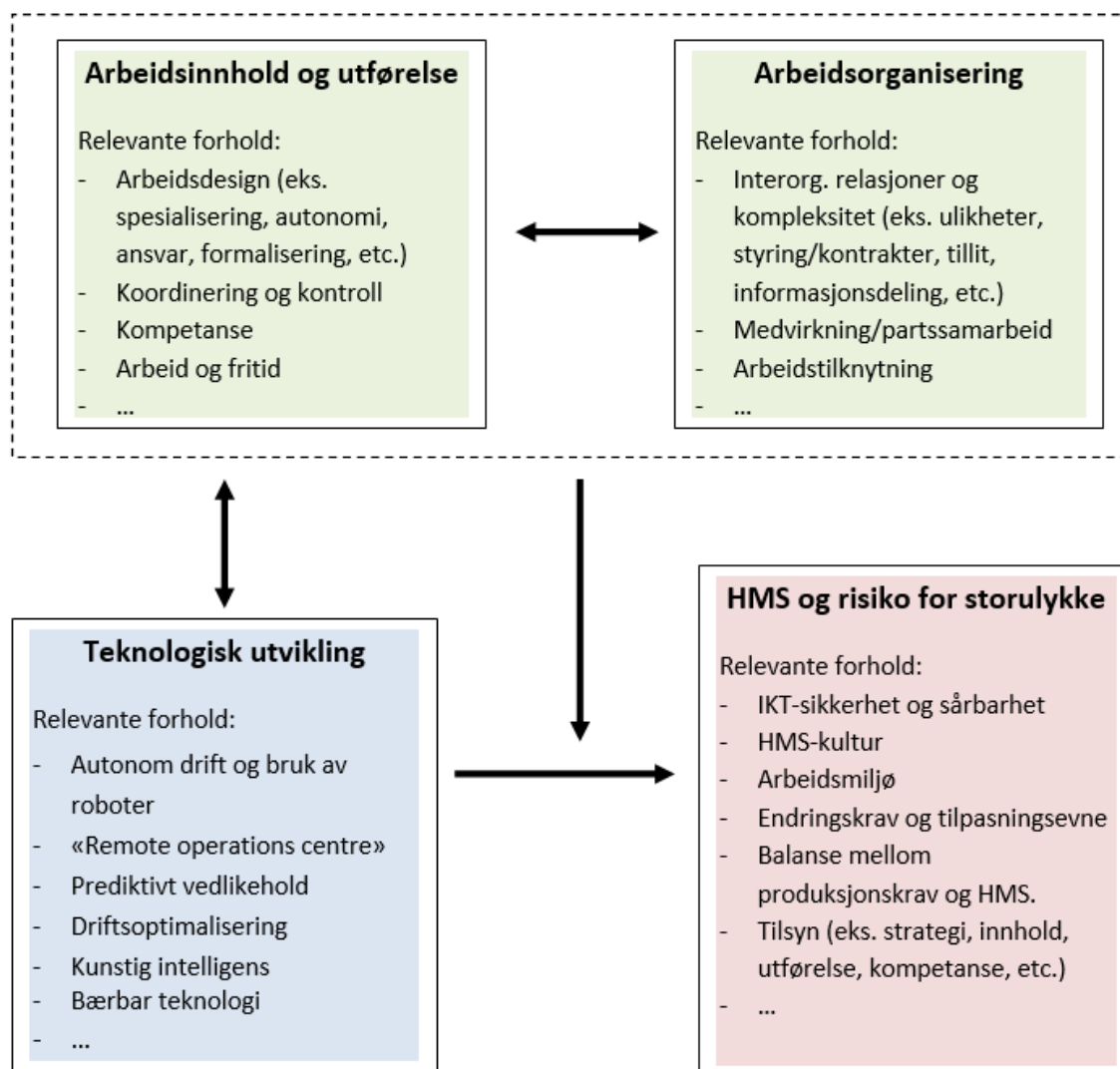
⁵ Helse, arbeidsmiljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten - Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe (<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/helse-arbeidsmiljo-og-sikkerhet-i-petroleumsvirksomheten/id2573172/>)

arbeid på installasjoner offshore og kan kobles til begrepet «sensemaking» (meningsdanning på norsk) (Carr, 2014). Digitalisering og automatisering fører til økt kompleksitet, og prosessene foregår usynlig på innsiden av maskiner, som fører til utfordringer for menneskene som skal arbeide med disse maskinene. De mister oversikten og forståelsen av hvordan prosessen foregår, og kan derfor også ta feil valg i krisesituasjoner (Weick, 2001).

Teknologiske endringer vil ha konsekvenser for både innhold, utførelse og organisering av arbeid (Tilson, 2010). Digitalisering vil trolig påvirke ulike yrker i Norge i tiårene som kommer, og det antas at en tredjedel av den norske sysselsettingen vil bli utsatt for automatisering i løpet av de neste tyve årene (Parjanen, Rouvinen & Ekeland, 2015). Omstillingen av denne typen har over lang tid vist seg å ha innvirkning på arbeidsmiljø og sikkerhet (Melberg & Mikkelsen, 2016; Irgens, 2011; Jacobsen, 2012). Dette forsterkes av at involvering av arbeidstakere i saker som har betydning for HMS ikke alltid skjer tidlig nok til at arbeidstakernes innspill blir en del av beslutningsgrunnlaget (Antonsen, Madsen & Ravn, 2009; Melberg et al., 2018). Selv om det er en risikoutsatt bransje med hensyn til oppfølging av arbeidsmiljøet, er det likevel slik at bedriftene har ulike erfaringer med partssamarbeid og involvering av HMS-personale (Holte, Lie & Bratt, 2013; Melberg et al., 2018).

1.3 Fremgangsmåte

Prosjektet har gjennom litteratursøk, intervjuer og workshops samlet informasjon og opparbeidet en kunnskapsoversikt over sentrale utviklingstrender for digitalisering i petroleumsnæringen, og positive og negative effekter av digitalisering for HMS og arbeidsorganisering. Vi vil anvende modellen som illustrert i Figur 1-1 som rammeverk for analyser av funn fra litteratursøk, intervjuer og workshops. Modellen viser at digitalisering og teknologisk utvikling har direkte og indirekte betydning for forhold relatert til HMS og risiko for storulykke. Teknologien i seg selv innebærer endring av risikoforhold knyttet til IKT-sikkerhet og sårbarhet. Dette kan være både tilsiktet (f.eks. hackerangrep) og utilsiktet (f.eks. systemfeil). Digitalisering innebærer også endring av forhold knyttet til arbeidsinnhold-, utførelse- og organisering, som kan ha konsekvenser for risikobildet. Teknologisk utvikling må dermed også ses i sammenheng med menneskelige, organisatoriske og relasjonelle/interorganisatoriske forhold når betydningen for HMS og risiko for storulykke skal vurderes.



Figur 1-1: *Analysemodell*

1.4 Rapportens begrensninger

Rapportens datagrunnlag består av funn fra litteratursøk, samt intervjuer og workshops med representanter fra ulike deler av petroleumsnæringen. Dette datagrunnlaget er utgangspunkt for kunnskapsoversikten og påfølgende analyser, og begrensninger for datagrunnlaget utgjøre derfor de viktigste begrensningene for rapporten.

Kunnskapsoversikten som litteratursøk gir er begrenset av de kilder det er mulig å finne, og som kan regnes som pålitelige. Kunnskapsoversikten fra intervjuer og workshops er begrenset av at intervjuobjekter og deltakere på workshops utgjør et begrenset utvalg av petroleumsnæringen, og ytringer fra disse vil være subjektive og farget av egne erfaringer.

1.5 Rapportens disposisjon

I de påfølgende delene av rapporten følger først et kapittel om digitalisering som global trend og erfaringer fra andre sektorer som er av relevans for petroleumsnæringen. Det

etterfølgende kapitlet presenterer så en kunnskapsoversikt basert på litteratursøkene som belyser digitaliseringstrender i petroleumsnæringen, og digitaliseringens konsekvenser for HMS og arbeidsorganisering. Kapittel 4 oppsummerer funn og analyser av data samlet inn i intervjuer, workshoper og dokumenter. Rapporten avsluttes med kapittel 5, som gir en overordnet diskusjon og konklusjon som inkluderer anbefalinger om strategier og tiltak.

2. Digitalisering som global trend

2.1 Innledning

Digitalisering endrer den globale økonomien på flere måter. En påstand er at globalisering har entret en ny æra som karakteriseres av flyt av informasjon, ideer og innovasjon på tvers av landegrensener i høyt tempo (Manyika, 2016). Digitale plattformer er nøkkelen i denne nye globale æraen. Dette inkluderer en rekke offentlige internettplattformer, inkludert operativsystemer, sosiale nettverk, digitale medieplattformer, 'e-commerce websites' og ulike typer online markedsplasser. Et fellestrekk er at alle anvender automatisering og algoritmer som gjør det mulig å koble hvem som helst når som helst, og til lave kostnader (ibid.).

Norge rangeres blant annet i «The Digital Evolution Index 2017 (DEI 17)» (Chakravorti, 2017) som et velutviklet land når det gjelder digitalisering, og er og høyt rangert blant europeiske byer i EUs «2017 Digital Economy and Society Index»⁶. Både når det gjelder befolkningens digitale kompetanse, utbredelsen av bredbånd, internettbruk, samt digitalisering i privat og offentlig sektor skårer Norge høyt. Vi plasseres likevel i en kategori i DEI 17 som tilsier at selv om man har nådd et høyt nivå på digital utvikling, er det en risiko for en svekket utvikling i tiden som kommer. Det pekes derfor på et behov for sterkere fokus fra både næringsliv, offentlig sektor og myndigheter på digital innovasjon (ibid.).

Faglig sett har globalisering vært et nøkkelord også i samfunnsvitenskapen i flere tiår, men har i de senere årene blitt enda tydeligere koblet til begrepet 'industrial safety' og trendene digitalisering, standardisering, outsourcing og selv-regulering, ifølge Le Coze (2017). I Le Coze sitt rammeverk heter det at «Safety implications (are) extended information infrastructures creating complex human-machine collaboration issues with a risk of decoupling between physical processes and human decision making processes» (Le Coze, 2017). De digitale teknologiene omtales som muliggjørende teknologier, noe som innebærer at de har potensialet til å påvirke den sosioøkonomiske verden. Det er derfor digitaliseringen omtales som en ny industriell revolusjon (Schwab, 2016).

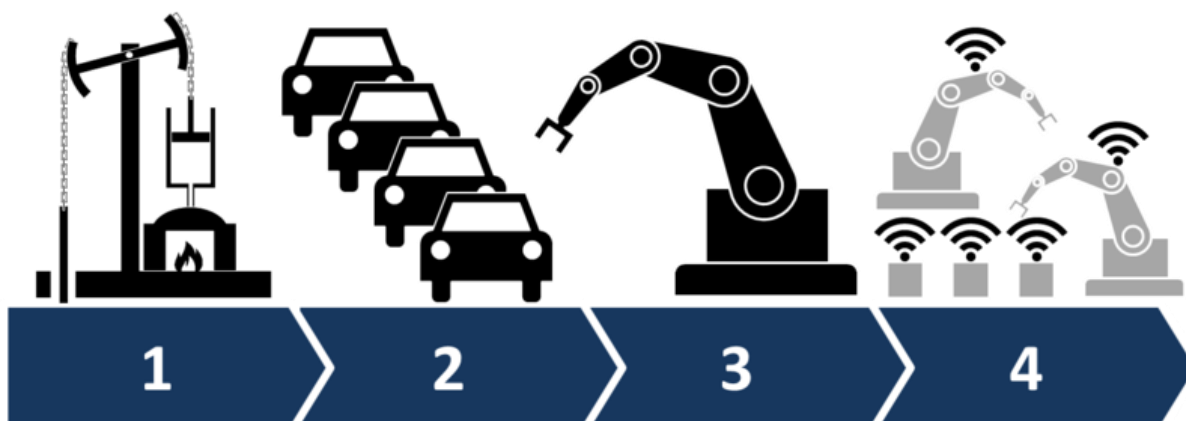
Digitaliseringen har allerede forandret menneskenes hverdag og arbeidsliv. Den digitale transformasjonen av industri og samfunn kalles ofte den fjerde industrielle revolusjon, som diskuteres i neste delkapittel. Mulighetene, endringer og konsekvenser varierer mellom ulike næringssektorer, og de etterfølgende delkapitlene gir en overordnet gjennomgang av utvalgte sektorer. Potensialet for erfaringsoverføring knyttet til digitalisering fra andre sektorer til petroleumsnæringen drøftes avslutningsvis i kapitlet.

Den fjerde industrielle revolusjon; industri 4.0, de siste årenes teknologiske gjennombrudd innen felt som robotikk, kunstig intelligens, nanoteknologi og Internet of

⁶<https://www.norway.no/en/missions/eu/about-the-mission/news-events-statements/news2/desi-report-norway-2-on-digitalization-in-europe/>

Things (IoT)⁷ har muliggjort en digital transformasjon av industrien, og blir som tidligere nevnt ofte omtalt som den fjerde industrielle revolusjon. Begrepet stammer fra et høyteknologisk strategiprojekt til den tyske regjering som fikk navnet «Industrie 4.0», hvor fokus var å ta i bruk datamaskiner i produksjonsindustrien (Hermann, 2016). Implementering av strategien er fundert på fire designprinsipp:

- Interoperabilitet: Evnen til maskiner, instrumenter, sensorer og mennesker til å koble seg sammen og kommunisere med hverandre.
- Gjennomsiktighet av informasjon: Informasjonssystemers evne til å lage virtuelle kopier (digital tvilling) av den fysiske verden ved å utvide digitale statiske modeller med sensordata.
- Teknisk assistanse: Systemers evne til å støtte mennesker i å ta velfunderte avgjørelser og løse problemer på kort tid ved å aggregere og visualisere relevant informasjon på en forståelig måte. Også systemers evne til å fysisk støtte mennesker i å utføre oppgaver som er ubehagelige, utmattende eller utrygge.
- Desentraliserte avgjørelser: Systemers evne til å ta avgjørelser på egen hånd, og til å utføre oppgaver så autonomt som mulig. Oppgaver skal bare delegeres til høyere nivå (dvs. mennesker) ved avvik, barrierer eller målkonflikt.



Figur 2-1: Illustrasjon av de fire industrielle revolusjonene (illustrasjon laget av Christoph Roser, AllAboutLean.com).

2.1.1 Industri 4.0s teknologiske fundament

Designprinsippene for den fjerde industrielle revolusjon muliggjøres og akselereres av teknologiske fremskritt innen ulike områder som omtales som Industry 4.0s ni pilarer⁸. Flere av disse områdene er allerede i bruk i dag, men med integrasjon mellom de ulike

⁷ Tingenes internett, også kjent under det engelske begrepet Internet of Things (IoT), er nettverket av identifiserbare gjenstander som er utstyrt med elektronikk, programvare, sensorer, aktuatorer og nettverk som gjør gjenstandene i stand til å koble seg til hverandre og utveksle data.

⁸https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx

teknologiene vil en nå et nytt nivå av produktivitet og forutsigbarhet. De ni teknologiområdene diskuteres under.

Big data og analyse: Analyse av store datamengder ved hjelp av teknologier som datamodeller, mønstergjenkjenning og kunstig intelligens vil gi verdifull innsikt med hensyn på å optimalisere produksjonseffektivitet og -kvalitet, og vedlikeholdsprogram. Det vil også gi verdifull innsikt for å understøtte beslutningsprosesser, og samtidig være underlag for automatiserte og delautomatiserte systemer som autonome roboter.

Autonome roboter⁹: Roboter har vært i bruk lenge, men de blir stadig mer autonome, fleksible og enkle å instruere og å samarbeide med for mennesker. Robotene vil fortsette utviklingen med å bli billigere og ha mer funksjonalitet, og vil kunne arbeide med og lære av sine menneskelige kollegaer.

Simulering: I designfasen har 3D-simuleringer av produkter, materialer og bygninger vært i bruk lenge. Dette tas i stadig større grad i bruk i driftsfasen også, da med anvendelse innen forberedelse av ulike operasjoner og i opplæring og trening.

Horisontal og vertikal systemintegrasjon: De fleste av dagens IT-system er ikke fullt integrert med hverandre. I fremtiden vil bedrifter, avdelinger og ulike funksjonsområder ha en langt mer sammenhengende IT-struktur. Dette muliggjør bedre og mer effektiv informasjonsflyt, og fullverdig automatisering av verdikjeder.

Industriell IoT: Stadig flere instrumenter og sensorer har funksjonalitet med innebygd datamaskin og standardisert kommunikasjonsgrensesnitt mot andre instrumenter og systemer. Dette gjør at instrumentene kan innhente informasjon lokalt, og kommunisere og samarbeide både med hverandre lokalt eller med sentraliserte system. Dette muliggjøre videre desentraliserte analyser og automatiserte sanntids-beslutninger.

Datasikkerhet: Den økte graden av integrasjon mellom ulike system øker faren for og konsekvensene av dataangrep. Sikre kommunikasjonsforbindelser og sofistikerte identitets- og aksessmetoder i grensesnittene maskin-maskin og menneske-maskin er derfor essensielt, og har et høyt fokus.

Nettskyen: Med økende systeminteraksjon og deling av informasjon mellom lokasjoner og bedrifter, vil bruk av skyløsninger øke. Ytelsen til skybaserte teknologier vil stadig bli bedre, og vil muliggjøre mer datadrevne og dynamiske tjenester for produksjons-systemer.

Additiv produksjon: Bruk av 3-D printere er i stadig utbredelse, men først og fremst innen produksjon av prototyper. Teknologien vil etter hvert muliggjør produksjon av mindre produksjonsserier av komplekse strukturer med lav vekt, og åpne opp for desentralisert produksjon som kan bidra til å redusere transportkostnader og lagerhold.

⁹ Autonome roboter utfører oppgaver med høy grad av selvstendighet, dvs. uten å bli kontrollert eller styrt av et menneske, som for eksempel selvkjørende biler.

Augmented Reality¹⁰: «Augmented reality»-baserte systemer muliggjør en rekke tjenester som å kunne gi arbeidere sanntidsinstruksjoner for å forbedre sikkerhet og arbeidsprosesser. Dette kan for eksempel gjøres via utstyr som briller med funksjonalitet for å vise relevant informasjon til arbeidere mens arbeid utføres.

Sensorer, instrumenter og systemer vil etter hvert kobles sammen langs hele verdikjeden på tvers av bedrifter. Systemene vil interagere med hverandre via standard internettbaserte kommunikasjonsprotokoller, og kunne forutse feil, konfigurere seg selv og tilpasse seg endringer. Resultatet vil være raskere, mer effektiv og fleksibel produksjon med høyere kvalitet og lavere kostnad. Dette vil igjen endre økonomiske forutsetninger, bidra til økonomisk vekst og endre profilen til arbeidsstyrken. Enkeltteknologiene som er presentert her fokuserer på produksjonsindustri, men er også relevante i andre sektorer.

Som en konsekvens av disse trendene diskuteres muligheter for en re-industrialisering av norsk næringsliv (Meld. St. 27 (2016-2017)). Mens arbeidsprosesser som i dag utføres av mennesker forventes å bli erstattet av maskinell arbeidsorganisasjon, så krever industri 4.0 arbeidstakere med ny og mer avansert kompetanse. Dette ses på som en mulighet for Norge. Et annet viktig moment er at mens standardiserte produksjonsprosesser med høye volum har vært typisk for den tredje industrielle revolusjonen, så vil industri 4.0 åpne for fleksible småskalaserier produsert «on demand». Høy grad av automatisering vil kunne åpne for industriell vareproduksjon i høykostnadsland som Norge, og mulighetene som ligger i teknologien vil åpne for effektiv produksjon i mindre og mellomstore bedrifter og ikke bare i storindustrien.

2.1.2 Risiko og sårbarheter i et digitalt samfunn

Det er flere utfordringer som må håndteres på veien mot den fjerde industrielle revolusjon. Produksjonsprosessene vil være organisert på tvers av industribedrifter innenfor «verdiskapingsnettverk» som produserer på basis av sanntidsinformasjon («order-based-production»). Produksjonsplanleggings- og styringsprosesser vil ikke lengre være vertikalt integrert innenfor bedriften, men vil være organisert horisontalt i nettverk av forskjellige produserende bedrifter. Slike verdiskapingsnettverk vil være temporære, og produksjonsrelevante data skal derfor være tilgjengelige i tidsbegrensede forhold. Noen av de mest fremtredende utfordringene er (Jänicke, 2015):

- IT-sikkerhet i bred forstand
- Driftssikkerhet og stabilitet på kritiske maskin-til-maskin kommunikasjon
- Opprettholdelse av integriteten til produksjonsprosesser
- Behov for å unngå enhver liten IT-feil, da disse kan skape kostbare produksjonsstanser
- Behov for å beskytte industrispesifikk kunnskap

¹⁰ Augmented reality (utvidet virkelighet på norsk) er en teknologi som kombinerer data fra den fysiske verden med virtuell data, for eksempel ved bruk av grafikk og lyd. Man får et ekstra lag av informasjon. Den ekstra informasjonen vil typisk ikke erstatte virkeligheten, men utvide den på en eller flere måter.

- Manglende kompetanse for å klare å gjennomføre overgangen til den fjerde industrielle revolusjon
- Generell motstand mot endring som følge av redsel for sikkerhetsbrudd innen eget ansvarsområde eller frykt for å miste egen stilling

En annen viktig utfordring for digitalisering er datakvalitet. Data utgjør fundamentet til et digitalt samfunn, og må være korrekte og av høy kvalitet for å oppnå de ønskede effektene av digitale løsninger (Haug, 2011). Lav datakvalitet kan på den andre siden gi økte operasjonelle kostnader, lavere tillit til selskap og økt risiko for uønskede hendelser.

Ifølge Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) skaper digitaliseringen av samfunnet nye verdier og utviklingsmuligheter, men kan også utvide sårbarhetsflaten til verdier og interesser vi ønsker å beskytte. Utfordringene i det digitale rom er grenseoverskridende og går på tvers av stater, sektorer og virksomheter. Hurtigheten og endringstakten utfordrer også IKT-sikkerhetsarbeidet. Hvilke strategiske valg og tiltak som iverksettes fra myndighetene for å styre utviklingen av samfunnet og redusere risiko, blir avgjørende.

En nyere rapport fra NSM (NSM, 2017) sier at tilsiktede uønskede handlinger er en økende trussel mot våre verdier, og at slike handlinger ofte utføres av aktører som er krevende å kartlegge. NSM har gjennom flere år sett en tydelig og jevn økning av antall målrettede cyberangrep mot norske interesser, både offentlige og private, og antar en videre økning i årene som kommer. Cyberangrepene blir stadig mer avanserte og mer profesjonelt utført, og store økonomiske verdier går tapt hvert år.

Politiets sikkerhetstjeneste (PST) vurderer¹¹ at norske interesser i tiden fremover vil utsettes for etterretningsvirksomhet fra fremmede stater, spesielt innen forsvars- og beredskapssektoren, politiske beslutningsprosesser og kritisk infrastruktur. NSM registrerer også at statlige aktører forsøker å etablere seg i norske offentlige virksomheters digitale infrastruktur (ibid.). Dette utgjør betydelig risiko for offentlig forvaltning og for virksomheter som forvalter kritisk infrastruktur, kritiske samfunnsfunksjoner og høyteknologi. Trusselaktører følger med på de mest attraktive målene kontinuerlig, slik at den minste sårbarhet kan utnyttes i det øyeblikk den oppstår.

Mange av kritiske samfunnsfunksjoner som forsvar, lov og orden, helse og omsorg, og finansielle tjenester forvaltes av virksomheter på vegne av samfunnet (NSM, 2017). Virksomhetene må selv vurdere hvilke konsekvenser det kan få dersom verdiene de forvalter skulle rammes av uønskede hendelser. Slike verdier kan være informasjon (f.eks. virksomhetskritisk informasjon som patenter, anbud, produksjonsplanlegging, budsjetter og produksjonsbeskrivelser), digital infrastruktur (f.eks. nettverk og servere), programvare (f.eks. industrielle kontrollsystem som styrer produksjon, økonomiske

¹¹ http://www.pst.no/media/82648/pst_trusselvurd_2017_no_web.pdf

verdier, ansatte og personopplysninger), organisasjonsstruktur og aktiva (f.eks. produksjonsutstyr).

Som følge av digitaliseringen knyttes virksomheter sammen i produksjon av varer og tjenester, noe som skaper lange og uoversiktlige verdikjeder, ofte på tvers av landegrensene. For slike virksomheter er det derfor vanskelig å ha tilstrekkelig innsikt i, og kontroll over, egne sårbarheter. Samfunnet blir stadig mer avhengig av disse tjenestene, samtidig som kompleksiteten øker, og NSM forventer at dette øker ytterligere i tiden fremover. Mange virksomheter har god evne til å utvikle og ta i bruk nye digitale løsninger, men ikke tilsvarende evne til å ivareta sikkerheten slik at utviklingen kan gjøres på en kontrollert og sikker måte (NSM, 2017).

2.2 Digitalisering på tvers av sektorer

Det foregår en digital transformasjon innen alle sektorer, og mange av utfordringene og risikoen som endringene introduserer er veldig like på tvers av sektorer.

2.2.1 Digitalisering i helsesektoren

Det er store satsninger på digitalisering innen den norske helsesektoren, hvor flere av initiativene kan ses i sammenheng med designprinsippene for den fjerde industrielle revolusjon. Digitalisering ses på som en nødvendighet for å imøtekomme utfordringer med samfunnets økende andel eldre og pleietrengende, men ses også som et mulighetsrom for å ta bedre beslutninger, og å gi mer effektiv, bedre og mer persontilpasset behandling.

Et viktig satsningsområde er å forbedre informasjonsflyt mellom pasienter og personell i helse- og omsorgssektoren med eksempelvis at hver enkelt person skal ha én nasjonal pasientjournal. Dette skal gi enkel og sikker tilgang til pasient- og brukeropplysninger av høy kvalitet, og at dataene skal være tilgjengelig for kvalitetsforbedring, helseovervåking, styring og forskning. Sensorer og analyseteknologier bidrar til tilstandsovervåking av pasienter og støtte fagpersonalets vurderinger og beslutninger. Velferdsteknologi ses på som et viktig virkemiddel for å kunne adressere utfordringen med en aldrende befolkning. Operasjonsroboter og ulike beslutningsstøttesystemer i diagnostikk har vært i bruk i flere år og er i stadig utvikling, og gir teknisk assistanse ved fysiske og mentalt krevende oppgaver og beslutninger. Teamet er utdypet mer i vedlegg 7.1.1.

Endringene bringer også med seg risiko innen HMS. Digitale løsninger for sensitiv informasjon som helsedata setter store krav til datasikkerhet og til hvordan personvernet ivaretas i håndtering av dataene, og IT-sikkerhet vil generelt være av stor betydning i helsesektoren (Omerovic og Gjære, 2015). Potensiell feildiagnostisering eller feilbehandling av pasienter som følge av digitale hjelpemidler som gir teknisk assistanse kan ha fatale konsekvenser, og risikoen er forsøkt håndtert gjennom høye krav til godkjenning av ny teknologi, og tydelig ansvar- og myndighetsmatriser.

2.2.2 Digitalisering i transportsektoren

Digitalisering av transportsektoren innebærer store muligheter, og diskuteres gjerne i en bredere sammenheng med begrep som «smart mobility», og også i tett sammenheng med smarte byer. Begrepet «smart mobility» er et overordnet syn på mobilitet hvor brukerne kan velge mellom alternative framkomstmuligheter, rutevalg og flåtestyring i sanntid og på basis av digital tilgjengelig informasjon. Dette gjelder både person- og godstransport, og også for land- sjø- og lufttransport (utdypet i vedlegg 7.1.2).

Siden «smart mobility» er knyttet til større samfunnsmessig infrastruktur, vil digital sårbarhet være et kritisk moment for generell samfunnssikkerhet. Hackerangrep mot IT-systemene eller angrep mot den fysiske infrastrukturen kan få alvorlige ringvirkninger hvis systemene er digitalisert og helintegret (Enisa, 2015).

2.2.3 Digitalisering i kraftsektoren

Digitalisering av kraftbransjen vil øke betydelig med den storstilte utrulling av automatiske strømmålere (AMS) internasjonalt, hvor hensikten er bedre forsyningssikkerhet, styringsmulighet og kvalitet på levert strøm (NVE, 2015). Erfaringer fra nasjonale pilotprosjekt og andre land viser at AMS gir svært gode prediksjonsmuligheter, som igjen gir effektiv styring av investeringskostnader (utdypes i vedlegg 7.1.3). Bruk av skytjenester brer om seg, blant annet som følge av sterke økonomiske incentiver og god funksjonalitet.

Internasjonalt har AMS vært omdiskutert, og bekymringene er knyttet til blant annet ikke-autorisert tilgang til målerne og styring av disse, med konsekvenser for personvern, forsyningssikkerhet og tilliten til kraftsystemet (ibid.). Risikobildet for HMS endres når informasjonsteknologi (IT) og operasjonsteknologi (OT) konvergerer, og ulike systemer for styring og overvåking av kraftproduksjon- og leveranse integreres. Det stilles spørsmål ved potensielle sikkerhetsutfordringer som det å ha kontroll med hvem hos skyleverandøren som har tilgang til selskapets data. Angrep kan utføres fra hele verden så lenge det er en kopling til Internett, og antall hendelser som er avdekket og omfanget av disse viser at trusselaktørene ofte ligger foran sikkerhetsindustrien (ibid.).

Dette risikobildet setter større krav til selskapenes evne til å ha kontroll med IT/OT-infrastrukturen. Overvåking og logging av datatrafikk i egen infrastruktur vil da være viktig for å kunne agere raskt ved en hendelse og kunne finne årsaken ved uønskede hendelser.

2.2.4 Fellestrekk mellom petroleumsnæringen og andre sektorer

Endringene en ser i petroleumsnæringen som følge av digitaliseringen har store likhetstrekk med det en ser i andre sektorer. Økt bruk av sensorer og integrasjon av ulike systemer gir bedre mulighet for tilstandsovervåking og prosesskontroll, på samme måte som AMS i kraftbransjen. Boredekkroboter og beslutningsstøtteverktøy, for eksempelvis i boreoperasjoner, gir teknisk assistanse ved fysisk og mentalt krevende operasjoner på samme måte som helsesektorens operasjonsroboter og diagnostiske beslutningsstøtteverktøy. Slike beslutningsstøtteverktøy bygger ofte på digitale

modeller av fysiske prosesser som gjennom sensormålinger kontinuerlig oppdateres. Digitaliseringstrender i petroleumsindustrien presenteres i detalj i kapittel 3.2.2.

Det er flere likhetstrekk på tvers av sektorer med hensyn på HMS-risiko som disse endringene bringer med seg. Når sensorer, systemer og maskiner kobles sammen for å muliggjøre informasjonsflyt, kommunikasjon og fjernstyring på tvers av geografisk lokasjon åpner dette også for at uvedkomne kan utnytte dette gjennom å få tilgang til sensitiv informasjon eller ramme kritiske funksjoner fra hvor som helst i verden. IKT-sikkerhet har derfor et høyt fokus. Den økende kompleksitet i interaksjon, integrasjon og avhengighet mellom systemer og mennesker bidrar til en stadig økende utfordring med å holde oversikt over og kontroll på sårbarhet, konsekvenser og ansvarsforhold, samt med å finne underliggende årsak til problemer når en eventuell feilsituasjon skulle oppstå.

På generell basis kan en si at kilder eller årsaker til risikoene som digitalisering gir, som sårbarhet med hensyn på cyberangrep, er sektoruavhengig, mens konsekvensene av uønskede hendelser er sektorspesifikt. Erfaringer og eventuelle styrende dokumenter som standarder og veiledere som adresserer årsaker til HMS-risikoer som følge av digitalisering er derfor forventet å ha overføringsverdi mellom sektorer.

3. Funn fra litteratursøk

3.1 Innledning

Litteraturgjennomgang av relevante studier og samlerapporter gir grunnlag for rapportens kunnskapsoversikt. Målet med litteraturgjennomgangen har vært å skaffe en oversikt over forskning og utredning om digitalisering i petroleumsnæringen nasjonalt og internasjonalt. Funn fra litteratursøkene presenteres og drøftes i dette kapitlet, og oversikt over fremgangsmåte, søkekriterier og overordnede resultater av søkene er beskrevet i vedlegg.

Resultater fra litteratursøket indikerer at det er gjort lite forskning på digitalisering og HMS-konsekvenser, samt at digitalisering er et relativt nytt begrep innen petroleumsnæringen. Vitenskapelig artikler ligger noen år bak utviklingen innen innovasjon og teknologi, og er derfor ikke godt nok oppdatert i forhold til nyere digitaliseringstrender i petroleumsnæringen. Godt faglig funderte rapporter fra konsulentfirmaer og utredningsmiljø, samt populærvitenskapelige artikler er derfor inkludert som kildemateriale der relevans og kvalitet er akseptabel. Vi presenterer i de påfølgende delene funn for henholdsvis teknologi og digitaliseringstrender i petroleumsnæringen (3.2), teknologi og kobling til risiko (3.3), og digitalisering knyttet til arbeidsorganisering og HMS (3.4). I det siste delkapitlet er også søk innen temaet digitalisering sett i forhold regulering og tilsyn drøftet.

3.2 Teknologi og digitaliseringstrender i petroleumsnæringen

Olje- og gassindustrien er ingen nykommer når det kommer til bruk av store datamengder, teknologi og digital innovasjon. Industrien har hele tiden hatt fokus på å bedre forståelsen for reservoarenes produksjonspotensial, og optimalisering av produksjonen. I de senere år har digitalisering blitt fremhevet som et av de viktigste virkemidlene for å effektivisere industrien. Over halvparten av norske aktører i olje- og gassindustrien forventer at digitalisering vil øke i egen organisasjon, og opplever et økt fokus på digitalisering (DNV GL, 2017).

3.2.1 Drivere for digitalisering i petroleumsvirksomheten

Det er flere forhold som bidrar til det store fokuset på digitalisering i petroleumsnæringen, hvor det viktigste er økt kostnads- og effektiviseringsfokus i næringen kombinert med det mulighetsrom som de siste års teknologiske framskritt har gitt (World Economic Forum, 2017). Initiativ og strategier med fokus på økt bruk av digitale løsninger, automatisering og robotisering fra nasjonale samarbeidsarenaer som OG21 og KonKraft bidrar til å forsterke det digitale fokuset.

Effektivisering

Etter år med økende aktivitet og stabilt høye energipriser har et stadig høyere kostnadsnivå gjort det nødvendig med omstilling og effektivisering i næringen. Dette behovet har blitt forsterket av et betydelig fall i oljeprisen. Resultat for norsk oljesektor

har vært en stor nedbemanning siden 2014. En analyse fra DNB Markets viser at over 40 000 jobber har forsvunnet i petroleumsnæringen¹².

Samtidig ser en på sikt endringer i energimarkedet som petroleumsnæringen må forberede seg på. Nye energikilder og økt fokus på miljøet truer olje og gass sin rolle som den klart dominerende energikilden. Den globale energietterspørselen er stadig økende, mens utvikling av sammensetning av verdens energikonsum er i stadig endring mot at andel fornybare energikilder tar større del av markedet. Fossile energikilder vil fram mot 2050 få gradvis lavere betydning i den globale energiforsyningen. Mens olje, gass og kull i 2015 stod for 81 % av den globale energiforsyningen, anslås denne andelen i 2050 å være redusert til 45 % (Norsk Olje & Gass, 2016).

Nasjonale initiativ

Gjennom organisasjonen OG21 samarbeider oljeselskap, universitet, forskningsinstitusjoner og myndigheter for å utvikle og implementere en nasjonal teknologistrategi for Norge. I revidert strategi fra 2016 (OG21, 2016) har OG21s teknologigrupper prioritert flere teknologibehov for næringen, hvorav to har direkte relevans for de digitaliseringsinitiativ en ser i næringen:

Forbedret subsea og ubemannede systemer: Teknologier som reduserer feltutviklingskostnader og utvider mulighetsrommet til subsea og ubemannede produksjonssystemer.

Digitalisering: Muliggjørende automatiserings-, autonomi- og IKT-teknologier for alle teknologidisipliner. Behovene omfatter datainnsamling, databehandling, datakvalitet, dataintegrasjon, beslutningsstøtte og datasikkerhet.

KonKraft er en samarbeidsarena for Norsk olje og gass, Norsk Industri, Norges Rederiforbund og Landsorganisasjonen i Norge (LO), med LO-forbundene Fellesforbundet og Industri Energi. Arenaen skal være en premissleverandør for nasjonale strategier for petroleumsnæringen, og arbeider for å opprettholde norsk sokkels konkurransevne. KonKraft har nylig gjennomført prosjektet «Konkurransekraft – norsk sokkel i endring»¹³ (Konkraft, 2018), hvor et av fokusområdene har vært å øke bevisstheten rundt bruken av digitale løsninger, automatisering og robotisering. Rapporten konkluderer blant annet at det bør etableres et samlet og bransjeledet initiativ for digitalisert samhandling i næringen.¹⁴

I «Veikart for norsk sokkel»¹⁵, som er utarbeidet av Norsk Olje og gass, Norsk Industri, LO, Industri Energi, Fellesforbundet, og Norges Rederiforbund, blir det påpekt flere nødvendige teknologiske satsingsområder for å nå målsetningene som faller inn under digitalisering:

- Mer effektiv og automatisert boreteknologi

¹²<https://www.dn.no/nyheter/energi/2016/11/01/1001/oljesmellen/na-er-40000-oljefjobber-borte>

¹³ <http://konkraft.no/prosjektet-konkurransekraft/>

¹⁴ http://konkraft.no/konkraft_statement/

¹⁵ https://www.norskoljeoggass.no/Global/2016%20dokumenter/Klimaveikart_rapport.pdf

- Automatiserte operasjoner og robotteknologi
- Økt grad av samdrift og fjernstyring
- Optimalisere bruken av støttefartøy, samordne drift, vedlikehold og logistikk, inkludert baser, på tvers av lisenser

3.2.2 Trender i petroleumsnæringen – hvordan endrer digitalisering næringen?

De endringene en ser i petroleumsindustrien som følge av digitalisering, har tydelige koblinger mot designprinsippene for den fjerde industrielle revolusjon (se kapittel 2.1.1). Utstyr og sensorer kobles sammen for å oppnå *interoperabilitet*, og stadig større bruk av digitale tvillinger og dynamiske modeller som kontinuerlig oppdateres via sensordata gir *gjennomsiktighet av informasjon*. De digitale systemene benyttes til *teknisk støtte*, både ved utførelse av fysisk krevende oppgaver, problemløsning og beslutninger, og at *avgjørelser desentraliseres* i form av at systemene i enkelte tilfeller er i stand til å ta avgjørelse på egen hånd. Basert på gjennomgang av litteratur og intervjuer med næringsaktører er det hensiktsmessig å dele digitaliseringsinitiativ i følgende kategorier:

- Roboter og autonome fartøy
- Integrated operations
- Automatisering av boreoperasjoner
- The digital oilfield

Da digitaliseringsbegrepet referer til både verktøy og metoder, er disse områdene ikke gjensidig utelukkende og en finner elementer av de fire designprinsippene og de ni teknologiene presentert i kapittel 2.1.1 innen alle disse fokusområdene. Vi går nærmere igjennom teknologitrendene innenfor de ulike områdene under.

Roboter og autonome fartøy

Under vann: Roboter har i flere tiår hatt en viktig rolle i oljeindustrien på norsk sokkel, hvor fjernstyrte ubåter, eller Remote Operated Vessels (ROV), på begynnelsen av nittitallet overtok monterings- og inspeksjonsarbeidene som tidligere ble utført av dykkere (Chen, 2014). ROV'ene har siden stadig fått utvidet funksjonalitet og bruksområder innen inspeksjon, reparasjon og vedlikehold av undervannsinstallasjoner, men har inntil nylig blitt styrt av mennesker fra et kontrollrom om bord på en båt i nærheten av ROV'en. En ser imidlertid nå et tydelig teknologiskifte for ROV'er. Systemer for fjernstyring fra land er nå utviklet¹⁶, og oljeserviceselskapet Oceaneering har nylig testet sin løsning, E-ROV, ved å utføre vedlikeholdsarbeid på Troll-feltet hvor ROV'en ble styrt fra et kontrollrom på Forus. Ved hjelp av en bøy med batteri og 4G-antenne, kunne ROV-en styres via det trådløse nettverket som Telenor Maritime har bygd ut på norsk sokkel. Leverandørindustrien mener at slike løsninger kan spare operatørselskap for milliarder, og at det vil få stor utbredelse. Videre forventes en revolusjon innen

¹⁶ <https://www.tu.no/artikler/vil-spare-milliarder-pa-vedlikehold-med-fjernstyrt-robotkjempe/408949>

automasjon av ROV'ene¹⁷, hvor teknologi fra selvkjørende biler og autonome droner overføres til ROV'er og vil gjøre dem i stand til selv å unngå kollisjoner, følge rørledninger og utføre oppgaver som i dag krever ROV-piloter. Dette er et område hvor Norge er i førersetet¹⁸.

På vann: Det er forventet at de første autonome skip blir satt i drift innen fem til ti år, ifølge DNV GL (2016b). Automated Ships Ltd og Kongsberg Maritime samarbeider om utvikling av verdens første ubemannede skip rettet mot offshore operasjoner, for utførelse av undersøkelsesoperasjoner og lettere logistikkoppdrag¹⁹. Det er imidlertid mye debatt rundt autonome skip, og ulykkespotensialet. I en studie (Wróbel, 2017) ble det gjennomført what-if analyser av maritime ulykkesrapporter for å vurdere om ulykken kunne vært unngått med autonome skip, og hva eventuelle konsekvenser ville vært hvis skipet var ubemannet. Analysene viste at autonome skip vil kunne redusere antallet ulykker som følge av navigasjonsfeil og grunnstøtinger, mens konsekvenser fra andre typer ulykker som brann og strukturelle hendelser vil ha større konsekvenser uten et mannskap som kan intervensere.

På dekk: På plattformdekket er de første robotene allerede i aksjon. Shell har i samarbeid med Carnegie Mellon University utviklet en inspeksjonsrobot (Sensabot) til bruk i eksplosjonsfarlig område (Chen, 2014), og roboten er satt i drift på North Caspian Operating Company sitt Kashagan-felt i Kasakhstan. Sensabot er styrt fra et kontrollrom på samme måte som ROV'er, men den vil utvides med mer autonome evner og funksjonalitet for å kunne utføre vedlikeholdsoppgaver. Automatisering av operasjoner på boredekk er et teknologiområdene som OG21 mener bør prioriteres i sin strategi for teknologiutvikling innen norsk petroleumssektor frem mot 2021 (OG21, 2016). Robot Drilling Systems har utviklet et komplett robotsystem for boredekket som imøtekommer dette behovet, og deres Robotic Pipe Handler ble vinteren 2017 levert til selskapets første kunde for installasjon på rigg.

I luften: Bruk av flygende droner har økt kraftig de senere årene både i privat og industriell bruk. Slike droner er nyttige og effektive ved inspeksjon av områder som er vanskelige å nå for personell, og teknologien tas mer og mer i bruk av oljenæringen. Eni inngikk tidligere i år en avtale med Sky-Futures om bruk av droner til inspeksjon av Eni sine installasjoner globalt²⁰. Oil & Gas UK har tatt konsekvensen av utviklingen og har publisert guidelines for bruk av droner offshore (Oil & Gas UK, 2017).

Bruk av roboter vil kunne unngå at personell må utføre fysisk krevende oppgaver i farlige omgivelser, men inntil videre har disse robotene begrenset grad av autonomi. De er med andre ord styrt av mennesker, men den økende kompleksiteten til robotene gjør at det

¹⁷<http://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-76/issue-2/subsea/rov-technological-advances-allow-for-more-precision-efficiency.html>

¹⁸<https://www.tu.no/artikler/her-er-norge-verdensledende-na-skal-vi-gjore-det-til-en-milliardindustri/347799>

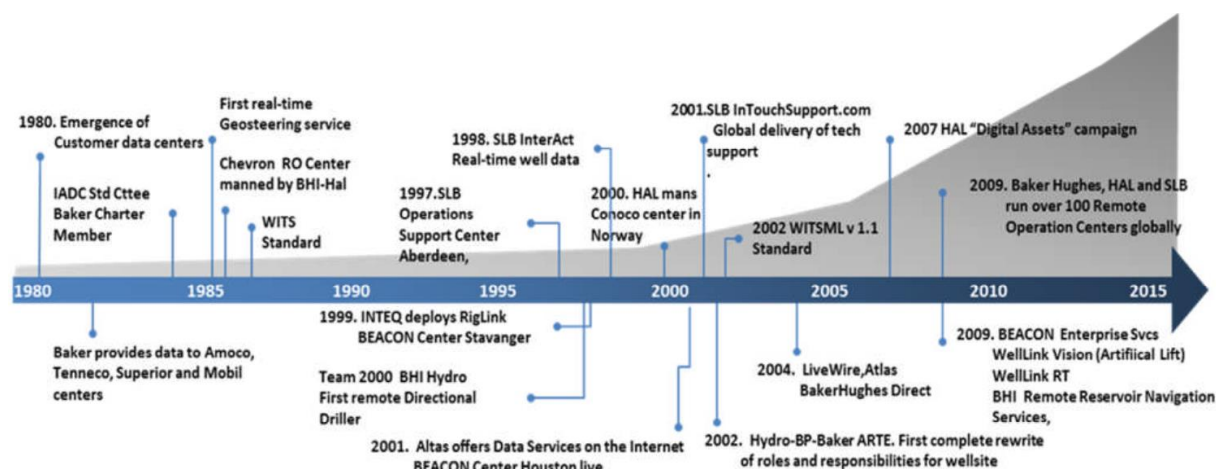
¹⁹<http://www.ship-technology.com/features/featurethe-hrnn-bringing-autonomy-to-offshore-operations-5702039/>

²⁰<https://www.offshoreenergytoday.com/sky-futures-wins-global-drone-inspection-gig-with-eni/>

er en mengde støttesystemer involvert i å kontrollere robotene, eksempelvis stabilisatorer for droner. Disse støttesystemene er under stadig utviklingen, med utvidelse til å kunne håndtere enkelte operasjoner automatisk. Her vil anvendelser innen andre næringer som eksempelvis transportsektoren og energisektoren (automatiske logistikk og inspeksjonsoperasjoner) påvirke utviklingstakten i oljenæringen.

Integrerte operasjoner

Integrerte operasjoner (IO) er en samlebetegnelse på en arbeidsmetodikk hvor en på grunnlag av teknologiske løsninger og sanntidsinformasjon kan samarbeide på tvers av faglige disipliner, organisasjoner og geografiske lokasjoner. De siste 15 årene har teknologi muliggjort at flere funksjoner og personell har blitt flyttet onshore, og økt instrumentering av prosessanlegg ved hjelp av sensorer og styrbare ventiler gjør det mulig å drifte anlegg fra Remote Operations Centres (ROCs) med minimalt med personell på produksjonsanleggene offshore. En trend for nye utbygginger er at en legger til rette for å kunne ha direkte kontroll på drift av plattformen fra et kontrollrom på land²¹. Dette gjelder eksempelvis for nye plattformer som Valemon, Ivar Aasen og Martin Linge. Den økende mengden tilgjengelig data, konvergens av informasjonsteknologi (IT) og operasjonell teknologi (OT) og modning av kunstig intelligens og beslutningsstøttesystemer bidrar til en kontinuerlig utvikling innen ROC, boreoperasjoner, drift og vedlikehold.



Figur 3-1: *Utvikling av Remote Operations Center (ROC) siden 1980 (figur hentet fra Saeverhagen, 2013)*

I løpet av de siste 10 årene har bruken av ROC til sanntidsoperasjoner gradvis blitt utvidet til å dekke en rekke operasjoner som tidligere har blitt håndtert på plattform (Saeverhagen, 2013), i særdeleshet innen boring og brønn, logistikk og roterende utstyr. Dette er en konsekvens av flere faktorer. Teknologisk utvikling med økt instrumentering og forbedret kommunikasjonsinfrastruktur mellom onshore og offshore har muliggjort utviklingen. Behovet for å effektivisere driften med hensyn på å redusere bemanning offshore, og samtidig ha tilgang til kompetent personell har bidratt til å drive utviklingen.

²¹ <https://www.tu.no/artikler/pa-dette-feltet-vil-de-ha-sa-fa-arbeidere-offshore-som-mulig/196827>

Bevissthet rundt det pågående generasjonsskiftet i petroleumsnæringen har gitt økt fokus på kunnskapsoverføring, hvor ROCs har fått en viktig rolle. Det er forventet at ROC vil ha en sentral rolle for mange av de endringene som digitaliseringen bringer med seg (World Economic Forum, 2017).

Automatisering av boreoperasjoner

Målet med automatisering av boreoperasjoner er å øke produktivitet og kvalitet, bedre personellens sikkerhet og effektivt håndtere risiko (Macpherson, 2013). Drivere for automatiseringen innen feltet er knyttet til økende brønnkompleksitet, uhåndterbare mengder data, ønske om økt effektivitet, begrenset tilgang på fagekspert, behov for kunnskapsoverføring og fokus på helse, miljø og sikkerhet. Realisering av automatisering av boreoperasjoner krever en mengde sanntidsmålinger fra brønnen, boreutstyret og borevæsken som sirkuleres kombinert med pålitelige modeller for simulering og styring.

Ulike komponenter og systemer som benyttes under boreoperasjoner som bottom hole assembly²², rørhånderingsutstyr på boredekk, mudloggingsutstyr og systemer for fjernovervåking og -kontroll er på veldig ulike modenhetsnivå teknologisk sett. Modeller for styring av boreoperasjonen har de siste årene vært under stor utvikling, men fokus har vært på optimalisering enkeltstående deler av boreoperasjonen (ibid.). En viktig årsak til dette er utfordring med kommunikasjon mellom ulike deler av boreutstyret på grunn av blant annet proprietære og dermed lite integrerbare løsninger, og den begrensede tilgangen på sanntidsinformasjon. Kvaliteten på måle- og instrumenteringssystem i brønnen under boring er meget høyt, både med hensyn på målinger knyttet til selve boreoperasjonen (retning, hastighet, vibrasjoner, temperatur) og av formasjonen en borer i. En får imidlertid begrenset nytte av disse målingene på grunn av begrensning i dataoverføringskapasiteten mellom utstyr i brønnen og boredekket, og typiske datarater er på 3 bit/s.

Det eksisterer kommersielle løsninger med langt høyere kommunikasjonsrater på markedet (Edwards, 2013), men disse har fått liten utbredelse på grunn av høy kostnad og utfordringer med stabilitet. Dette er en generell trend; det finnes kommersielle løsninger på markedet som kunne akselerert automatisering av boreoperasjoner, men bruk hindres av stramme budsjett, utstyrets manglende pålitelighet og høye vedlikeholdskostnader (Macpherson, 2013). Automatiserte målesystemer for borevæske finnes eksempelvis på markedet fra eksempelvis Halliburton (BaraLogix®) og M-I SWACO (Intelligent Fluids Monitoring System), men systemene har vist seg å ha begrenset levetid. Ulike andre sensorer og målesystem for å overvåke boreriggen finnes på markedet, eksempelvis fra Honeywell, men er ikke i bruk som standard. Mangelen på industristandard for kommunikasjon mellom ulike datasystemer som brukes under boreoperasjonen bidrar til ytterligere hinder for automasjon, og den viktigste trenden innen dette området er arbeidet med å etablere felles standarder for kommunikasjon mellom boredekkutstyr (Macpherson, 2013).

²² Bottom hole assembly består av borestrengens nederste deler, som borekrone, slampumpe, stabilisatorer, sensorer og utstyr for å kunne styre boreretningen.

Markedets mest avanserte borerigg med hensyn på automatisering er Songa Enabler, som har foretatt flere vellykkede boreoperasjoner hvor automatisert borekontroll levert av MH Wirth og Sekal har blitt benyttet²³. Kostnadene med å tilpasse teknologien til eldre rigger gjør at teknologien vil få en begrenset utbredelse. Den økte instrumenteringen muliggjør at personell ansvarlig for retningsbestemt boring kan gjennomføre sine arbeidsoppgaver fra ROC, som igjen kan gi bedre utnyttelse av kompetanse og ressurser, og tettere samarbeid med operatør (Hildebrand, 2017). Dette krever imidlertid store endringer i arbeidsprosesser og ansvarsforhold.

The digital oilfield

Begrepet Digital Oil Field (DOF) er et samlebegrep for bruk av software og dataanalyse for å bedre profitten ved olje- og gassproduksjon. Begrepet favner om temaer som produksjonsoptimalisering, beslutningsstøtte, digital samhandling og operasjonell effektivisering. Samlet sett kan dette ses på som et forsøk på å utnytte det teknologiske mulighetsrommet digitalisering gir for å kompensere for den økende kompleksiteten og kostnad for oppgaver som må utføres av færre og mindre erfarent personell.

De siste ti årene har det vært tatt store skritt innen utbredelsen av DOF. Mens det tidligere var en utfordring med å tilstrekkelig med produksjonsdata, er nå utfordringen i større grad å utvikle og implementere beslutningsstøtteverktøy og arbeidsprosesser som kan utnytte den massive mengden med data som er tilgjengelig (Saputelli, 2013). Flere operatører og leverandører som Statoil, BP, Shell, Halliburton og Schlumberger har konseptet og strategiske program for DOF. Implementering av DOF har allerede gitt gevinster, som produksjonsøkning på 2-8 %, reduksjon i driftskostnader med 5-25 %, og reduksjon i investeringsutgifter på 1-10 % (JWN, 2015). Disse gevinstene kommer eksempelvis som følge av:

- Presis retningsbestemt boring som følge av sanntids målinger og styring under boring.
- Fiberoptiske kommunikasjonslinjer som muliggjør deling og tolkning av store datamengder mellom ulike fagmiljøer over hele verden
- Ustrakt bruk av sensorer til brønnovervåkning, elektriske brønnventiler og avanserte kontrollsentre gir bedre kunnskap og kontroll på feltene

DOF inneholder et spekter av anvendelse av digital teknologi med ulik grad av modenhet, forventet kost-nytte og hvor moden organisasjonen er til å ta i bruk teknologien. De underområdene til DOF som anses som de viktigste trendene på grunn av modenhet og forventet kost-nytte er produktivitet i felt, driftsoptimalisering og prediktivt vedlikehold (ibid.).

Produktivitet i felt – The connected worker: Trådløs og bærbar teknologi og systemer for tilstandsovervåkning gjør det mulig for feltpersonell å ha tilgang til felldata, tekniske tegninger, oppgaver som skal utføres, sjekklister og risikoer avhengig av hvor arbeideren befinner seg, sporing på inventar og verktøy, og direkte kommunikasjonslinjer til sentraliserte kontrollrom og eksperter. Ved å ha denne informasjonen tilgjengelig kan

²³ <http://petro.no/bores-verdens-forste-automatiske-letebronn-rigg/48629>

arbeiderne ta mer proaktive avgjørelser, og utføre sine oppgaver med økt sikkert og effektivitet. Slik teknologi kan også gi informasjon om hvor personell til enhver tid befinner seg, bevegelsesmønster og identifisere potensielle farlige situasjoner. Nettbrett sertifisert for bruk i eksplosjonsfarlig område har vært tilgjengelig på markedet i mange år, og er i bruk av blant andre Shell for å gi arbeidere i felt tilgang til produksjonsdata og mulighet til at eventuelle justeringer de gjør har den ønskede effekten.

Flere selskaper som GE og Honeywell, jobber med løsninger med å integrere skjermer i hjelmer og augmented reality rettet mot petroleumsindustrien, som visuelt sammensmelter reell og virtuell visuell informasjon²⁴. Disse produktene er under utvikling, men det finnes i dag såkalte smarte hjelmer rettet mot andre forretningssegmenter som er tilgjengelig på markedet.

Driftsoptimalisering: Driftsoptimalisering dreier seg om å benytte sensorinformasjon fra produksjonsanleggene og historiske data i kombinasjon med modeller for å kunne predikere optimal produksjon for et felt. Dette kan eksempelvis være maksimalisering av oljeproduksjon samtidig som mengden produsert vann og gass holdes under et bestemt nivå. Dette kan kombineres med autonom drift slik at driftspersonellets oppgaver i stor grad vil være relatert til overvåking og i mindre grad styring. Dette er teknologi som til en viss grad allerede er i bruk, og som er under kontinuerlig utvikling (World Economic Forum, 2017).

Prediktivt vedlikehold: Økt bruk av sensorer vil gi større informasjonsmengde om tilstanden til produksjonsanleggene. Ved å kombinere historisk data om bruk og vedlikehold av eget utstyr mot informasjon fra utstyrsleverandører og egne tidligere erfaringer, vil en kunne bygge analytiske modeller som kan gi mer korrekte vedlikeholdsintervaller for utstyr. Dette vil igjen kunne gi kostnadsbesparelser med hensyn til å optimalisere materiell- og personalkostnader, samtidig som risiko for utstyrshavari reduseres.

Petroleumsnæringen har prediktivt vedlikehold som sentral del av sine strategier for kostnadsreduksjon (Saputelli, 2013), og stod i 2015 for rundt 30 % av det globale markedet²⁵. Dette fagområdet hvor næringen er i en kontinuerlig utvikling med å optimalisere sine vedlikeholdsprogram basert på den tilgjengelige datamengden og analysemodeller, og hvor nye teknologiske løsninger som eksempelvis kombinasjon av analytiske verktøy med interaktive 3D-modeller gir stadig bedre kontroll på vedlikeholdsprogrammene.

3.2.3 Perspektiv fra næringen

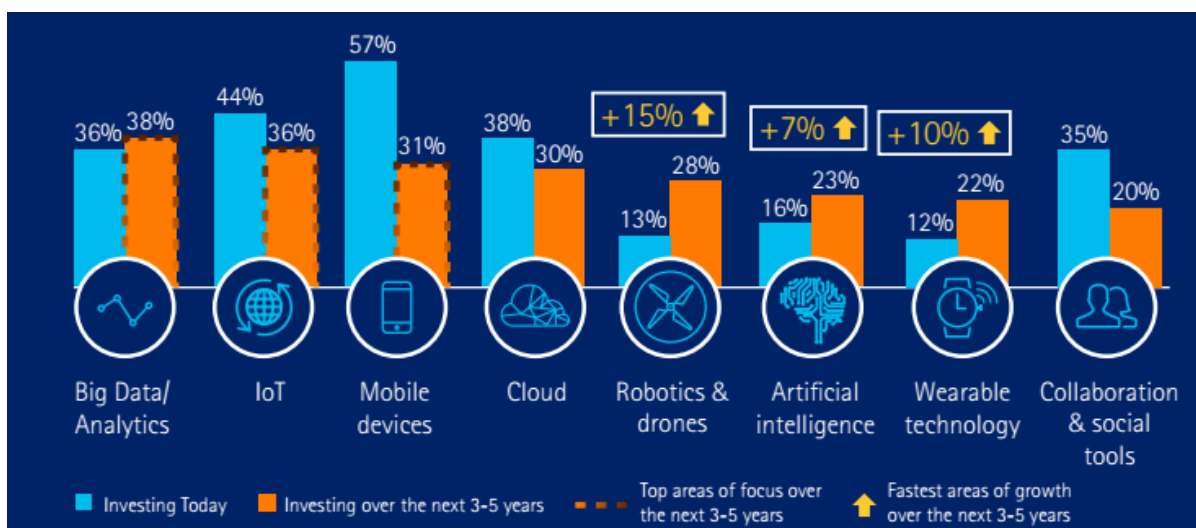
Under utarbeidelse av NTNU sin strategi for petroleumsnæringen (BRU, 2016) ble det gjennomført undersøkelser blant vesentlige aktører i næringen med fokus på fremtidens teknologier. Med hensyn på digitalisering og automasjon, så ble dette sett på som

²⁴ <https://www.ft.com/content/d0bfea5c-f820-11e5-96db-fc683b5e52db>

²⁵ https://www.rigzone.com/news/oil_gas/a/143757/despite_cost_potential_exists_for_conditionbased_maintenance/?all=hg2

kritiske virkemidler for å kunne forbli konkurransedyktige, samtidig som en har en oppfatning av at næringen ligger langt bak andre industrier i å anvende denne type teknologi.

DNV GL gjennomfører årlige studier på framtidsutsiktene for petroleumsnæringen, og en har sett et økende fokus på digitalisering. Digitalisering er det teknologiområdet hvor næringen forventer størst investering i 2017 (DNV GL, 2017). I følge DNV GL er hovedbarrierene for digitalisering manglende investeringer, gammeldags bedriftskultur, manglende kunnskap om digitalisering og mulige gevinster blant seniorpersonell, samt manglende kompetanse og byråkratiske hindre. Viljen til digitalisering hevdes å være langt større blant store selskap enn blant små.



Figur 3-2: Investeringsområder innen digitalisering i dag og de neste 3-5 årene (figur hentet fra Accenture, 2016).

I en undersøkelse fra PennEnergy Research svarer 50 % av respondentene at de vil øke sine investeringer innen digitalisering over de neste 3-5 årene (Accenture, 2016). Årsakene er tro på at digitalisering kan adressere utfordringer som kostnadsreduksjon og mulighet til å ta raskere og bedre avgjørelser. Dagens investeringer er i stor grad rettet mot teknologiområdene mobilteknologi²⁶ og IoT, mens en forventer at utnyttelse av Big Data, analyse og IoT blir de viktigste områdene de neste 3-5 årene. De teknologiområdene hvor en forventer størst vekst er innen roboter og droner, kunstig intelligens og bærbar teknologi.

3.3 Teknologi og risiko

Det er ikke noe nytt innenfor sikkerhetsfagfeltet at økt kompleksitet kan påvirke risiko i negativ forstand, og at økende kompleksitet bidrar til å gjøre pålitelighetsvurderinger

²⁶ Med mobilteknologi menes her teknologi som muliggjør kommunikasjon, samarbeid og tilgang til relevant informasjon uavhengig av geografisk lokasjon.

mer utfordrende. Dette er overførbart til at økt kompleksitet grunnet digital teknologi potensielt kan påvirke HMS- og storulykke-risiko negativt. Det finnes mye generell litteratur knyttet til hvordan man skal forstå risiko og pålitelighet knyttet til komplekse systemer (eksempelvis Perrow, 1999). Fokuset på digitalisering kan på mange måter sees som en forlengelse av dette fokuset, hvor avhengigheten, og dermed også sårbarheten, til digitale systemer er stadig økende. Allikevel har fokuset innenfor petroleumsindustrien på ny teknologi som kan forbedre effektivitet og verdiskapning, og erkjennelsen om at implementeringen kan være av betydning for risiko, vært til stede over lengre tid.

Et stort antall publiserte forskningsartikler gir vurderinger og anbefalinger for forbedret risikostyringsarbeid både generelt og spesifikt innenfor petroleumsnæringen. For eksempel utfordres det eksisterende rammeverket, eller det stilles spørsmålsteget ved om de metoder og prinsipper som benyttes per i dag for risikovurderinger er gode nok, uten at dette nødvendigvis skal relateres til digitaliseringstrenden. Kommunikasjon og datahåndtering er sentrale temaer som har betydning for kvaliteten av risikostyring. Et fellestrekk er at dagens analyser baserer seg i stadig større grad på bruk og formidling (visualisering) av digital informasjon, og kobles til digitale beslutningsstøtte-verktøy og produkter som sorterer og håndterer denne type informasjon på en mer avansert og effektiv måte. Et eksempel er metoder for dynamisk risikoanalyse som benytter sanntidsdata; eksempelvis metodene diskutert i Paltrinieri (2014); DyPASI (Dynamic Procedure for Atypical Scenarios Identification), DRA (Dynamic Risk Assessment) og Risiko-barometer-metoden utviklet av Center for Integrated Operations in the Petroleum Industry²⁷.

En følge av økt digitalisering er at koblingene mellom datavitenskap og teknologi blir stadig viktigere, som diskutert i blant annet Chen (2016). I stor grad handler dette om å forstå hvilke potensialer og utfordringer som ligger i digital teknologi. De analytiske utfordringene gitt i Perrons & Jensen (2015) knyttet til Big Data, er et godt eksempel på dette. Slike analyser har et stort potensial hvis næringen klarer å nyttiggjøre de store mengdene data som samles inn og lagres, og kan ifølge Pettinger (2014) blant annet brukes til å identifisere viktige risikotrender.

Sentrale utfordringer i forbindelse med petroleumsnæringens styring av risiko, er insentivene og tempoet for endringene. I motsetning til andre kilder, har næringen ifølge Annunziata (2016) et sterkt preg av endringsvilje i forhold til digitalisering som også setter krav til økt fleksibilitet og tilpasningsevne, uten at det nødvendigvis påvirker valg og bruk av metoder for analyse av risiko. Det vil nødvendigvis påvirke informasjonsflyt og gjennomføring, som blir stadig mer digitalisert. Og selv om det ikke er noe vesentlig metodisk skifte i måten som næringen håndterer risiko på som følge av økt digital teknologi, så er det flere eksempler på risiko-relaterte prosjekter som kan kobles til kontinuerlig forbedring i næringen. For eksempel kan det være knyttet til integrerte operasjoner og automatisering, som da indirekte involverer risikostyring i form av kvalifisering, planlegging, gjennomføring og oppfølging av operasjoner. Ifølge DNV GL sin rapport (DNV GL, 2017), virker satsing på digitalisering å være nødvendig for

²⁷ <http://www.iocenter.no/>

robusthet og lønnsomhet i et stadig mer krevende marked. Statoil er eksempelvis tydelige på at de i sine investeringer ønsker å gripe de mulighetene den raske utviklingen innenfor digital teknologi gir, og dermed styrke selskapets konkurransekraft.

På den annen side har det forekommet alvorlige enkelthendelser og nesten-hendelser i perioden 2010-2017 (Petroleumstilsynet, 2017), for eksempel knyttet til fjernstyring av operasjoner. Dette kan indikere at utviklingen innenfor digitalisering på noen områder har et tempo hvor næringen har utfordringer med å opprettholde en fornuftig balanse mellom verdiskapning og risiko. Til dels kan dette kobles til at innføring av digital teknologi i stor grad drives av effektiviseringshensyn, og at de negative effektene av å innføre digital teknologi i stort omfang kanskje ikke er tilstrekkelig prioritert og redegjort for.

Petroleumsindustrien blir stadig mer avhengig av digitale systemer. Naturlig nok gjenspeiler dette også et økt fokus på digital kompetanse for å kunne tilby bærekraftige løsninger, kvalifisere brukere og å tilrettelegge for kostnadseffektive vedlikeholdsaktiviteter. Slik kompetanse er viktig både for å utvikle, forstå og håndtere teknologi, men også for å beskytte systemene i tilstrekkelig grad mot uønskede hendelser, for eksempel IKT-hendelser. Dette er et område hvor også petroleumsnæringen har mulighet til å lære fra andre næringer, for eksempel fra finans hvor det er sentralt med sikring av finansielle tjenester. Også Meld. St. 38 (2016-2017) uttrykker viktigheten av å legge til rette for styrket IKT-sikkerhetskompetanse.

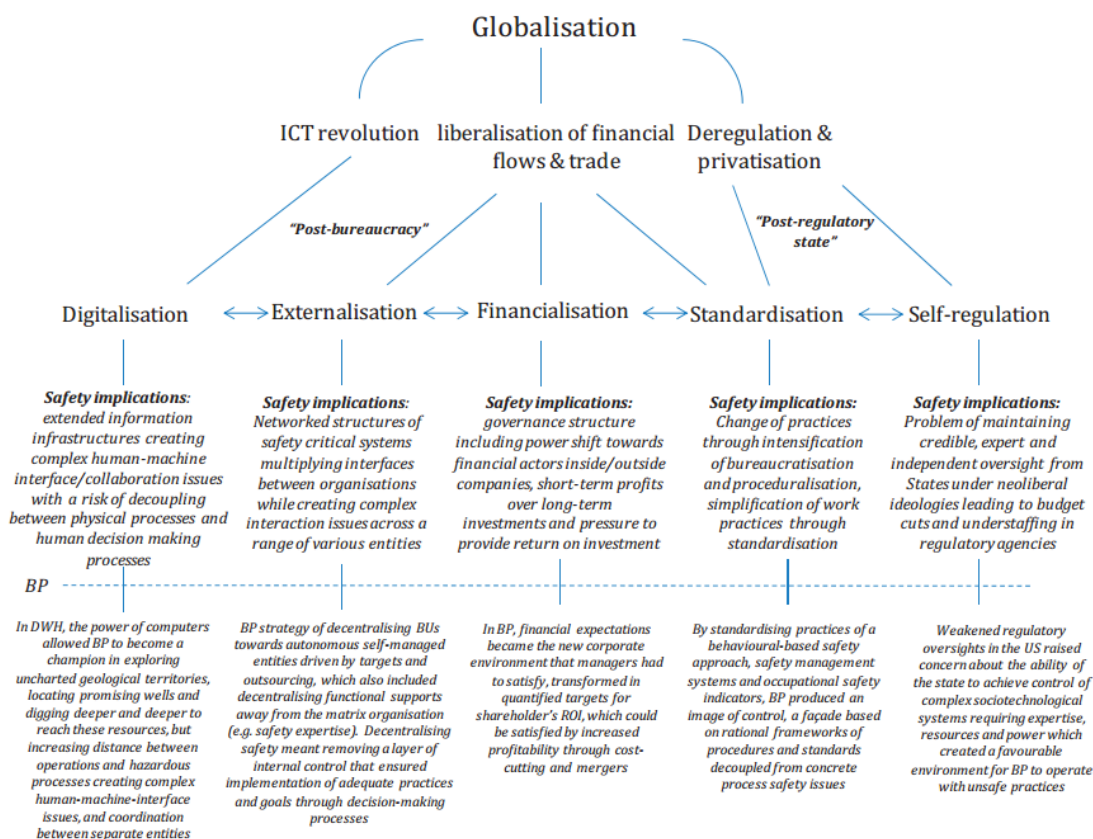
3.4 Digitalisering, arbeidsorganisering og HMS

Analysen under tar utgangspunkt i prosjektets analysemodell (som vist i kapittel 1). Resultatene diskuteres tematisk.

3.4.1 Digitalisering og HMS – organisatoriske forhold

Le Coze (2017) beskriver digitalisering som en bestanddel av globalisering, og at denne utviklingen er tett knyttet til andre sentrale utviklingstrekk med betydning for sikkerhet og risiko. Digitalisering må dermed ses i sammenheng med andre sentrale forhold forbundet med globalisering; eksternalisering, «finansialisering», standardisering og selv-regulering.

Dette vises i figur 3-3 (hentet fra Le Coze), hvor også koblingen mellom utviklingstrekk og risiko/sikkerhetsforhold diskuteres med grunnlag i eksempler fra petroleumsnæringen (ulykker/hendelser i BP mellom 2005 og 2010). Overordnet sett illustrerer modellen at digitalisering er knyttet til endring av organisatorisk og regulatorisk kontekst for gjennomføring av arbeid.



Figur 3-3: Digitalisering og organisatorisk og regulatorisk kontekst

Mesteparten av forskningen på sammenhengen mellom utvikling/bruk av IKT og nye organisasjonsformer og arbeidsmåter med betydning for HMS i petroleumsnæringen, er gjennomført under overskriften «integrerte operasjoner» (IO) eller tilsvarende begreper (e-drift, smart fields/digital fields, etc.). IO kan forstås som integrasjon av personer, arbeidsprosesser og teknologi for å ta bedre beslutninger og forbedre gjennomføring av arbeid (Paltrinieri, Scarponi et al., 2014). Det er muligjort ved bruk av sanntidsdata, samarbeidsverktøy- og teknikker og ekspertise fra flere disipliner, organisasjoner og geografiske lokasjoner. IO innbefatter således både bruk av informasjonsteknologi for datainnsamling, prosessering og integrering for beslutningsstøtte og beslutningstaking, og bruk av kommunikasjonsteknologi for samhandling på tvers av organisatoriske, faglige og geografiske grenser. IO innbefatter med andre ord de samme elementene som begrepet digitalisering rommer i dag, og forskning og betraktninger som er gjort med hensyn på IO eller tilsvarende begreper og konsekvenser innen organisasjon og HMS er derfor i stor grad direkte overførbart til HMS- og organisatoriske konsekvenser av digitalisering.

Forskningslitteraturen diskuterer både positive og negative aspekter ved IO for risiko og sikkerhet. Når det gjelder førstnevnte fremheves det at IO muliggjør nye praktiske tilnærminger til risikovurdering- og håndtering. Slike prosesser kan forbedres ved bruk av data i sanntid og nye visualiseringsformer for risiko, eksempelvis knyttet til prediksjon av vedlikeholdsbehov på utstyr (Zhang and Hu, 2013), samt at IO legger til rette for effektiv sikkerhetsstøtte (Albrechtsen, Andersen et al., 2010), f.eks. forbedret

barrieremonitorering (Paltrinieri, Scarponi et al., 2014). Videre vil IO redusere fysisk risikoeksponering og forbedre muligheter for informasjonsflyt, planlegging og beslutningsstøtte generelt (Lu, Altamirano et al., 2015), og knyttet til håndtering av kritiske hendelser spesielt (Heckbert og Quick, 2012).

Det kan imidlertid være en bratt læringskurve for å ta i bruk teknologi ettersom dette også innbefatter endring av arbeidsprosesser. Studier viser at dette kan knyttes til utfordringer med tilgjengelighet av informasjon (dvs. at ansatte ikke vet hvor spesifikk informasjon finnes – både når det gjelder digitale informasjonskilder og menneskelig ekspertise), og at utvikling av rutiner og kompetanse for bruk av nye informasjonskilder kan være krevende (Marcella og Lockerbie, 2015). Generelt sett innebærer IO mer komplekse kommunikasjonsomgivelser og krav til deling av informasjon; både på tvers av geografiske (onshore-offshore), faglige (ulik ekspertise) og organisatoriske grenser. I denne forbindelse finner Marcella og Lockerbie (2015) at rollen til plattformsjefen endres og blir mer utfordrende ettersom han/hun fungerer som et omdreiningspunkt for både uformell og formell informasjonsflyt.

Relatert til dette peker studier også på utfordringer knyttet til mangelfull kobling mellom teknologisk utvikling og organisatoriske verktøy, og at rask og omfattende teknologisk utvikling innebærer økning av sosioteknologiske utfordringer som må håndteres. Dette betyr at arbeidsprosesser og organisering ikke alltid er godt tilpasset den teknologiske utviklingen som petroleumsnæringen opplever, noe som eksempelvis vises i begrenset utnyttelse av tilgjengelig data som ny teknologi genererer. Haavik (Haavik, 2017) skriver i denne forbindelse at det er konstant fare for at informasjonsinfrastruktur blir en frikoblet artefakt med begrenset relevans, i stedet for integrert i arbeidet som gjøres (s. 157).

Videre knytter Le Coze (2017) denne utfordringen til den interorganisatoriske konteksten (grad av organisatorisk ulikhet) som risikoutsatte aktiviteter/operasjoner i petroleumsnæringen i betydelig grad preges av. Le Coze viser i denne forbindelse til Grabowski og Roberts (2016) diskusjon om utfordringer som virtuelle organisasjoner²⁸ har for utvikling av egenskaper som trengs for å betraktes som høypålitelige organisasjoner (RSVO – «Reliability Seeking Virtual Organizations»). Her beskrives mangfold og ulikhet langs dimensjoner som kultur, etnisitet, sosial bakgrunn, utdanning, teknologisk bakgrunn, organisatorisk tilhørighet og land, som forhold som kan skape utfordringer for utvikling av de relasjonelle egenskapene som høypålitelige organisasjoner kjennetegnes av og som ligger til grunn for god informasjonsdeling og felles problemløsning.

IO er med andre ord forbundet med stor organisatorisk kompleksitet. Manglende kobling mellom teknologi og komplekse organisatoriske forhold som IO innebærer kan gi sikkerhetsutfordringer. I denne forbindelse er det stor forskjell mellom gjennomføring av daglige/normale oppgaver og aktiviteter knyttet til håndtering av uventede

28 Virtuelle organisasjoner forstås som geografisk distribuerte organisasjoner hvor de involverte aktørene er knyttet sammen av en langsiktig felles interesse eller målsetning, og hvor kommunikasjon og koordinering av arbeid i hovedsak gjennomføres ved bruk av IKT.

situasjoner. I en studie av utfordringer ved boreoperasjoner beskriver eksempelvis Haavik (Haavik, 2010) hvordan det sosioteknologiske systemet under normal drift var preget av lav kompleksitet og høy stabilitet, og hvor uklare/ukjente sammenhenger mellom velfungerende (menneskelige og teknologiske) komponenter ikke skapte utfordringer. Når en uventet situasjon oppsto ble imidlertid kompleksiteten høy ettersom flere aktører kom til (spesialister med ulike roller/oppgaver), og behovet for å forstå sammenhenger mellom komponentene var stort.

Med andre ord skapte «blackboxing» av komponenter, som var uproblematisk under normal drift, utfordringer når situasjonen ble endret. Latour (Latour, 1999) beskriver “blackboxing” som «the way scientific and technical work is made invisible by its own success. When a machine runs efficiently, when a matter of fact is settled, one need focus only on its inputs and outputs and not on its internal complexity. Thus, paradoxically, the more science and technology succeed, the more opaque and obscure they become”. Haavik (Haavik, 2014) bruker begrepet «sensework» for å beskrive den sosiotekniske prosessen hvor grupper av arbeidere involvert i sikkerhetskritiske operasjoner forsøker å sette sammen ulike informasjonskomponenter for å skape et helhetlig bilde som gir mening i en gitt situasjon.

Relatert til dette viser Albrechtsen (2015) til en gjennomgang av bakenforliggende årsaker til ulykker og uønskede hendelser i petroleumsnæringen (Deepwater Horizon, Montara, Snorre A og Gullfaks C) gjennomført av Tinnmansvik m.fl. (2011), og diskuterer hvordan disse faktorene omhandler manglende/avvikende gjennomføring av arbeidsprosesser som IO forutsetter/krever (s. 85-86). For det første viser flere ulykkesgranskninger at utilstrekkelig informasjonsflyt mellom aktører (både på tvers av lokasjoner og mellom arbeidsskift) har vært en medvirkende faktor. Dette handler om at informasjon om f.eks. risikoforhold og/eller relevante tidligere erfaringer knyttet til gjennomføring av operasjoner som en aktør/avdeling besitter, ikke når ut til andre aktører som har nytte av denne informasjonen. Mulighetene for informasjonsdeling, presentasjon av informasjon for økt (og felles) forståelse, og tilgang til informasjon som teknologien representerer, utnyttes altså ikke.

En annen faktor som er relatert til dette er utilstrekkelig involvering av ekspertise i beslutningstaking. Dette handler om at tilgang til ekspertise som teknologien muliggjør ikke benyttes/brukes når situasjonen krever det, og at koblingen mellom on- og offshore menneskelige ressurser og teknologiske systemer ikke fungerer tilfredsstillende (Grabowski og Roberts 2016). Utnyttelse av ekspertise krever kunnskap og prosedyrer om hvem som skal involveres og når, og kan forklares med vanskeligheter med adopsjon og bruk av nye informasjonskilder (Marcella og Lockerbie, 2015) beskrevet tidligere. Et tredje forhold som fremheves er utilstrekkelig tolkning av data. Dette gjelder spesielt utfordringer med å se (ofte motstridende) data fra ulike systemer i sammenheng (Grabowski og Roberts 2016). Tilgang til og bruk av kontinuerlig oppdatert data er et sentralt element ved IO, men dette medfører mange menneske-maskin utfordringer - og risikoforhold. Dette kan være forhold som situasjonsforståelse, tretthet, uoppmerksomhet, etc. (Gressgård m.fl. 2014), og stiller krav til både:

- Teknologidesign (f.eks. brukergrensesnitt, alarmsystemer, etc.),
- Kompetanse hos brukere av teknologien (f.eks. tolkning/vurdering av pålitelighet av motstridende data fra ulike systemer) og
- Samhandling med andre aktører (f.eks. kunnskap om og prosedyrer for involvering av andre aktører når uventede situasjoner oppstår).

Samlet sett viser dette at en uoverensstemmelse mellom teknologi og organisering/gjennomføring av arbeidsprosesser representerer risiko. Med andre ord krever IO at organisatoriske rutiner og prosesser er tilpasset de mulighetene og begrensningene som teknologien representerer. Dette blir enda viktigere når det kombineres med utfordrende operasjonelle omgivelser, eksempelvis for utvinning av petroleum i nordområdene (Verhelst, 2010). Grabowski og Roberts (2016) diskuterer i denne sammenheng avhengigheten mellom IKT-infrastruktur (som ligger til grunn for IO) og annen infrastruktur som må være til stede for effektiv håndtering av kritiske situasjoner, og setter spørsmålsteget ved hvorvidt teknologi i seg selv er tilstrekkelig til å kunne skape pålitelige operasjoner i «avsideliggende» strøk. Mangel på kritisk infrastruktur og ressurser (f.eks. transportmuligheter, helsemiljø/personell, miljøvern, etc.), samt dyre og logistikkmessige utfordringer når det gjelder bruk av mobil høykapasitets infrastruktur for pålitelige og tilpassingsdyktige distribuerte operasjoner i avsideliggende og røffe strøk, gjør at levedyktigheten til RSVO i slike omgivelser er diskuterbar.

3.4.2 Digitalisering og HMS - arbeidsinnhold- og utførelse

Når det gjelder sammenhengen mellom teknologi, arbeidsinnhold- og utførelse og HMS er det gjennomført flere studier som omhandler automatisering av boreoperasjoner. Studier har sett på ulike faser i utviklingen (utvikling, implementering og bruk); eksempelvis problemstillinger knyttet til ivaretagelse av menneskelige aspekter ved design og utvikling av ny teknologi (Sætren & Laumann, 2015), brukeres aksept og opplevelse av ny teknologi, inkludert behov for kritisk og systematisk gjennomgang av sikkerhetskonsekvenser ettersom implementering av ny teknologi er knyttet til økt kompleksitet av andre forhold, som endring av sikkerhetssystem og bemanning (ibid.), og endring av arbeidsprosesser- og innhold som følge av bruk av systemer (Gressgård, Hansen et al., 2014). Mer generelt er det mye litteratur som omhandler ulike aspekter ved menneskers bruk av teknologi i risikointensivt arbeid, med relevans for petroleumsnæringen.

Fremmedgjøring, meningsdanning og risikopersepsjon

Den norske offentlige utredningen «Digital sårbarhet – sikkert samfunn» (NOU 2015:13) peker på mulig sårbarhet i form av økt fremmedgjøring som resultat av digitalisering. Mennesker har naturlig en viss forståelse av hvordan vi sikrer informasjon i manuelle, papirbaserte prosesser. Med digitalisering er faren for fremmedgjøring tilstede, og det er vanskelig å få en fullstendig oversikt over sårbarhetsbildet. Datamaskiner og programvare er for eksempel utviklet lag for lag, der hvert lag skjuler en underliggende kompleksitet for det neste. Disse maskinene kobler vi nå sammen i datanettverk basert på en tilsvarende lagdelt modell. Når vi utvider funksjonalitet og knytter sammen IKT på

nye måter, mister vi ofte forståelse for og oversikt over de underliggende forutsetningene og antagelsene som er gjort, og noen ganger henger vi igjen med antagelser som ikke lenger gjelder. Personer som skal ta kritiske beslutninger har da ikke lenger fullgod oversikt over sårbarhetsbildet. Denne fremmedgjøringen har også blitt trukket frem i studier av flyulykker. Carr (2014) beskriver eksempler hvor pilotenes sanser var blitt sløvet av automatiseringen, og flere ulykker har skjedd fordi pilotene mangler den opprinnelige intuisjonen og har reagert med feil handling i en kritisk situasjon. Dette kan være overførbart til automatiseringen av risikofylte operasjoner på oljeplattformer som for eksempelvis brønnboring hvor personell går fra å styre en prosess til å overvåke en prosess, men hvor en må være i stand til å overta styring på kort varsel hvis situasjonen tilsier det (eksempelvis hvis automatiseringen feiler eller møter på uforutsette problemer).

I denne sammenheng trekker Carr (2014) også frem begrepet «automation bias»; idéen om at fordi et resultat kommer fra en maskin må det være riktig, selv om det også kan være feil og kun er så godt som algoritmen det opererer med. Carr bruker her et eksempel fra skipsfarten hvor et skip gikk på grunn fordi mannskapet stolte blindt på GPS-systemet, til tross for at de selv så bøyer som indikerte at skipet var ute av kurs. Ifølge Carr er det klare avveininger mellom økt effektivitet på bakgrunn av økende automatisering, og tapet av en slags immateriell estetikk eller intuisjon som vokser frem fra menneskelig tenkning.

NOU 2015:13 trakk også frem et annet eksempel som viser den fremmedgjøringen vi står overfor, som er knyttet til de grensesnittene vi presenteres for. Metaforer som mapper, skrivebord og papirkurv skjuler viktig informasjon. Vi legger filer i papirkurven og tømmer den for å slette informasjonen i filene. Det er naturlig å tro at informasjonen dermed er tilintetgjort. I realiteten er det bare referansene til informasjonen som er borte. Over tid vil informasjonen kunne bli overskrevet, men ofte kan informasjonen hentes tilbake lang tid etter slettingen. Det samme ser man på nettbaserte tjenester.

Risikoen for fremmedgjøring kan kobles til begrepet «sensemaking», eller «meningsdanning» på norsk. I følge Weick (2001) har nye teknologier, som komplekse produksjonssystemer basert på IKT (f.eks. kraftforsyningsystemer eller systemer for produksjon av olje og gass), skapt uvanlige problemer knyttet til «meningsdanning» for ledere og ansatte. I følge Weick skaper organisasjonsmedlemmer en kollektiv forståelse og mening av omgivelsene gjennom interaksjon.

Digitalisering og automatisering fører til økt kompleksitet, prosessene foregår usynlig på innsiden av datamaskiner, som igjen fører til utfordringer for menneskene som skal arbeide med disse maskinene. De mister oversikten og forståelsen av hvordan prosessen foregår, og kan derfor også ta feil valg i feil/-krisesituasjoner. Det foregår også en kontinuerlig oppdatering/endring og redesign av teknologien, som betyr at implementeringsfasen aldri tar slutt. Disse teknologiene krever derfor kontinuerlig strukturering og «meningsdanning» hvis de skal håndteres. Mangelen på forståelse kan påvirke risikopersepsjon, og føre til feil oppfattelse av risiko.

En masteroppgave fra NTNU studerte hvordan ulike ekspertgrupper innad i petroleumsnæringen oppfattet risiko og risikostyring relatert til petroleumsproduksjon i et IO-miljø (Espeland, 2010). Resultatene viste at risikopersepsjonen relatert til IO

varierte mellom de ulike ekspertgruppene som ble intervjuet i oppgaven. Risiko for storulykke ble i hovedsak oppfattet som redusert ved innføring av IO, men skulle en ulykke skje ble konsekvensene antatt å bli tilsvarende tidligere storulykker. Resultatene viste også at ekspertene hadde flere alvorlige bekymringer relatert til innføring av IO, som for eksempel at årsakene til storulykker ikke var grundig nok kjent blant personell, og at kompleksiteten i de industrialiserte IKT-systemene kunne føre til alvorlige sikkerhetsproblemer. Hovedfunnene i forbindelse med risikostyring og IO viste at faktorer relatert til menneske, teknologi og organisasjon (MTO) er utfordringer som må anerkjennes for å oppnå forbedringer. Funnene indikerte også at usikkerhet om hvorvidt nok var blitt gjort for å håndtere risiko i forbindelse med innføringen av IO, var utbredt blant informantene (ibid.).

3.4.3 IKT-sikkerhet

Å overvåke digitale sårbarheter og øke resiliens i den norske olje- og gassinfrastrukturen er ifølge Johnsen (2016) avgjørende for å håndtere de skjulte, dynamiske og fremvoksende risiki som blir introdusert når nye teknologier og løsninger blir inkorporert i infrastrukturen. Johnsen bruker begrepet «digital infrastruktur» for å beskrive IKT-systemene integrert med SCADA-systemene som styrer olje og gass produksjon og distribusjon til kunder (industrialiserte IKT-systemer).

Ifølge Johnsen kan olje- og gassindustrien sees som et «digitalt økosystem». Et digitalt økosystem er en metafor inspirert av naturlige økosystemer som beskriver distribuerte, adaptive og åpne sosiotekniske systemer bestående av legale og organisatoriske rammeverk, applikasjoner (med komponenter) og deres data og digitale innhold, støttet av et sett av infrastruktur-tjenester. Dette begrepet er nyttig når man utforsker digitale sårbarheter og resiliens i olje og gass-sektoren, siden dette avhenger av hvordan det totale økosystemet fungerer, utvikles og forbedres. Siden nye risiki er vanskelige å forutse, kan det å utforske og inkorporere resiliens et viktig risikoreducerende tiltak. Resiliens er et systems iboende evne til å være tilpasningsdyktig og selvkorrigerende, og kunne håndtere forstyrrelser og hendelser uten at dette får for store konsekvenser.

Ifølge NOU 2015:13 vil investeringsviljen til tiltak for å forebygge digitale trusler i olje- og gassvirksomheten på norsk sokkel bli utfordret i nedgangstider. Viljen til å investere i sikringstiltak i et område der man så langt ikke har hatt alvorlige konsekvenser av hendelser, vil bli satt på prøve. Stadig smartere og flere sensorer overvåker og kontrollerer de fysiske prosessene. Nye forretningsmodeller der leverandørene selv får ansvar for å samle inn, overvåke og forbedre eget utstyr, diskuteres i sektoren. Dette vil gjøre det nødvendig at leverandørene får bedre tilgang til sensordata og innsamlet historikk, samt mulighet til å oppdatere programvaren sin. Flere aktører med tilgang til kritiske produksjonssystemer vil øke eksponeringen for inntrenging av skadelig programvare. Mangelfull sikkerhetskultur hos underleverandører i forbindelse med digitale sårbarheter er også en risiko DNV GL trakk frem i sin rapport om Digitale sårbarheter olje og gass (DNV GL, 2015).

Ifølge DNV GLs rapport fra 2015 var «topp ti» digitale sårbarheter i olje- og gassektoren:

1. Manglende oppmerksomhet på og opplæring i digital sikkerhet hos ansatte
2. Fjernarbeid i forbindelse med drift og vedlikehold

3. Bruk av standardprodukter med kjente sårbarheter i produksjonsmiljøer
4. Mangelfull sikkerhetskultur i forbindelse med digitale sårbarheter hos underleverandører
5. Utilstrekkelig separasjon av datanett
6. Bruk av mobile enheter som bærbare datamaskiner, smartbrett og smarttelefoner
7. Datanett mellom landinstallasjoner og oljefelt
8. Manglende fysisk sikring av datarom, koplingskap, m.m.
9. Sårbar programvare
10. Utdaterte styringssystemer på anlegg.

Balanse mellom IKT-sikkerhet og organisatorisk sikkerhet

Sikker gjennomføring av IO krever at teknologien i seg selv er både pålitelig og tilgjengelig. Albrechtsen (Albrechtsen, 2015) diskuterer i denne sammenheng hvordan organisatoriske endringer knyttet til IO får konsekvenser for ulike IKT-sikkerhetsforhold. Som beskrevet tidligere er ivaretagelse av organisatorisk sikkerhet ved integrerte operasjoner knyttet til god informasjonsflyt (tilgang, deling, oppdatering og bruk av informasjon) mellom aktører, som ofte befinner seg på ulike lokasjoner og kan være tilknyttet ulike organisasjoner. Sentrale elementer ved ivaretagelse av IKT-sikkerhet handler imidlertid om begrensning i tilgang til data og hvem som kan oppdatere data. I følge Albrechtsen (2015), blir tilgjengelighetsdimensjonen viktigere i IO-baserte *organisatoriske* omgivelser, hvor konfidensialitet tidligere har vært i hovedfokus. Dette står i kontrast til tradisjonelle IKT-sikkerhetstilnærminger for administrative (IT) systemer hvor tilgjengelighet har vært den faktoren som har blitt viet minst oppmerksomhet (s. 88). På motsatt side fører økt digitalisering og sammenkobling til at konfidensialitet blir viktigere for tradisjonelle industrikontrollsystemer (OT), hvor tilgjengelighet alltid har vært hovedfokus. For OT-systemer har sikkerhetsfokus tradisjonelt vært på å hindre tilgang til systemene utenfra, ikke på hvem som skal ha tilgang til hvilke data.

«For å kunne oppdage unormale forhold i data fra boreoperasjoner må den riktige personen se de riktige data på riktig tidspunkt og gjøre den korrekte fortolkningen av data. Dette skjedde aldri på Deepwater Horizon. Dette støtter argumentet om å fokusere mer på tilgjengelighet og dataintegritet på bekostning av konfidensialitet». (s. 89).

IO innebærer dermed en balansegang mellom organisatorisk sikkerhet og IKT-sikkerhet ettersom informasjonsflyten som sikre operasjoner krever må balanseres mot sårbarhet og behov for konfidensialitet. I dette ligger det et dilemma og vanskelige avveininger som vil bli stadig mer aktuelle fremover etter hvert som den teknologiske utviklingen øker i styrke og omfang: *Digitalisering muliggjør (og til dels krever) endring av arbeidsprosesser og organisering, som i neste instans kan påvirke IKT-sikkerhet. Og motsatt; ivaretagelse av IKT-sikkerhet kan redusere mulighetene for å gjennomføre arbeidsprosesser på måter som ivaretar organisatorisk sikkerhet.*

Eksempelvis vil manglende fokus på konfidensialitet i utvikling av tingenes internett (som forventes å bli en sentral del av petroleumsnæringens digitaliseringsfokus²⁹) øke sårbarhet og risiko betraktelig. Hvordan sikre nødvendig informasjonsflyt samtidig som IKT-sikkerheten ivaretas? Dette handler overordnet sett om dilemma mellom kontroll og fleksibilitet.

3.4.4 Digitalisering – regulering, standardisering og tilsyn

Resultatene fra våre litteratursøk viser at det er publisert lite vitenskapelig/fagfellevurdert forskning som omhandler koblingen mellom digitalisering og regulering i petroleumsnæringen. Det er imidlertid enkelte rapporter som beskriver utviklingstrekk i forbindelse med teknologiutvikling og mulige konsekvenser for regulering. Blant annet hevder World Economic Forum (2017) at datasikkerhetsreguleringer ikke lenger er hensiktsmessige. Intellectual-property (IP)-rammeverk er i liten grad tilpasset den fremvoksende situasjonen med behov for deling av data på tvers av organisatoriske grenser, hvor virksomheter må være sikre på at data som deles ikke blir gjort tilgjengelig for uvedkommende. Videre hevdes det at mye data som kommer fra sensorer ikke er standardisert eller integrert på tvers av plattformer. I tillegg er ofte eierskap og/eller tilgang til data på tvers av organisatoriske grenser uklare. Selv om data er tilgjengelig medfører det høy grad av kompleksitet og mengde store utfordringer når det gjelder anvendelse av data og muligheter for økt innsikt (WEF, 2017). Også behov for endring av reguleringstilnærming har blitt diskutert på bakgrunn av utviklingen mot økende grad av integrerte operasjoner og flytting av folk fra hav til land (Nielsen, 2016).

DNV GL hevder i sin rapport «Digitale Sårbarheter Olje & Gass» fra 2015 at mønstre og historiske trender fra «big data analytics» kan gi myndighetene en mulighet for å utvikle effektive regulerings- og monitoreringsregimer. Det påpekes også at ansvar for forebyggende IKT-sikkerhet i olje- og gasssektoren i Norge er fragmentert, og at Ptil bør ha et operativt fokus på digitale sårbarheter. I følge DNV GLs rapport er regelverk og mer myndighetstilsyn ikke uten videre håndterbart for sikkerhetsmyndighetene, og bedre digital sikkerhet kan ikke forenkles til et krav om myndighetskontroll. Men i rapporten nevnes det også et mulig alternativ til det funksjonelle regelverket ifm. IKT-sikkerhet: «I litteraturen om regulering beskrives også «hybride» tilnærminger hvor målstyringsprinsippet og det detaljerte, foreskrivende prinsipp kombineres. Ansvarliggjøring, myndiggjøring (påvirkning og innflytelse) og trepartssamarbeid er sentrale i en slik «hybrid» tilsynsmodell. En slik modell vil ikke være i konflikt med den norske reguleringsmodellen og bør også vurderes i forhold til hvordan et fremtidig tilsynsregime for sektorens arbeid med den digitale sårbarheten skal være» (DNV GL, 2015).

Ifølge Johnsen (2016) er det nødvendig for myndighetene å bli mer proaktive, og undersøke regulatoriske tiltak, veiledninger og beste praksiser på tvers av nasjonale grenser. Siden modningsprosessen ikke kan dekke alle typer fremvoksende risiki, er det nødvendig å formidle evnen til å tilpasse seg og håndtere det uventede, som støtter opp om fokus på resiliens. Johnson legger vekt på viktigheten av å fokusere på testing og

²⁹ <http://www.cw.no/artikkel/oljeenergi/oljebransjen-digitaliserer-med-iot>

sertifisering av kritisk cyber-fysisk utstyr hvor forstyrrelser eller ødeleggelse kan forårsake negative helse-, sikkerhets-, og miljøkonsekvenser. Risikostyring på myndighetsnivå (risk governance) bør forbedres gjennom forbedrede granskninger av hendelser, revisjoner gjennom hele verdikjeden og hyppige (re)vurderinger av strategier for risikoreduksjon og handlinger. Kunnskapsdeling bør også forbedres gjennom forskning, samarbeid mellom eksperter på sikkerhet (safety) og sikring (security).

3.5 Oppsummering av litteratursøk

Faglitteratur som er gjennomgått i dette kapitlet bekrefter at digitaliseringsoptimismen råder i petroleumsnæringen. Sektoren blir stadig mer avhengig av digitale systemer, og digitalisering er det teknologiområdet hvor næringen forventer størst investering i tiden fremover. Dette har sammenheng med en tro på at digitalisering kan adressere utfordringer som kostnadsreduksjon og muligheter til å ta raskere og bedre avgjørelser. Dagens investeringer er i stor grad rettet mot de generelle teknologiområdene mobilteknologi og Internet of Things (IoT), mens en forventer at utnyttelse av Big Data, analyse og IoT blir de viktigste områdene de neste 3-5 årene. De teknologiområdene hvor en forventer størst vekst er innen roboter og droner, kunstig intelligens og bærbar teknologi. Fokuset på digitalisering kan på mange måter sees som en forlengelse av et varig fokus på å forstå risiko og pålitelighet knyttet til komplekse systemer. Avhengigheten, og dermed også sårbarheten, til digitale systemer er stadig økende.

Vår analyse viser at et stort antall forskningsartikler gir vurderinger og anbefalinger for forbedret risikostyringsarbeid både generelt og spesifikt innenfor petroleumsnæringen, uten at dette nødvendigvis skal relateres til digitaliseringstrenden. Litteraturen viste og at kommunikasjon og datahåndtering er sentrale temaer som har betydning for kvaliteten av risikostyring. En følge av økt digitalisering er at koblingene mellom datavitenskap og teknologi blir stadig viktigere. I stor grad handler dette om å forstå hvilket potensielt og utfordringer som ligger i digital teknologi. Litteraturgjennomgangen viste og at det har forekommet alvorlige enkelthendelser og nesten-hendelser i perioden 2010-2017, som kan indikere at utviklingen innenfor digitalisering på noen områder har et tempo hvor næringen har utfordringer med å opprettholde en fornuftig balanse mellom verdiskapning og risiko.

Overordnet sett viser litteraturgjennomgangen at det i petroleumsnæringen arbeides med digitalisering på mange områder, og at disse områdene i all hovedsak kan knyttes til (videre)utvikling av Integrerte Operasjoner. Med andre ord handler digitaliseringen av næringen først og fremst om utvikling og bruk av verktøy og prosesser for forbedring av beslutningstaking, samhandling og automatisering. Imidlertid er det begrenset med fagfelleverderte studier av HMS-effekter av nye teknologier og tilhørende prosesser (f.eks. stordataanalyse for beslutningsstøtte, driftsoptimalisering og prediktivt vedlikehold) ettersom teknologiutviklingen foreløpig er i en tidlig fase.

Kunnskap fra tidligere forskning kan likevel gi indikasjoner på hva som bør vektlegges fremover på dette området. Blant annet viser IO-relaterte studier at risiko for uønskede hendelser og storulykker kan føres tilbake til manglende samsvar mellom gjennomføring av arbeidsprosesser og de forutsetningene for ivaretagelse av sikkerhet som IO forutsetter. Dette gjelder forhold som informasjonsflyt, involvering av ekspertise og

utfordringer med tolkning av data. Alle disse aspektene vil øke i viktighet etter hvert som den sosiotekniske kompleksiteten ved operasjoner i petroleumsnæringen øker. En faktor relatert til dette omhandler et mulig dilemma mellom ivaretagelse av IKT-sikkerhet og gjennomføring av arbeidsprosesser som ivaretar organisatorisk sikkerhet. Dette er forhold som må fokuseres på i diskusjoner og beslutninger om regulatoriske forhold.

Resultatene fra litteratursøk viser at det er publisert lite vitenskapelig forskning som omhandler koblingen mellom digitalisering og regulering i petroleumsnæringen. Det er imidlertid enkelte rapporter som beskriver utviklingstrekk i forbindelse med teknologiutvikling og mulige konsekvenser for regulering. Behov for endring av reguleringstilnærming har også blitt diskutert i litteraturen på bakgrunn av utviklingen mot økende grad av integrerte operasjoner og flytting av folk fra hav til land.

4. Intervjuer og workshops: analyser og funn

4.1 Innledning

I dette kapitlet analyseres funn fra intervjuer, workshops og i skriftlig dokumentasjon som er samlet inn i forbindelse med prosjektet. Hvert delkapittel har fokus på ett tema knyttet til digitalisering, henholdsvis utviklingstrender innen digitalisering i petroleumsnæringen (4.2); endringer knyttet til arbeidsformer og arbeidsorganisering (4.3); arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid (4.4), og tilsynsvirksomhet, standardisering og regulering (4.5). Kapitlet avsluttes med en overordnet oppsummering og konklusjon.

Det ble gjennomført intervjuer med cirka 30 informanter, se tabellen under.

Tabell 4-1: Oversikt over informanter

Type informant	Antall	Type datainnsamling
Fagekspert	10 personer	Individuelle intervju Gruppeintervju
Bedrifter	12 personer	Individuelle intervju Gruppeintervju
Organisasjoner, tillitsvalgte, verneombud	12 personer	Gruppeintervju Workshop

Omtrent en tredjedel av informantene er fagekspert fra forskningsmiljø innen petroleum, offshore- og petroleumsteknologi, risikostyring, samfunnsvitenskap, informasjonsteknologi og datasikkerhet. Den andre tredjedel er nøkkelpersoner i ulike bedrifter i petroleumsnæringen. Både operatører og leverandører i petroleumsindustrien ble inkludert i utvalget, og vi tilstrebet å møte 2-3 personer i hver bedrift med ulikt strategisk og operasjonelt ansvar og erfaring innen digitalisering. Den siste gruppen informanter representerer henholdsvis arbeidsgiver- og arbeidstaker-organisasjoner (sistnevnte representert ved tillitsvalgte), samt hovedverneombud.

Det ble gjennomført ustrukturerte, kvalitative intervjuer, enten ved individuelle intervju eller gruppeintervju. I prosjektets regi ble det og gjennomført workshops med høringsgruppen hos Ptil, og med tillitsvalgte og verneombud. Høringsgruppen hos Ptil som har møtt til workshops og arbeidsmøter inngår ikke i det totale antallet informanter. De har imidlertid delt kunnskap og erfaringer som stedvis anvendes i rapportens analyser. Fra fagmiljøene i Ptil mottok vi også nyttige tilbakemeldingsskjemaer med refleksjoner knyttet til digitaliseringstrender, potensielle HMS-konsekvenser m.m.

Som utgangspunkt for disse ulike formene for datainnsamling, ble det brukt en felles intervjuguide, men tilpasset etter type informant (se vedlegg). Temaer i intervjuene var kunnskap om og erfaringer med utviklingstrender innen henholdsvis digitalisering, risiko og HMS-konsekvenser, samt synspunkter på partssamarbeid, tilsyn og regelverk knyttet til utviklingen. Intervjuguide og studiedesign ble rutinemessig meldt til og godkjent av

Norsk senter for forskningsdata (NSD). Informantene ble informert om sine rettigheter knyttet til dette. De vi intervjuet, delte relevante erfaringer og synspunkter.

En potensiell svakhet ved datamaterialet er et begrenset utvalg, som vanskelig kan dekke mangfoldet av problemstillinger knyttet til i digitalisering i petroleumsnæringen. Alle informantene har heller ikke innsikt i hele tematikken i rapporten. Det er både selskaper, fageksperter og organisasjoner som vi av ulike grunner ikke fikk anledning til å intervjuer, og som bør inngå i en eventuell større studie av digitalisering i petroleumsnæringen. Den viktigste årsaken til dette var det korte tidsperspektivet som prosjektet ble gjennomført på. Vi opplevde likevel å få intervjuet et bredt utvalg av informanter, og å ha kommet til en metning i informasjon i intervjuene. Samlet sett utgjør disse datakildene et godt grunnlag for overordnet å analysere næringens synspunkter på og erfaringer med digitalisering.

4.2 Digitaliseringstrender i petroleumsnæringen

I denne delen diskuteres sentrale utviklingstrender innen digitalisering i petroleumsnæringen. Gjennom intervjuer med representanter fra industrien og academia bekreftes flere av funnene rundt teknologitrendene fra litteraturgjennomgangen presentert i kapittel 3.

4.2.1 Teknologiområder- og trender

Roboter og autonome fartøy

Det er planlagt at en i løpet av kort tid vil installere den første boredekkroboten for å pilotere teknologien i reelle boreoperasjoner. Denne roboten skal overta mange av de manuelle løfte- og håndteringsoperasjonene på boredekk. En har også allerede gode erfaringer med bruk av droner til inspeksjon av offshore vindmøller, og ønsker å utvide bruken til plattformer. Ingen av intervjuobjektene hadde informasjon om eller erfaring med autonome fartøy.

Integrerte operasjoner

I forhold til integrerte operasjoner opplever leverandørindustrien et sterk press på å minimere antall personer offshore, og dette fremtvinger fokus på å ta i bruk de mulighetene som digitalisering gir. En må da flytte oppgaver og ansvar som tidligere har blitt ansett som kritiske å ha offshore til onshore ROC, men en har gjennom vellykkede pilotprosjekter erfart at dette er gjennomførbart og vil gi effektiviseringsgevinster.

Det er en opplevelse av at teknologien er moden for kunne iverksette disse endringene, men at det er avklaringer rundt arbeidsprosesser, roller og ansvar, skiftordninger og arbeidssted mellom de ulike aktørene i verdikjeden som er de største hindrene for å gjennomføre endringene. Et viktig premiss for at slike endringer skal være vellykkede er at kommunikasjonsinfrastrukturen har stabil kvalitet og høy oppetid, og at en må kunne håndtere bortfall av forbindelse mellom rigg og ROC. En har erfaringer i dag fra videosamtaler mot borerigger hvor bildet fra tid til annen «fryser», og at en mister forbindelsen under en samtale. Dette skaper usikkerhet ift. hvorvidt en kan stole på sikkerhetskritiske systemer i risikoutsatte operasjoner, noe vi vil komme tilbake til i delkapittel 4.3.1.

Boreoperasjoner

En viktig trend som blir trukket frem av flere informanter er digitalisering av brønnplanleggingen. Der ulike fagfunksjoner tidligere jobbet i ulike systemer, modeller og dokumenter, og hvor en hadde mulige feilkilder ved overføring av informasjon fra en faggruppe til en annen, blir nå flere og flere systemer knyttet sammen slik at en jobber på den samme brønnmodellen og de samme dataene. I tillegg er det en trend at folk har lyst til å samarbeide på tvers av fagmiljø. En ser allerede gevinst i form av bedre og mer effektiv informasjonsflyt mellom ulike fagfunksjoner. Der man i dag bruker 14 dager på planlegging av brønn, og hvor mye av tiden går til innhenting av informasjon fra ulike kilder, ser en for seg å bruke én dag når de digitale løsningene gir umiddelbar tilgang til nødvendig informasjon og samhandling. Dette er løsninger som både operatører etterspør og har som mål å ta i bruk, og som systemleverandører har høy prioritet på å utvikle.

En digital modell av brønnen åpner også opp for simulering av boreoperasjonen. I dag er normalen at en «drill a well on paper», dvs. at hele boreteamet samler seg og diskuterer seg gjennom brønnoperasjonen for å prøve å avdekke alle mulige problemer som kan dukke opp. Med en digital modell har en mulighet til å «drill the well in a simulator» som gir langt bedre informasjon om hvor robust en boreoperasjonsplan er, samt bedre muligheter for læring og erfaringsoverføring mellom team og prosjekter.

Flere informanter trekker også frem automatisering av boreoperasjoner som et område med stort fokus, og som flere informanter mener kunne forhindre Deepwater Horizon-ulykken. En vesentlig barriere for automatisering av brønnoperasjoner som blir trukket fram er mangelen på en felles kommunikasjonsstandard for boreutstyr, og at det er så mange ukoordinerte initiativ rundt å etablere en standard at det fører til mer kompleksitet. I tillegg er det også utfordringer med manglende sensordata og utilstrekkelig datakvalitet. Dette gjør at en bruker veldig mye tid på å konfigurere, kontrollere og vedlikeholde informasjonen som automatiserte boresystemer trenger, og som en konsekvens trenger en flere personer. Mye data fra sensorer blir i dag sjelden brukt, og en har dermed ikke kontroll på om kvaliteten på denne er god nok.

The digital oil field

Flere informanter opplever som nevnt at mye data er tilgjengelig, men at dette til nå ikke har blitt utnyttet godt nok. Dette er imidlertid en sentral del av digitaliseringsarbeidet i flere bedrifter. Det jobbes med interne digitaliseringsinitiativ som omhandler anvendelse av dataanalyse og kunstig intelligens for å gi bedre beslutninger knyttet til produksjonsoptimalisering og vedlikeholdsprogram. Deler av dette er også tatt i bruk.

Trenden er at en finner avgrensede områder hvor en har tilgang til historiske data og sensordata, gjennomfører analyser og kommer frem til digitale verktøy som kan brukes som beslutningsstøtte. En jobber også med bedre anvendelse av data for vedlikeholdsprogram på roterende utstyr. Dette blir nevnt ikke bare som et tiltak for å effektivisere, men vel så mye som et kompensierende tiltak da en allerede opplever at kompetansen på enkelte områder er utvannet, og en må kompensere for den økende mengden generalister med økende bruk av ekspertsystemer. Et annet problemområde som nevnes er at det er krevende å finne alle data som kan ha relevans for planleggingen

av en aktivitet/operasjon da den ligger i ulike datasystemer, både på strukturert og ustrukturert form. Det arbeides av denne grunn med utvikling og bruk av digitale verktøy for å finne all relevant data i ulike IT-systemer. En informant nevner at de forventer å ha på plass deler av en slik løsning i løpet av 2018.

En hovedendring en ser fremover er personer som overvåker og styrer offshoreanleggene vil ha tilgang til informasjon på en helt annen måte enn det en har i dag. En vil eksempelvis ha en «digital tvilling»³⁰ for anlegget, som blant annet utvikles i forbindelse med Johan Sverdrup-utbyggingen, som vil gi langt bedre forutsetninger for sikker drift. Dette er noe en benytter allerede i dag i forbindelse med overvåkning av boreoperasjoner. Hvis den faktiske brønnen som bores har et signifikant avvik fra dens digitale tvilling, så vil boremannskapet varsles av systemet.

Et annet viktig område som en ser at digitale løsninger kan gi positive effekter på, er knyttet til etterlevelse av prosedyrer og definerte arbeidsprosesser. Mangel på etterlevelse er et gjentakende problem, og flere jobber med løsninger for at sine ansatte kan benytte nettbrett under utførelse av aktiviteter. Dermed har en bedre tilgang til relevant informasjon og samtidig mer rigide systemer for å styre arbeidsoppgavene ved hjelp av digitale sjekklister. Mer formalisering i gjennomføring av arbeidsprosesser antas å skape økt sikkerhet. Det er piloter i sluttfasen rundt slik teknologi ved flere offshoreinstallasjoner, og positive erfaringer gjør at en forventer videre utrulling av teknologien i tiden fremover.

4.2.2 Strategisk tilnærming til digitalisering

De fleste bedriftene vi gjorde intervjuer i har stort fokus på digitalisering, og fremhever dette både internt og eksternt. Et par av de store operatørene nevnes av flere som pådrivere for digitalisering i næringen, og dette ses på som spesielt viktig i den fasen en er i nå. Vi finner videre at det er variasjon i strategisk tilnærming til digitalisering. Enkelte informanter forteller at selskapet har en strategi for digitalisering som er forankret og ledes fra selskapets toppledelse (top-down), mens i andre selskaper skjer digitalisering først og fremst gjennom at operativt personell tar initiativ til å digitalisere prosesser og arbeidsoppgaver de selv er ansvarlig for (bottom-up). Hos andre igjen er de digitale initiativ som bedriften gjennomfører markedsstyrt. Et fellestegn ved alle er likevel at digitalisering ses på som et verktøy for å forbedre arbeidsprosesser med hensyn på faktorer som effektivisering, økt produktivitet, kvalitet og sikkerhet. Dette er tema som gjennomgås i de påfølgende delkapitlene.

Digital revolusjon eller evolusjon?

I media blir den stadig økende avhengigheten til digital teknologi typisk omtalt som en «digital revolusjon» eller som et «digitalt skifte». Dette er imidlertid ikke det inntrykket som gis fra næringen gjennom våre informanter. Riktignok er inntrykket at denne type teknologi er særdeles viktig for næringen, og trolig vil være enda viktigere i fremtiden. Økt automatisering, forbedret data- og analysekraft, bedre løsninger for tilstands-

³⁰ Med «digital tvilling» refererer en til en digital kopi av fysiske gjenstander, prosesser eller system som har en bestemt anvendelse.

overvåkning, og smartere kommunikasjons- og visualiseringsløsninger vil bidra til økt effektivitet og økt ressursutnyttelse. I denne forbindelse ser bedrifter i næringen potensial i ny og fremtidsrettet teknologi (f.eks. VR-briller) som satses på i andre bransjer.

Samtidig understrekes viktigheten av å videreutvikle og forbedre teknologi som har vært tilgjengelig og under utvikling i flere tiår i næringen. Automatiserte operasjoner, fjernstyring og avanserte programvare osv. har vært en del av hverdagen lenge. Sånn sett er det mer naturlig å omtale endringene som en «evolusjon», og som en naturlig del av næringens kontinuerlige forbedringsprosess. Av denne grunn oppfatter informanter også digitaliseringsfokuset som nå råder til en viss grad som overdrevet og innholdsmessig lite konkret.

Det som likevel er nytt er at det investeres tilsynelatende veldig mye ressurser på å utvikle det potensiale som ligger under digitaliseringsfanen, og som nevnt tidligere at dette området fremheves strategisk. Det utpekes ledere og spesifikke satsningsområder for digitalisering (eksempelvis på automatisering, dataanalyse og visualisering), og det uttrykkes forventninger til at digital teknologi kan bidra til betydelige forbedringer sett fra et effektiviseringsperspektiv, også på kort sikt.

4.2.3 Driverne for digitalisering

Når det gjelder drivere for digitalisering i næringen trekker mange informanter frem tre sentrale forhold: teknologi, kostnader og HMS. Det første punktet er knyttet til at det nå oppleves å være enklere å se mulighetene og nytten av ny teknologi – dvs. hvordan sentrale aktiviteter kan forbedres, eksempelvis ved bruk av kunstig intelligens. For det andre har oljekrisen de siste årene medført stort kostnadsfokus og behov for effektivisering. Gevinstene fra et risikoperspektiv er ikke nødvendigvis like tydelige, selv om det finnes flere eksempler på at digitale produkter kan føre til vesentlige sikkerhetsforbedringer. For eksempel finnes det flere tilfeller hvor menneskelig eksponering for fare eller belastning under operasjoner (eksempelvis blanding av kjemiske produkter og gjennomføring av løfteoperasjoner), er betydelig redusert ved innføring av digital teknologi innenfor visse områder. Eksempler på dette er at løfteoperasjoner blir gjort raskere og mer presist, det er enklere å få tak i sentral informasjon, osv. Det er allikevel stor skepsis til hva som er de langsiktige effektene av den omfattende digitaliseringen, og hvor næringen er på vei. Flere av våre informanter er av den oppfatning at det er kostnad og effektivisering som er de viktigste driverne for digitalisering, og at «det større sikkerhetsbildet» kommer noe mer bak.

Generelt er de investeringer som gjøres i teknologi forankret i en kvalifiseringsprosess som ivaretar både verdiskapningshensyn og risikohensyn. Det handler da om å evaluere både de positive og negative aspektene ved innføring av ny teknologi, og til en viss grad å styre denne teknologiutviklingen. Samtidig er petroleumsnæringen under et sterkt kostnadspress, hvor digital teknologi virker å representere de beste alternativene for å nå de strategiske målsetninger som er satt innad i næringen. Spesielt virker det å være et sterkt press fra operatørselskapene om at nye prosjekter i langt større grad enn tidligere skal tilby digitale løsninger. Flere av leverandørbedriftene som vi gjorde

intervjuer i, er aktivt inne i en fase med tilbud der utvidet flytting av mannskap og bruk av nye tekniske løsninger legges inn i beregningene.

For mange aktører innenfor petroleumsnæringen virker økt grad av digitalisering den opplagte vei å gå for å være konkurransedyktige. Det at flere av de store oljeselskapene er såpass eksplisitte i sine forventninger om at underleverandørene skal tilby stadig bedre løsninger og produkter, gjør det naturlig å vurdere teknologi med et digitalt grensesnitt dersom slik type teknologi er mulig og kostnadsbesparende. Inntrykket er likevel at leverandørindustrien virker å ha et større driv i forhold til innovasjon og uttesting av ny teknologi enn det operatørselskapene har. Til tross for en tilsynelatende stor iver etter å utnytte det potensiale som ligger i digitalisering, opplever informanter at det er overraskende stor motstand mot å ta i bruk slik teknologi hos operatørselskapene. Dette er tilfellet selv om teknologien har gjennomgått en rigid kvalifiseringsprosess og er demonstrert å være kostnadseffektiv. Årsaker til dette vil vi også komme inn på i delkapittel 4.3.2.

4.2.4 Teknologi og risiko

IKT-sikkerhet er et punkt som flere av våre informanter trekker frem som en av hovedutfordringene knyttet til risiko. Digitalisering handler mye om hvordan næringen kan utnytte potensiale som ligger i den økende produksjonen av data og mulighetene for Software-basert styring, men samtidig skaper dette en sårbarhet som må håndteres. Flere er bekymret for at den økte graden av digitalisering gjør det vanskeligere å beskytte systemer, ved at man blir mer avhengige av leverandører i forhold til å oppdage, avverge og håndtere uønskede hendelser.

Mange informanter trekker også fram potensielle cyber-angrep og data-lekkasjer, med referanse til tidligere kritiske hendelser også fra andre næringer, eksempelvis cyber-angrepet på transportselskapet Møller-Mærsk i 2017. Dette er naturlig nok områder hvor petroleumsnæringen har stort fokus, og hvor næringen samarbeider med andre næringer for å tilrettelegge for robuste IKT-systemer. Likevel er dette et område som mange oppfatter som uavklart i forhold til risiko. Problemstillingen knyttet til balanse mellom åpenhet og begrensning som ble diskutert i kapittel 3 nevnes også av våre informanter. I følge fageksperter utvikles det nå verktøy for å evaluere denne risikoen, som kan brukes som et forbedret grunnlag for beslutningstaking for hvordan man skal ivareta datasikkerhet.

Et siste punkt er at stadig mer avanserte IKT-systemer også setter økte krav til relevant IKT-kompetanse både internt i næringen og hos tilsynsmyndigheter. Det blir stadig viktigere at fagpersoner og ledere besitter slik kompetanse. Relevant IKT-kompetanse hos ledelse og fagenheter oppfattes også innad i operatørselskapene som å være sentrale for å få til et bredt eierskap og for å oppnå gode samarbeidsformer i den digitale omstillingen. Økt IKT-kompetanse er stadig viktigere for å kunne forstå, hente ut og nyttiggjøre den informasjonen som er tilgjengelig for beslutningsstøtte. Disse forholdene diskuteres også i neste delkapittel.

4.3 Endringer knyttet til arbeidsformer og arbeidsorganisering

Som nevnt tidligere i rapporten kan digitalisering i petroleumsnæringen i stor grad ses på som en forsterkning og modning av IO-utviklingen; dvs. at fokus er på IKT-basert beslutningsstøtte, automatisering og samhandling. HMS-implikasjoner av denne utviklingen kan vurderes med utgangspunkt i ulike (gjensidig avhengige) nivåer; teknologi, menneske og organisasjon. I forrige kapittel ble risikoelementer ved teknologien i seg selv presentert, og vi vil nå presentere funn fra intervjuene som er relatert til menneske og organisasjon. Det er imidlertid tette koblinger mellom forholdene som diskuteres; både under hvert nivå og mellom nivåer, og må følgelig ses i sammenheng.

4.3.1 Menneskelige forhold

Intervjuene viser at flere forhold knyttet til koblingen mellom mennesker og utvikling, implementering og bruk av digital teknologi kan ha implikasjoner for HMS og risiko for storulykke i petroleumsnæringen. Disse forholdene omhandler endringer i arbeidsinnhold- og form, tillit til teknologi, fremmedgjøring, kompetansebehov, samt usikkerhet og endringsmotstand. Disse forholdene omhandler menneskers bruk og opplevelse av teknologi, men vil som påpekt være tett knyttet til organisatoriske og forretningsmessige endringer som følger av digitalisering.

Arbeidsinnhold- og form

Når det gjelder arbeidsinnhold- og form viser intervjuene at teknologi kan medføre endringer på flere måter. For det første gjennomføres det utviklingsprosesser- og tiltak hvor formålet er *fysisk støtte av krevende manuelle operasjoner*. Et eksempel på dette er utvikling av digital robot på boredekk som vil redusere den fysiske arbeidsbelastningen.

For det andre har næringen et stort fokus på utvikling av systemer som skal gi bedre *beslutningsstøtte*. Dette kan eksempelvis være systemer for anvendelse av sanntidsdata i boreoperasjoner som gir tidlig advarsel om utfordringer og reduserer risiko for å gjøre feil, samtidig som effektiviteten på operasjoner økes. Flere informanter fremhever også at det arbeides med utvikling av teknologi for kontinuerlig overvåking av utstyr. Formålet er å gi bedre grunnlag for vurderinger og beslutninger om vedlikeholds- og oppdateringsbehov, noe som også vil øke sannsynligheten for at feil oppdages tidlig og at nødvendige tiltak iverksettes.

For det tredje innebærer teknologiutviklingen i næringen *kommunikasjonsendringer*; både når det gjelder form og innhold. Større grad av IKT-basert beslutningsstøtte og automatisering beskrevet ovenfor innebærer mer IKT-basert samhandling mellom ansatte over geografiske og organisatoriske grenser. Relatert til dette fremheves det at utvikling og implementering av nye systemer for beslutningsstøtte krever tilpasning/endring av arbeidsprosesser, men at dette av ulike grunner ofte blir oversett eller utelatt. Som beskrevet i kapittel 3 kan imidlertid manglende samsvar mellom teknologi og arbeidsprosesser- og organisering medføre økt risiko for uønskede hendelser, og er derfor et punkt som krever oppmerksomhet. Utfordringer med adopsjon av systemer og «tilpassede/tilhørende» arbeidsprosesser, samt andre forhold

relatert til større grad av distribuert arbeid og behov for samhandling, beskrives nærmere i delkapittel 4.3.2 (organisatoriske forhold).

Tillit til teknologi

Mer teknologiintensivt arbeid innebærer at brukeres tillit til teknologi er sentralt. Flere informanter fremhever i denne forbindelse behovet for å balansere tillit til beslutningsstøttesystemer med en kritisk tilnærming ettersom det er risiko forbundet med å stole for mye på informasjon som et system gir. Dette må ses i sammenheng med teknologisk modenhet, samt kompetanse og erfaring til brukerne av systemene.

Når det gjelder kompetanse fremheves det spesielt at overgangen fra en aktiv til passiv rolle i arbeidsutførelse som følge av mer automatisering og bruk av beslutningsstøttesystemer skaper behov for årvåkenhet. Evne til å oppdage feil og reagere raskt dersom unormale situasjoner oppstår og krever menneskelig handling blir viktig.

Manglende tillit til teknologi kan også være en barriere for digitalisering, og er i så måte en faktor som illustrerer sammenhengen mellom menneskelige og organisatoriske forhold. Som vi var inne på i kapittel 4.2.1 beskrives situasjoner hvor relativt moden teknologi ikke fungerer tilfredsstillende (f.eks. forbundet med gjennomføring av «virtuelle» møter), og at dette medfører skepsis til at teknologi kan (over)ta sentrale funksjoner i mer sikkerhetskritiske operasjoner. Dette ses også i sammenheng med kompleksiteten og heterogeniteten ved mange sikkerhetskritiske operasjoner (typisk boring). Oppbygging av nødvendig tillit krever mye testing og involvering av ansatte/brukere, spesielt ettersom mange operasjoner innebærer risiko for storulykke.

Fremmedgjøring

En potensiell negativ effekt av digitaliseringen er fare for fremmedgjøring. Når man knytter sammen systemer og prosesser på nye måter, kan det medføre at kunnskap om underliggende forutsetninger og antagelser som er gjort går tapt. Andre ganger henger en igjen med antagelser som ikke lenger gjelder. Personene som skal ta kritiske beslutninger står i fare for å bli fremmedgjorte, og har ikke lenger fullgod oversikt over sårbarhetsbildet. Dette vil være en aktuell problemstilling når det gjelder automatiseringen av arbeid på installasjoner offshore. Et annet aspekt som fremheves i denne sammenheng er at selv om automatisering fører til et mer begrenset ansvarsområde og endring av fokus og oppmerksomhet fra involvert personell, avskrives ikke det menneskelige ansvaret og risikoen. Dette kan være en kilde til økt belastning og stress.

Kompetansebehov

Endringer i innhold og utførelse av arbeid vil innebære behov for og krav om oppdatering av kunnskap og kompetanse. Dette gjelder både på operativt nivå og ledelsesnivå. Førstnevnte gjelder utvikling av kunnskap for sikker og riktig bruk av nye systemer og teknologi i arbeidsutførelse. Generelt sett vil det være behov for mer IKT-kompetanse-/ingeniører (folk med høyere teknisk utdanning, f.eks. innenfor IKT-sikkerhet), mens behovet for personell med kunnskap som teknologi kan erstatte vil reduseres (geologer nevnes som et eksempel). I denne forbindelse påpekes det at det har vært nedbemanning eller «utvanning» av spesialister i borecrew, dvs. spesialister

som reiser offshore for en dag eller to for å løse et spesifikt problem blir erstattet av IKT- og landbasert ekspert/beslutningsstøtte.

Det antas videre at kompetanseutviklingen mellom onshore-personell og offshore-personell vil bli mer ulik. Førstnevnte gruppe vil kjennetegnes av økende grad av spesialisering, mens ansatte på installasjoner vil i større grad bli generalister (dvs. ha en utøvende rolle). Dette fører til større avstand i kompetanse (dvs. forskjell i utdanning, erfaring, ansvarsområde, etc.) mellom personell som må samhandle, noe som kan skape HMS-utfordringer og kreve oppmerksomhet. Et viktig poeng i så måte er at endringer i fordeling av oppgaver og organisering av arbeid (som innebærer større kompetansegap mellom personell på hav og land), stiller større krav til kommunikasjon og det å utvikle en felles situasjonsforståelse, felles meningsutvikling («Sensework», ref. Haavik, 2014), samtidig som utviklingen setter begrensninger på måter kommunikasjon kan foregå på.

Det er videre viktig å se dette i sammenheng med begrepene «blackboxing» og fremmedgjøring beskrevet tidligere. Det kan antas at modning av teknologi innebærer økt stabilitet og drift basert på teknologien som brukes, og dermed at unormale situasjoner oppstår sjeldnere (noe som kan bety at ansatte får mindre erfaring med å håndtere uforutsette situasjoner). Kombinert med at flere oppgaver og funksjoner overtas eller baseres på teknologi (i normaldrift), betyr dette at det vil være større forskjeller i arbeidsinnhold, prosesser og behov når uforutsette hendelser skjer, sett i forhold til normaltilstand (ettersom oppgaver/funksjoner som normalt gjennomføres eller støttes av teknologi i slike situasjoner må forstås og gjennomføres manuelt). Med andre ord vil mer komplekse og spesialiserte komponenter i en arbeidsprosess, kombinert med lengre tid mellom hver gang komponentene og koblingene mellom dem må «åpnes» og forstås (som er tilfellet ved rask håndtering av krisesituasjoner), representere utfordringer. Dette vil kreve oppmerksomhet og målrettet trening.

Det bemerkes også at fasen med betydelig teknologisk utvikling som næringen nå er inne i («brytningstid») kan innebære ekstra stor belastning og kompetansebehov for den enkelte arbeidstaker. Endring i forbindelse med implementering av ny teknologi kan med andre ord oppleves som en belastning ettersom ansatte i begynnelsen må håndtere både ny og gammel måte å gjøre ting på.

Når det gjelder ledelseskompetanse er dette relatert til behov for et strategisk perspektiv på teknologi og beslutninger i forhold til implementering og gjennomføring. Flere informanter påpeker at utvikling av digital kompetanse hos ledere vil være veldig viktig i tiden som kommer, og at dette er en av flere faktorer som vil ha betydning for i hvilken grad næringen evner å få til en gjensidig utvikling av teknologi og arbeidsprosesser/-organisering. Dette gjelder både teknologiutvikling internt i virksomheter, men også kunnskap for håndtering av problemstillinger knyttet til samhandling, koordinering og integrasjon av prosesser på tvers av organisatoriske grenser. Dette forholdet vil vi også komme tilbake til i kapittel 4.3.2 (barrierer for teknologiadopsjon og organisatoriske endringer).

En bekymring knyttet til kompetansebehov- og utvikling som har blitt nevnt i intervjuene omhandler manglende rekruttering og nedbemanning - ofte av yngre (men digitalt kompetente) arbeidstakere med liten ansiennitet de siste årene. Enkelte informanter fra næringen uttrykker dermed en bekymring for at det har vært begrenset påfyll av

digital kompetanse i en periode hvor behovet for dette har vært stort (og vil øke ytterligere), og at krisen som næringen har gått gjennom dermed kan ha medført et gap mellom behov og realiteter når det gjelder digital kompetanse (et forhold som naturlig nok ikke vil være like fremtredende/aktuelt i alle selskaper).

Usikkerhet og motstand mot endring

Som vil vi komme inn på i neste delkapittel er mye av digitaliseringsfokuset i næringen rettet mot flytting av jobber fra hav til land. En konsekvens av dette er større grad av jobb-usikkerhet ettersom også arbeidsoppgaver og prosesser, og tilhørende kompetansebehov, endres. Informanter forteller at det kan være utfordrende å overbevise ansatte om at de skal gjøre andre oppgaver og skape trygghet. Dette må også ses i sammenheng med dårlige tider og nedbemanningsprosesser som mange selskaper har vært gjennom. Dette gjelder både på operativt nivå og ledelsesnivå, og kan være forhold som skaper utfordringer med teknologiadopsjon og endring av arbeidsprosesser.

4.3.2 Organisatoriske forhold

Intervjuene viser at teknologiutviklingen i petroleumsnæringen har flere konsekvenser for HMS-relevante organisatoriske forhold. Disse forholdene kan plasseres under følgende overskrifter: flytting av oppgaver og ansatte fra hav til land, samhandling, kompleksitet og omstillingsevne, organisatorisk forankring av digitaliseringsinitiativ, barrierer for teknologiadopsjon og organisatoriske endringer, og endring av roller, struktur og ansvarsforhold.

Flytting av oppgaver og ansatte fra hav til land

Et sentralt aspekt som er forbundet med digitalisering er flytting av folk fra hav til land. Flere operatører stiller krav om betydelig reduksjon av personell offshore, først og fremst av effektivitetshensyn, men dette har også sikkerhetsimplikasjoner. Positive konsekvenser er at det blir færre ansatte på utsatte steder og dermed lavere risiko for fysiske skader. Et eksempel er reduksjon av helikopterbruk, som både har sikkerhets-, miljø- og kostnadseffekter. Videre fremheves det at erfaringsoverføring og mulighetene for læring på tvers av installasjoner forbedres ettersom personell på landbaserte sentre er involvert i flere parallelle operasjoner på ulike installasjoner. Det er også mindre dødtid/venting på landbaserte sentre sammenlignet med offshore installasjoner (ettersom personell er involvert i aktiviteter på flere installasjoner). Av denne grunn er også mulighetene for oppbygging av kompetanse bedre; en informant sammenligner 1 års erfaring på landbasert senter med 2-3 års erfaring fra offshore operasjoner.

Selv om det generelt sett er stor oppmerksomhet på reduksjon av personell offshore, påpeker flere informanter at det er forskjeller mellom operatører på dette punktet. En konsekvens av at ønsker, behov og krav er ulike, er at leverandører må legge til rette for flere ulike driftsmodeller. I tillegg til økte kostnader for leverandører innebærer dette også økt teknologisk og organisatorisk kompleksitet (f.eks. mangfold i ansvarsforhold, kommunikasjonsstrukturer, kompetansekrav og opplæring).

Det påpekes også at utviklingen medfører at en i større grad må dele informasjon med folk som er i friperiode for at de skal få/opprettholde nødvendig helhetsforståelse, og påvirker således balansen mellom fritid og arbeid. Flytting av ansatte fra hav til land og

større oppgavemangfold for de som er offshore kan også føre til at en oftere må kalle ut ansatte, og at søvnproblemer og utfordringer med svingskift kan oppstå.

Videre fremhever informanter fra flere selskaper at arbeidstidsordninger representerer en utfordring når ansatte skal flyttes fra hav til land. Ansatte som arbeider offshore (2/4-ordningen) bor ikke nødvendigvis i nærheten av arbeidsgivers kontorsted/onshore driftssenter, og andre arbeidstidsordninger på land kan være vanskelig å kombinere med spredt bosetting (både på grunn av store pendlingskostnader og belastning for ansatte). Dette kan medføre utfordringer med å beholde ansatte (og dermed kompetanse), og det må legges til rette for å beholde ansatte innenfor de arbeidstidsordningene som er aktuelle. Informanter opplever derfor at overgangen fra hav til land vil være enklere dersom 2/4-ordningen også kan brukes på land.

Samhandling og kommunikasjon

Distribuert arbeid forutsetter samhandling, kommunikasjon og deling av data. Flere informanter fremhever at de største utfordringene de opplever i forhold til distribuert arbeid er kommunikasjon. Dette relateres til problemer med etablering av en felles forståelse mellom aktører involvert i en arbeidsprosess når kommunikasjonen er teknologisk mediert, og dermed begrenset når det gjelder kroppsspråk etc. Det påpekes også at mye læring og erfaringsoverføring skjer gjennom uformelle kanaler og møter («mye kan plukkes opp over en kaffekopp»), noe som begrenses ved distribuert arbeid. Dette kan imidlertid til en viss grad være en vanesak og krever tilvenning.

Som vi har vært inne på tidligere er det mange initiativ når det gjelder forbedring av samhandling og deling av data; både internt i selskaper og på tvers av organisatoriske grenser. Eksempelvis arbeider flere selskaper med utvikling/implementering av deling og bruk av data i boreoperasjoner (effektivisering av planlegging ved systemintegrasjon, deling/bruk av sanntidsdata og samhandling). Dette er krevende både av teknologiske og organisatoriske årsaker, og det oppleves å være store forskjeller mellom realitet og visjoner. Eksempelvis er det betydelige (teknologiske) kompatibilitetsutfordringer; gamle og proprietære systemer setter store begrensninger ettersom ulike standarder gjør at systemene ikke fungerer sammen. Det beskrives videre store utfordringer når det gjelder IKT-sikkerhet og tilgang til systemer og data for ulikt personell – både internt i og på tvers av selskaper. Vanskelige avveininger mellom datasikringstiltak og behov for deling, oppdatering og bruk av data beskrevet i kapittel 3 påpekes således også av våre informanter. Også juridiske og etiske problemstillinger ved større grad av datadeling og gjennomsiktighet fremheves, eksempelvis hvilken type data som skal inkluderes i automatiserte feilmeldinger (dette kan være grad av identifisering av enkeltpersoner).

Når det gjelder organisatoriske faktorer er dette blant annet relatert til ulikhet i innstilling til interorganisatorisk samarbeid og deling av data, og det påpekes at det kan være store forskjeller innad i organisasjoner, eksempelvis mellom personell tilknyttet spesifikke lisenser og personell «som tenker helhet». At slike forhold har betydning har sammenheng med en opplevd demokratisk tilnærming til utvikling og implementering av teknologi som vi vil komme inn på senere.

Kompleksitet og omstillingsevne

Som nevnt er mange initiativ og utviklingsprosesser igangsatt i selskapene, som «skal absorberes, konverteres og omsettes». Det er stor kompleksitet, både når det gjelder teknologi, arbeidsprosesser og organisatoriske forhold – både internt i selskaper, men ikke minst for næringen totalt sett. Dette gjør at det kan være utfordrende å forholde seg til ulike krav og ønsker fra samarbeidspartnere. Informanter forteller om potensielle utfordringer med å sette aktører i stand til å bruke teknologi/systemer som utvikles eksternt (spesielt operatør-leverandør forhold). Dette har sammenheng med behov for å kunne legge til rette for ulike driftsmodeller (pga. ulike krav), samt økt arbeidsbelastning som følger av at implementering av ny teknologi og tilhørende arbeidsprosesser ofte må kombineres med «å gjøre ting på den tradisjonelle måten».

Organisatorisk forankring av digitaliseringsinitiativ

Det fremheves at det er viktig med horisontalt samarbeid (mellom operatører) for å gjøre det enklere for leverandørene å håndtere kompleksiteten som økt teknologiutvikling/digitalisering og «tilhørende» organisatoriske endringer innebærer. I denne forbindelse påpekes det også at det er en vanskelig balanse mellom teknologiutvikling i små steg vs. en overordnet, helhetlig og strategisk tilnærming til modernisering/endring ved bruk av digital teknologi. Sistnevnte er viktig for å se sentrale koblinger og avhengigheter på tvers av områder og prosesser (få til hensiktsmessig integrasjon, dataflyt, ledelsesforankring, etc.), mens førstnevnte kan være nødvendig for å skape en god modningsprosess og gjøre brukerne trygge på ny teknologi og nye systemer. Det er med andre ord behov for at teknologiutviklingen har forankring både på ledelsesnivå og brukernivå. Dette kan være en årsak til opplevelsen av at ny teknologi som en har begynt å ta i bruk ikke alltid medfølges av (hensiktsmessig) endring av arbeidsprosesser, som det påpekes av en informant fra et selskap.

Barrierer for teknologiadopsjon og organisatoriske endringer

Petroleumsnæringen kjennetegnes av et stort potensial for effektivisering og forbedring ved bruk ny teknologi, men likevel tilbakeholdenhet når det gjelder adopsjon. Et syn som deles av flere informanter er at en ikke har tatt i bruk tilgjengelig teknologi og at en dermed har gått glipp av store innovasjonsmuligheter. I denne sammenheng har informantene beskrevet flere (relaterte) barrierer for teknologiadopsjon. Dette er relevant i et HMS-perspektiv ettersom samsvar mellom teknologi, arbeidsprosesser og organisering er nødvendig for sikker gjennomføring av IO (ref. diskusjon i litteraturgjennomgangen i kapittel 3).

Næringsstruktur og forretningsmodeller fremstår som sentrale barrierer for å utvikle og/eller ta i bruk tilgjengelig teknologi som kan øke effektiviteten (overordnet sett) og redusere risiko for uønskede hendelser. Dagens teknologi og måter å organisere og utføre arbeidet på er tett koblet til næringsstrukturen og de involverte aktørenes forretningsmodeller. Innsalg og implementering av teknologi/systemer som medfører endringer i dette samspillet er derfor vanskelig å få til. Av samme grunn kan også radikal innovasjon (utvikling av teknologi som bryter med etablerte forretningsmodeller og kultur) i betydelig grad bli overlatt til mindre selskaper med liten innflytelse over adopsjonsbeslutninger.

Det påpekes i denne forbindelse at mange aktører i næringen har levd for godt på gammel teknologi, og at det har vært lite vilje til endring av eksisterende forretningsmodeller når en har tjent gode penger. Det har heller ikke vært særlig press fra operatører frem til oljekrisen inntraff. Relatert til dette beskrives næringen generelt og ledelseskulturen spesielt som konservativ, noe som preger både kunnskap om og holdninger til teknologiutvikling- og bruk i selskapene og næringen. Som påpekt tidligere betraktes derfor utvikling av digital kompetanse hos ledere som sentralt for å få til teknologiadopsjon og tilpassede organisatoriske endringer.

Petroleumsnæringen kjennetegnes også av *ulikhet i maktforhold- og kultur*, både mellom selskaper og mellom ulike disipliner. Dette har betydning for beslutninger om adopsjon av teknologi, spesielt ettersom arbeidsoppgaver og prosesser innebærer risiko for storulykke. En informant bruker «boring» som eksempel på fagområde/disiplin som tradisjonelt har hatt stor innflytelse og makt, og at det kan oppstå situasjoner hvor viktige bidrag (eller «stemmer») ikke blir hørt på grunn av etablert kultur og/eller asymmetriske maktforhold. Denne utviklingen kan ha sitt grunnlag i at det er stor risiko forbundet med boring, og at de av denne grunn har fått stor innflytelse og selvbestemmelse.

I tillegg til å utgjøre en mulig barriere for teknologiadopsjon kan denne selskapskulturen (eller næringskulturen) også i seg selv utgjøre en risikofaktor som kan bli mer aktuell med økende grad av spesialisering og fare for «blackboxing» ved bruk av stadig mer avansert teknologi. Med andre ord kan dette være forhold som legger begrensninger på kommunikasjon, åpenhet og informasjonsflyt på tvers av organisasjoner og disipliner som kreves for å forstå uforutsette situasjoner (som preges av høy kompleksitet, involvering av mange spesialister og behov for å forstå koblinger mellom menneskelige og teknologiske komponenter (Haavik, 2010)), og dermed redusere sannsynligheten for å oppnå felles forståelse og vellykket håndtering av situasjonene.

Dette har også sammenheng med oppfattelsen av at det er relativt stor grad av *selvstyre på installasjoner*. Når dette kombineres med liten grad av rotasjon/mobilitet (folk har vært på samme installasjon lenge) betyr det at egne kulturer og arbeidsmåter har blitt utviklet. En opplever sin situasjon (installasjon) som unik og er dermed skeptisk til å ta i bruk standardisert teknologi og arbeidsmåter. En konsekvens av stor grad av selvbestemmelse er at teknologiadopsjon blir mer personavhengig. Det blir dermed stort mangfold når det gjelder teknologi og arbeidsprosesser mellom ulike felt, installasjoner og organisasjoner. Dette kan være spesielt utfordrende når ansatte skal flyttes til land, hvor de da skal bidra til operasjoner på ulike installasjoner (hvor ting gjøres ulikt). Det må imidlertid bemerkes at dette er et område hvor det har skjedd en utvikling de siste årene. Utviklingen har gått i retning av «økt bruk av drifts- og vedlikeholdsmodeller som kombinerer standardisering med forenkling, og sterkere vektlegging av fleksibel personellutnyttelse» (Engen, m.fl., 2017, s. 36.). Dette kan dermed være en faktor som i mindre grad enn tidligere vil hemme teknologiadopsjon og arbeid med å utvikle felles arbeidsprosesser på tvers av installasjoner.

En annen faktor som kan ha betydning for teknologiadopsjon er *oljekrisen* som næringen har vært gjennom. Selv om dette også fremheves som en faktor som fremmer

digitaliseringsfokus i næringen, hevdes det at krisen har medført tilbakeholdenhet når det gjelder investeringer, og at «en satser på at ting går bra uten det beste utstyret».

En siste faktor som nevnes er utfordringer knyttet til at mye *utstyr er stort og kostbart*, og at det lang tid og krever store investeringer å bygge/utvikle (treghet i system). Dette kan vanskeliggjøre digitalisering ettersom det vil være store forskjeller i utviklingstakt- og modeller mellom fysiske og digitale komponenter som skal fungere sammen (tingenes internett).

Endring av roller, struktur og ansvarsforhold

Som beskrevet tidligere innebærer digitalisering/teknologiutvikling i næringen mer samhandling, datadeling- og anvendelse og integrasjon av prosesser. En konsekvens av dette er at grensesnitt mellom aktører kan bli mer uklare, eksempelvis ved at operatører utvikler algoritmer for bruk av fysisk utstyr som eies av leverandørselskap. Denne problemstillingen vil bli mer relevant ved økende grad av digitalisering av fysisk utstyr (tingenes internett), ettersom dette innebærer at produkter vil bli sammensatt av både digitale og fysiske komponenter med ulik utviklingstakt og innovasjonsmodeller, og hvor ulike selskaper vil involveres i ulike faser (Svahn, m.fl. 2017). Sentrale problemstillinger her vil være knyttet til ansvarsforhold, eierskap, risiko, gevinstfordeling (forretningsmodell) etc. Slike problemstillinger har ifølge informantene ikke vært fremtredende til nå, men arbeid med fremtidige modeller for samskaping er i fokus.

Teknologiutviklingen er med andre ord i en for tidlig fase til at det er mulig å være konkret med tanke på fremtidige organisasjonsmodeller i næringen, spesielt med tanke på potensielle HMS- og risikoimplikasjoner av denne utviklingen. Dette er imidlertid et viktig område for videre utvikling av petroleumsnæringen, noe som også understrekes i Konkrafts rapport (Konkraft, 2018). Her fremheves det at det kreves større grad av systemfokus i næringen (i tillegg til selskapsspesifikt forbedringsarbeid) basert på digital teknologi, og at det ligger stort forbedringspotensial i nye digitaliserings- og samhandlingsløsninger som er felles for ulike aktører. Det anbefales derfor mange tiltak for utvikling av helhetlige løsninger basert på mulighetene digitalisering innebærer, blant annet at det «etableres et samlet og bransjeledet initiativ for arbeid med tiltak som innebærer nye måter for digitalisert samhandling mellom aktørene i olje- og gassnæringen» (s.10) og etablering av samarbeidsmodeller ved utbygginger som i større grad enn i dag baseres på erfaringsdeling og fordeling av gevinster, risiko og ressurser mellom operatører og leverandører.

4.4 Arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid

I dette delkapitlet diskuteres spørsmål rundt involvering av arbeidstakere og HMS-personale i pågående digitaliseringsprosesser, hvorvidt/hvordan digitalisering vil påvirke fremtidig partssamarbeid og arbeidstakermedvirkning, og fagforeningers og vernetjenestens syn på digitalisering og HMS.

4.4.1 Positive og negative effekter av digitalisering

Vi starter gjennomgangen med å referere til synspunkter som kom frem da vi spurte tillitsvalgte og verneombud om refleksjoner rundt digitalisering generelt i petroleumsnæringen, og om positive og negative effekter av digitaliseringen for risiko og HMS. Sett

bort fra en generell bekymring for redusert bemanning offshore, og potensielle konsekvenser av å flytte oppgaver til land, var en tilbakemelding som flere informanter kom med at digitaliseringen ville fortsette å endre og fjerne fysisk krevende utstyr. Informantene (tillitsvalgte og verneombud) så derfor overveiende positivt på digitalisering, som de mente vil kunne føre til at man blir kvitt tyngre arbeidsoppgaver, og gi arbeidstakerne en bedre hverdag. Spesielt verneombud var positive til forbedrede arbeidsvilkår og -helse for folk i en mer «digital fremtid», selv hvis en konsekvens var redusert bemanning.

Tross stort fokus og positiv innstilling til teknologien som kunne redusere arbeidsbelastningen og forenkle hverdagen til de ansatte, var informantene negative til å flytte for mange oppgaver til land og outsourcing av IKT-systemer. De var og skeptiske til konsekvensen av digitalisering for arbeidsmiljø, arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid. Videre ble det pekt på mulighet for uttynning av kompetanse og lokale fagmiljø på grunn av økt sentralisering (dvs. færre ansatte med operasjonell erfaring fra offshore operasjoner). Det ble også pekt på flere risiko- og HMS-utfordringer. For det første mente de at kvaliteten på data er en utfordring, og at krav om raskere rapportering kunne føre til uønskede hendelser. Videre var de bekymret for økt kontroll og personovervåkning, altså en større grad av overvåkning av ansatte. De mente også at økt digitalisering vil føre med seg et større opplevd press i forhold til både digital kompetanse, og språklige utfordringer som flere grupper ansatte ikke vil kunne håndtere.

Flere arbeidsmiljøforhold ble også nevnt av tillitsvalgte og verneombud; et mindre tydelig skille mellom jobb og fritid, mindre uformell kontakt mellom arbeidstakere, samt mindre tilhørighet og mangel på kvalitetskontroll. Tross disse bekymringene, var informantene overveiende positive til digitalisering dersom de blir bedre involvert i prosessen. I denne sammenheng ble det også fremhevet av flere både i bedrifter og fagforeningene selv, at en vellykket digitalisering av næringen forutsetter tilstrekkelig involvering av arbeidstakerne. Dette kan skje både gjennom formell arbeidstakermedvirkning ved involvering av vernetjenesten, og uformell deltakelse i arbeidsgrupper og lignende i bedriftene. Årsaker til dette omhandler blant annet faktorer som ansattes tillit til teknologi og reduksjon av usikkerhet og endringsmotstand, som ble diskutert i delkapittel 4.3.1. Videre ble både åpenhet, engasjement og motivasjon nevnt som viktige faktorer for å lykkes.

4.4.2 Tillitsvalgtes og vernetjenestens engasjement

Fagforeningene/tillitsvalgte er generelt veldig engasjerte i spørsmål knyttet til omstillinger i næringen. Det påpekes imidlertid av flere informanter at tillitsvalgte ikke er spesielt oppmerksomme på digitaliseringsinitiativ og opptatt av muligheter som ny teknologi innebærer. På den ene siden har tillitsvalgte god kjennskap til at digitalisering er et svært aktuelt tema i næringen. Samtidig har flere av de vi intervjuet enda ikke nok innsikt i hva digitalisering innebærer for ansatte og ledere.

Det kan videre synes som fagforeningene står overfor et dilemma mellom å støtte digitalisering som kan bedre sikkerheten, og å være skeptiske til prosesser som potensielt kan innebære nedbemanning. I likhet med andre grupper informanter, stiller

også en del tillitsvalgte spørsmål ved hva digitalisering «egentlig er». Også en del informanter i bedrifter sier de oppfatter fagforeningene som «avventende» i diskusjonene rundt digitalisering, og større engasjement og involvering når det gjelder bruk av ny teknologi som kan bedre sikkerheten etterspørres.

Både tillitsvalgte og verneombud sier også at de blir informert om utviklingen i sine selskaper, men at de ikke alltid blir hørt eller involvert i diskusjoner og beslutninger. De oppfatter generelt at informasjon om prosessen er god, men sier at det enda er tidlig i prosessen med tanke på viktige beslutninger om videre digitalisering. De vi intervjuet, sa at digitalisering i hvert fall foreløpig ikke hadde vært et tema i formelle fora (som BU og AMU) i de bedriftene de jobber. Selv om de kommer fra et begrenset antall bedrifter, fikk vi også inntrykk av at det er forskjeller mellom selskapene, og at noen større selskaper er gode til å engasjere og involvere tillitsvalgte og verneombud i prosesser knyttet til digitalisering. Spesielt gjelder det deltakelse i prosjekt- og arbeidsgrupper, som er utbredt i noen selskaper. Både tillitsvalgte og verneombud i vårt utvalg understreket at digitalisering bare er en liten del av alle endringene som skjer i petroleumsnæringen, og som de har stort fokus på.

Noen av informantene opplevde at arbeidstakermedvirkningen var blitt dårligere i nedgangstidene de siste årene. Det ble kuttet i tiden til å fungere som verneombud, og det ble færre fulltidsstillinger som verneombud. Det ble også vanskeligere å få tillatelse til å delta på ulike kurs, som medførte at de tillitsvalgte og verneombudene ikke klarte å holde seg oppdatert om ny teknologi som ble innført, og da heller ikke hadde samme mulighet til å påvirke digitaliseringsprosessene.

4.4.3 Arbeidstakermedvirkning

Hvilke konsekvenser vil så digitaliseringen ha på fremtidig arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid? For det første vil digitaliseringen kreve evne til raske omstillinger fra alle parter. Det grundige, men også tidkrevende involveringsarbeidet som «den norske modellen» legger opp til, omtales av en informant i denne sammenheng som en potensiell barriere.

Et annet aspekt er at digitaliseringen kan føre til andre arbeidstakergrupper som ikke alle har tradisjonell tilknytning til norsk arbeidsliv og fagorganisering. Årsaken til dette er mulighetene for distribuert arbeid og at oppgaveutførelse i mindre grad blir stedsavhengig som følge av reduserte transaksjonskostnader (Bjørn-Andersen & Raymond, 2014). En økning av ikke-organiserte personer, mindre arbeidstakermedvirkning og en svekkelse av partssamarbeidet, kan videre være en mulig utvikling på grunn av et «grenseløst arbeidsliv» og økning av utenlandske arbeidstakere. Dette er imidlertid vanskelig å forutsi hvordan utviklingen vil være på dette området.

Et annet forhold som også påpekes av fagmiljø ved Ptil, er at selskapene på grunn av stort fokus på kostnader og fleksibilitet ønsker å ha færre fast ansatte og i større grad bruke andre modeller for arbeidstakertilknytning og organisering av arbeidskraft (f.eks. 'gruppert' (pooled) innleie av ekspertise, såkalt «crowd-working»). Dette kan bidra til økt jobb-usikkerhet, mindre lojalitet og tillit og lavere prioritering av arbeidstakeres rettigheter. Dette er et av flere forhold som forsterkes av digitaliseringen, og som vil påvirke fremtidig partssamarbeid.

Som vi har vært inne på tidligere vil digitalisering føre til endrede kompetansebehov- og krav i sektoren (både formelle utdanningskrav og erfaringsbasert kompetanse), og dette vil dermed også gjelde for fagforeningene. En må ha kompetanse og tilby tjenester som er relevante for de aktuelle ansattgruppene. Dette kan også innebære en mulig maktforskyvning over tid mellom de ulike fagforeningene, noe som flere fagekspert fremhever (økning av ingeniører og andre teknisk høyt utdannede arbeidstakere).

En utfordring ved fremtidig partssamarbeid blir å bedre integrere disse arbeidstakergruppene i det uformelle og formelle HMS-arbeidet og partssamarbeidet. Kort sagt er oppfatningen at teknologer bør være representert i fora for HMS-diskusjoner (representasjon av Tekna og NITO i sikkerhetsforum og regelverksforum, trekkes frem av fagekspert).

4.5 Tilsynsvirksomhet, regulering og standardisering

Her analyseres de ulike intervjuene og innspillene vi har fått når det gjelder betydningen av digitalisering for henholdsvis tilsyn og regulering i næringen. Vår kontakt med Ptil i workshops og møter bekrefter at internt i tilsynet sitter mange kompetente medarbeidere som har god innsikt i ulike sider av digitaliseringen i petroleumsnæringen. Dette omfatter både tekniske og organisatoriske trekk og utfordringer, og innsikt i hvilke grep Ptil bør ta for å tilpasse seg den digitale tidsalder. Det er imidlertid sammensatte synspunkter blant fagekspert, fagforeninger og bedrifter i næringen på i hvilken grad Ptil har klart å tilpasse seg den teknologiske utviklingen.

Et sentralt spørsmål som vi har stilt i ulike sammenhenger i datainnsamlingen er hvorvidt tilsyn og regulering klarer å følge endringstakten til teknologien. Vi har videre etterspurt synspunkter på hvilke implikasjoner digitalisering vil og bør ha for utførelse av tilsyn, og hvilke strategier og tiltak som bør iverksettes for å følge opp utviklingstrendene. Informantene har blitt bedt om å vurdere hvordan tilsyn bør utføres (f.eks. digitalt tilsyn), og om dette bør gi krav om ny kompetanse i tilsynsaktiviteter. Mange informanter (både fagekspert og informanter i bedrifter) understreket at de syntes de ikke hadde nok innsikt i problemstillingene til å gi kvalifiserte tilbakemeldinger. Delene under oppsummerer synspunkter som har kommet frem i intervjuer og workshops.

4.5.1 Klarer tilsyn og regulering å følge endringstakten til teknologien?

Flere informanter understreker at det er svært viktig at Ptil tilpasser seg den pågående digitalisering i petroleumsnæringen, både ved å forstå HMS-utfordringer og -fordeler, og ved å tilpasse tilsynsvirksomhet til den digitale tidsalder. En refleksjon vi har fått fra informantene er at Ptil oppfattes som lite synlige og passive. En informant fra en bedrift understreker viktigheten av å være spesielt observante i det som av flere kalles 'overgangsfasen', hvor det er stor grad av usikkerhet når det gjelder fremtidige HMS- og risikoutfordringer som følge av den teknologiske utviklingen.

Spesielt fagforeningene var tydelige på at de ikke synes regelverk og tilsyn klarer å følge endringstakten til teknologien. En informant fra en bedrift går imidlertid enda lenger og etterlyser Ptil som pådriver for bruk av teknologi som kan forbedre sikkerheten i risikoutsatte operasjoner, og relaterer dette til granskninger av alvorlige hendelser som

peker på at hendelsene kunne vært unngått (ved at faresignaler blir oppdaget tidligere) dersom tilgjengelig teknologi hadde vært brukt. Dette går naturlig nok utover spørsmålet om hvorvidt Ptil forstår og handler ut fra HMS-utfordringer/risiko og muligheter som ny teknologi innebærer, og angår i større grad roller, mandat og ansvarsforhold i næringen (selskapene som ansvarlig for drift og Ptil som følger opp at det foregår innen forsvarlige rammer). Informanten fremhever likevel et behov for å lære av anbefalinger fra granskinger/studier av alvorlige hendelser, hvor årsaksaksforholdene knyttes til arbeidsprosesser som kan forbedres ved bruk av digital teknologi.

En utfordring når det gjelder den høye endringstakten og fokuset på teknologisk utvikling som også bemerkes av flere fageksperter, er at det benyttes veldig mange ulike begreper om digitalisering. Dette kan vanskeliggjøre en omforent forståelse av hva digitalisering innebærer for HMS og risiko generelt, og tilsyns- og reguleringsimplikasjoner spesielt. Innhold i og forståelse av begreper er mangfoldig (f.eks. begrepet "store data"), noe som skaper usikkerhet/uklarhet, og det er behov for økt felles forståelse og fokus på standardisering.

4.5.2 Hvilke implikasjoner kan digitalisering ha for regelverk og utførelse av tilsyn?

I tilbakemeldingene fra Ptil påpekes det at systemene som ligger til grunn for tilsynsutøvelsen vil kunne utvikles videre, og at etaten må ta eierskap til og være ledende i å tenke digitalisering for å videreutvikle regelverket og samhandlingsarenaene Ptil opptre på, i tillegg til tilsynsrollen og -oppgavene. Nye muligheter i bruk av teknologi kan gjøre regelverket enda mer interaktivt i oppfølging av etterlevelsen, ved akkumulering av kunnskap og erfaring i anvendelsen og i videreutviklingen av regelverket. Det blir viktig med samhandling med partene er viktig også i denne sammenheng, blant annet gjennom Regelverksforum.

I Ptil pekes det på behov for oppdatering av regelverk og tilhørende standarder innenfor flere fagområder, så som krav til utstyr og metoder innen boring og brønnteologi, regulering av forebygging av utblåsninger når sensorer nede i brønnen overvåkes og fjernstyres, og regulering av vedlikeholdsstyring som følge av utvikling av sensorteknologi, IoT, osv. Relatert til dette er fageksperter opptatt av å diskutere hensiktsmessigheten av det funksjonelle regelverket som følger av digitalisering, og uttaler at utvikling av ny teknologi kan kreve et mer preskriptivt eller detaljorientert regelverk, som igjen medfører utfordringer for blant annet utvikling og bruk av industristandarder og hvordan selskaper skal forholde seg til forskriftene. Mange forhold som i dagens regelverk er selskapsansvar blir da myndighetsansvar.

Når det gjelder utforming av regelverk og tilsynsutførelse peker fageksperter på flere forhold som kan ha betydning. For det første vil digitalisering og tilhørende organisatoriske endringer medføre en endring i risikobilde (reduksjon av fysisk risiko), noe som kan ha implikasjoner for fokusområder og prioriteringer for tilsyn. Videre vil kompetanseendringer og tilhørende endring i arbeidsstokk og utdannelsesnivå- og type være betydelig, og også relaterte endringer i hvilke bedrifter som leverer ulike tjenester i næringen. I denne sammenheng trekkes koblinger på tvers av bedrifter frem som en sentral faktor for regulering og kontroll med selskaper i næringen. Dette kan være problemstillinger rundt internasjonalisering og dataflyt mellom selskaper som ikke nødvendigvis er innenfor gjeldende restriksjoner og regelverk.

På den annen side argumenteres det også for at dagens regelverk legger godt til rette for utførelse av tilsyn i nye operasjonelle omgivelser, og at det i større grad handler om hvilket fokus tilsynet har når regelverket skal følges opp og justeres/tilpasses. Ut fra dette perspektivet handler det altså mer om hvilken kompetanse Ptil besitter, hvilke ressurser som brukes og hvordan tilsynet blir innrettet og fokusert. En av fagekspertene som ble intervjuet hadde fått et generelt inntrykk av at man ikke har kontroll på nettverk i petroleumsnæringen, og mente det var en 'spagetti av nettverk' på offshore installasjoner som utgjør en stor risiko. Basert på dette mente denne fageksperten at Ptil bør etablere norsk standard eller guidelines med utgangspunkt i det som er gjort av eksempelvis DNV GL og NIST, og bruke dette som grunnlag for tilsyn.

Det ble også fremhevet at tilsyn bør utvides til digitale system, hvor de områder/systemkomponenter som kan ha størst konsekvens ved feil bør ha størst fokus. Flere helhetlige tilsyn som kombinerer HMS og IKT-sikkerhet anbefales. Flere fagekspertene og næringsaktører fremhever også at økt digitalisering kan gjøre det lettere for Ptil å gjennomføre tilsyn. Digitalisering av operasjoner og utvikling av prosesser for dataflyt mellom involverte aktører gjør at Ptil i prinsippet kan få innsikt i en hvilken som helst operasjon, og dermed gjennomføre tilsyn uten å vente på at operatørselskap gir informasjon til dem. Et eksempel som ble brukt var digitalisering av planleggingsfasen av en boreoperasjon.

Ptil mener også at det kan bli aktuelt å ta i bruk digitale verktøy ved tilsyn og vurderinger, f.eks. 3D modeller, big data og informasjon fra smarte, sensorbaserte vedlikeholdssystemer. Digitalisering kan også gi bedre tilgang til innretningsdokumentasjon/verktøy, i form av digitale P&ID software løsninger og adgang direkte til selskapenes egne verktøy i stedet for å få tilsendt dokumenter.

4.5.3 Kompetanse i Ptil

Som vi har vært inne på tidligere medfører digitalisering økt kompleksitet ved at systemer knyttes sammen på komplekse måter. Mengden av data som skal transporteres øker og standard IT-utstyr vil i økende grad bli integrert med de spesialiserte styresystemene. Dette øker den gjensidige avhengigheten mellom ulike systemer, og gjør det vanskelig å få oversikt over mulig risiko og sårbarhet. Denne økte kompleksiteten stiller krav til økt kompetanse hos Ptil.

Ptil gjennomfører systemtilsyn, og må ha teknisk kompetanse for å forstå innholdet i dokumentene som vurderes. Flere av informantene la vekt på at man bør øke kompetansen hos og krav fra Ptil rundt IKT-sikkerhet og digitale system. Det er også viktig å øke kompetansen om utfordringer ifm. IT vs. OT-løsninger, og økt forståelse for cyber-fysiske sammenhenger. Det bør defineres retningslinjer mhp. IKT-sikkerhet, og standarder e.l. som kan benyttes som kilde til et felles begrepsapparat, og til å gjøre tilsyn (det ble anbefalt å se til USA). Det er nødvendig med revisjon av risikoanalyser med hensyn til IKT-sikkerhet. IKT-sikkerhet nevnes generelt som et sentralt område for kompetanseoppbygging og utvikling av tilsynspraksis- og strategi.

Når det gjelder kompetanseutvikling er også utfordringer knyttet til en økende grad av mangfold i infrastruktur sentralt. Nærmere bestemt vil eldre plattformer med «gammel» teknologi og nye plattformer med ny teknologi gi helt forskjellige

utfordringer og konsekvenser for risiko og HMS. I følge flere fagekspertene er dette et kompetanseområde Ptil bør fokusere på.

De ulike fagområdene i Ptil vurderer også behov for kunnskaps- og kompetanseutvikling, blant annet innen temaer som kybernetikk, intelligente systemer, endrede arbeidsprosesser, driftsmodeller, forretningsmodeller og kunstig intelligens. Økt digitalisering kan medføre utfordringer for vurdering av ansvar for eventuelle feil som systemene genererer, det vil si ansvarsfordeling mellom bruker og utvikler.

På bakgrunn av endringer som digitalisering medfører, mener fagekspertene at det bør utvikles nye indikatorer mhp. risikonivå. Man bør finne/utvikle indikatorer som blant annet sier noe om bevissthet rundt IKT-sikkerhet, samt risikofokus rundt systemer som kan være gjenstand for dataangrep. Samtidig kan det tenkes at andre indikatorer blir av mindre sentrale. Tilpasning av risikomonitorering i næringen må med andre ord gjøres basert på endring av risikobilde.

4.6 Oppsummering

Resultatene presentert ovenfor bekrefter i stor grad funnene fra litteraturen hva angår teknologitrender i petroleumsnæringen. Det investeres betydelige ressurser på å utvikle det potensiale som inngår i digitalisering, og de fleste bedriftene vi gjorde intervjuer i har strategiske satsinger hvor digitalisering inngår. Samtidig baserer bedriftene seg gjerne på videreutvikling og forbedring av teknologi som har vært tilgjengelig i flere tiår, og teknologiutviklingen er i hovedsak rettet mot IKT-basert beslutningsstøtte, automatisering og samhandling. Digitaliseringen som nå skjer i næringen er i stor grad en forsterkning og modning av IO-utviklingen.

En vanlig tilbakemelding er at det er store mengder data tilgjengelig, men at dette til nå ikke har blitt utnyttet godt nok. Mange informanter opplever at teknologien er tilstrekkelig moden, men at det er avklaringer rundt arbeidsprosesser, roller og ansvar, og organisatoriske forhold som er de største hindrene for å gjennomføre endringene og utnytte potensialet. Perioden som næringen er inne i, med stort fokus på teknologiutvikling- og bruk og høyt press på effektivitet og kostnader, beskrives imidlertid som en «brytningstid». Tydelige krav om effektivisering og begrenset bemanning offshore samtidig som sikkerhet ivaretas, gjør at industrien er i ferd med å innse at de er nødt til å ta i bruk teknologiske løsninger som digitalisering tilbyr for å være konkurransedyktige allerede i anbudsprosesser.

Det eksisterer dog flere barrierer som skaper treghet i overgangen til en digitalisert petroleumsnæring. Gode løsninger for IKT-sikkerhet er et punkt som flere av våre informanter trekker frem som en av hovedutfordringene knyttet til risiko. Flere er bekymret for at den økte graden av digitalisering gjør det vanskeligere å beskytte systemer, ved at man blir mer avhengige av leverandører i forhold til å oppdage, avverge og håndtere uønskede hendelser. Stadig mer avanserte IKT-systemer, og økt avhengighet mellom systemer, øker sårbarheten og stiller stadig økte krav til relevant IKT-kompetanse både internt i næringen og hos tilsynsmyndigheter. Analysene over viser at flere forhold knyttet til koblingen mellom mennesker og utvikling, implementering og bruk av digital teknologi kan ha implikasjoner for HMS og risiko for

storulykke i petroleumsnæringen. Disse forholdene omhandler endringer i arbeidsinnhold- og form, kompetansebehov, tillit til teknologi og usikkerhet og endringsmotstand.

Når det gjelder fagforeningenes involvering kan det synes som de selv står overfor et dilemma mellom å støtte digitalisering som kan bedre sikkerheten, og å være kritiske til prosesser som kan resultere i nedbemanning. Potensielle konsekvenser av økt digitalisering for fremtidig arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid, er for det første at digitaliseringen kreve evne til raske omstillinger fra alle parter. Et annet aspekt er at digitaliseringen kan føre til andre arbeidstakergrupper som ikke alle har tradisjonell tilknytning til norsk arbeidsliv og fagorganisering. For det tredje vil digitaliseringen trolig føre til endrede kompetansebehov i sektoren, og med det en mulig maktforskyvning mellom de ulike fagforeningene.

Et siste tema som ble analysert i dette kapitlet er betydningen av digitalisering for henholdsvis tilsyn og regulering i næringen. Flere understreket at det er svært viktig at Ptil tilpasser seg den pågående digitalisering i petroleumsnæringen, både ved å forstå HMS-utfordringer og -fordeler og ved å tilpasse egen tilsynsvirksomhet. En gjengs oppfatning var at man bør øke kompetansen hos og krav fra Ptil rundt IKT-sikkerhet og digitale system. Tilsyn bør utvides til digitale system, hvor de områder/systemkomponenter som kan ha størst konsekvens ved feil bør ha størst fokus. Flere helhetlige tilsyn som kombinerer HMS og IKT-sikkerhet anbefales.

5. Diskusjon og forslag til tiltak

5.1 Innledning

I dette avsluttende kapitlet gis en oppsummering og diskusjon av studiens sentrale funn med utgangspunkt i analysemodellen som ble presentert i kapittel 1 (figur 1-1). Videre drøftes implikasjoner som funnene kan ha for næringen, myndigheter og partene, inkludert helhetlige/overordnede vurderinger av hva dette kan bety for tilsyn, regelverksutvikling og partssamarbeid.

Gjennomgripende digitalisering vil medføre en radikal endring i måten petroleumsindustrien jobber på. I denne sammenheng illustrerer prosjektets analysemodell de overordnede og potensielle sammenhengene mellom a) utvikling og bruk av ny teknologi, b) arbeidsinnhold- og utførelse, c) organisering av arbeid, og d) HMS og risikoforhold. For det første viser modellen at teknologi i seg selv innebærer risiko. Dette kan være i form av utilsiktet feil (f.eks. ved systemfeil og at teknologien dermed ikke fungerer på tilsiktet måte) eller sårbarhet for bevisst/tilsiktet angrep (f.eks. hacking). Videre illustrerer modellen at teknologiutvikling/-bruk kan ha HMS-implikasjoner ved at det medfører endringer for brukerne av teknologien, eksempelvis arbeidsoppgaver- og innhold, ansvarsforhold etc., som igjen kan ha konsekvenser for arbeidsmiljø, opplevelse av stress/belastning, fremmedgjøring, etc. Det kan imidlertid også medføre risiko ved at det oppstår manglende kobling mellom arbeidsprosesser og teknologi, dvs. at teknologimplementering ikke følges opp av tilpasninger i arbeidsprosesser. Til slutt viser modellen at ny teknologi også kan ha HMS-implikasjoner ved at organisatoriske forhold og driftsmodeller endres. Våre funn omkring disse sammenhengene oppsummeres nedenfor.

5.2 Oppsummering av funn

5.2.1 Teknologitrender og risiko

Det er for tiden et stort fokus i petroleumsnæringen på å utvikle og ta i bruk ny digital teknologi. Utviklingen er en del av en global digitaliseringstrend med fokus på teknologiområder og temaer som Big Data, autonome roboter, simulering, horisontal og vertikal systemintegrasjon, tingenes internett, datasikkerhet, nettsky, additiv produksjon og utvidet virkelighet. Overordnet sett viste resultatene av vår studie at teknologiutviklingen i næringen kan ses på som videreutvikling av Integreerte Operasjoner ettersom fokus i stor grad er rettet mot videreutvikling og bruk av verktøy og prosesser for forbedring av beslutningstaking, samhandling og automatisering. Viktige trender som blir trukket frem av flere informanter er digitalisering av brønnplanleggingen, automatisering av boreoperasjoner og robotisering av risikoutsatte oppgaver. En hovedendring en ser fremover er at personer som overvåker og styrer offshoreanleggene vil ha tilgang til informasjon på en helt annen måte enn det en har i dag.

Perioden som næringen er inne i beskrives av mange informanter som en «brytningstid» med økt digitalisering samtidig som eldre systemer og arbeidsprosesser råder.

Eksempelvis fremheves det at selskaper generelt sett har store mengder data tilgjengelig, men at dette foreløpig ikke blir utnyttet godt nok. De fleste bedriftene i studiens utvalg har imidlertid et strategisk fokus på utvikling og bruk av ny digital teknologi, og oppgir at sentrale drivere for å realisere digitaliseringspotensialet er teknologi, kostnader og sikkerhet/risiko.

Digitaliseringen innebærer økende kompleksitet i interaksjon og integrasjon mellom systemer og mennesker, noe som bidrar til økende utfordringer med å holde oversikt over risikobildet, samt å finne underliggende årsaker til problemer når en eventuell feilsituasjon skulle oppstå. Det at sensorer, systemer og maskiner kobles sammen for å muliggjøre informasjonsflyt, kommunikasjon og fjernstyring på tvers av geografisk lokasjon, åpner også for at uvedkomne kan utnytte dette og ramme kritiske funksjoner. Denne utviklingen medfører således en økning i nettverksrelaterte sårbarheter. I denne sammenheng stiller stadig mer avanserte industrialiserte IKT-systemer økte krav til relevant IKT-kompetanse både internt i næringen og hos tilsynsmyndigheter.

Generelt er de investeringene som gjøres i teknologi forankret i en kvalifiseringsprosess som ivaretar både verdiskapningshensyn og risikohensyn. Analysene i rapporten viser at gode løsninger for IKT-sikkerhet er et punkt som ofte trekkes frem som en av hovedutfordringene knyttet til risiko. Flere interessenter er bekymret for at den økte graden av digitalisering gjør det vanskeligere å beskytte systemer, ved at man blant annet blir mer avhengige av leverandører i forhold til å oppdage, avverge og håndtere uønskede hendelser. En viktig faktor som ligger til grunn for disse utfordringene er at sensorer, instrumenter og systemer kobles sammen på tvers av organisatoriske grenser. Oppsiden er at systemene vil interagere med hverandre via standard internettbaserte kommunikasjonsprotokoller, og kunne forutse feil, konfigurere seg selv og tilpasse seg endringer. Resultatet vil være raskere, mer effektiv og fleksibel produksjon med høyere kvalitet og til lavere kostnad. Dette vil igjen endre økonomiske forutsetninger, bidra til økonomisk vekst og endre profilen til arbeidsstyrken.

Fokus innenfor petroleumsindustrien på ny teknologi som kan forbedre effektivitet og verdiskapning, og erkjennelsen om at implementeringen kan være av betydning for risiko, er ikke ny. Mye forskning gir vurderinger og anbefalinger for forbedret risikostyringsarbeid både generelt og spesifikt innenfor petroleumsnæringen, uten at dette direkte relateres til digitaliseringstrenden. Denne litteraturen viser blant annet at kommunikasjon og datahåndtering er sentrale temaer som har betydning for kvaliteten av risikostyring. Det er også begrenset med fagfelleverderte studier av HMS-effekter av nye teknologier og tilhørende prosesser ettersom teknologiutviklingen foreløpig er i en tidlig fase. Analysene i rapporten viser imidlertid at flere forhold knyttet til koblingen mellom mennesker, organisering og utvikling, implementering og bruk av digital teknologi, kan ha implikasjoner for HMS og risiko for storulykke i petroleumsnæringen.

5.2.2 Arbeidsinnhold-, utførelse og organisering

Implementering og bruk av ny digital teknologi er forbundet med endring av arbeidsinnhold, arbeidsform og kompetansebehov, og medfører dermed også usikkerhet og endringsmotstand. Digitalisering kan videre medføre et større kompetansegap mellom land og rigg, noe som stiller store krav til både bevissthet,

trening og kommunikasjon. Også forhold relatert til balanse mellom tillit til teknologi og fornuftig skepsis oppleves som viktig, spesielt i brytningstiden som næringen nå er inne i. I denne forbindelse er risiko for fremmedgjøring sentralt, hvor brukere av teknologi kan miste oversikten og forståelsen av hvordan en arbeidsprosess foregår, og derfor også kan ta feil valg i krisesituasjoner. Mangelen på forståelse kan påvirke risikopersepsjon, og føre til feil oppfattelse av risiko.

Videre opplever mange informanter at mye teknologi/systemer er modne for å tas i bruk, men at avklaringer rundt arbeidsprosesser, roller og ansvar, skiftordninger og arbeidssted mellom de ulike aktørene i verdikjeden er de største hindrene for å gjennomføre endringene. Faktorer som bidrar til at tilgjengelig teknologi ikke tas i bruk, som kultur, forretningsmodeller og infrastruktur, gjør det vanskelig å implementere organisatoriske rutiner og prosesser som kreves for sikre operasjoner. Det er for eksempel utbredt skepsis mot både deling av data og åpenhet rundt ulike digitaliseringsinitiativ. Dette viser at realisering av potensialet som ny digital teknologi representerer for petroleumsnæringen (blant annet når det gjelder HMS og reduksjon av risiko) innebærer endringer i samarbeidsprosesser-/former og forretningsmodeller, og at nødvendige endringer dermed ikke er avgrenset til interne arbeidsprosesser og fokus på egen operasjon og organisasjon.

Når det gjelder sammenhengen mellom utvikling av IKT og nye organisasjonsformer og arbeidsmåter med betydning for HMS i petroleumsnæringen, viser litteraturgjennomgangen at mesteparten av forskningen på dette området er gjennomført med fokus på IO. Både positive og negative aspekter diskuteres, og forhold relatert til førstnevnte er forbedring av risikovurdering- og håndtering, reduksjon av fysisk risikoeksponering, bedre informasjonsflyt, planlegging og beslutningsstøtte. Imidlertid innebærer IO mer komplekse kommunikasjonsomgivelser og krav til deling av informasjon, og er med andre ord forbundet med stor organisatorisk kompleksitet. Flere studier viser i denne forbindelse at uoverensstemmelse mellom teknologi og organisering/-gjennomføring av arbeidsprosesser representerer risiko. Med andre ord krever digitalisering at organisatoriske rutiner og prosesser er tilpasset de mulighetene og begrensningene som teknologien representerer.

Endring av arbeidsprosesser, organisering og omstilling generelt er viktige temaområder for fagforeninger/tillitsvalgte. Flere informanter mente imidlertid at tillitsvalgte ikke virker spesielt oppmerksomme på eller involverte i digitaliseringsprosesser i egne bedrifter eller næringen generelt. En årsak kan være at fagforeningene står overfor et dilemma mellom å støtte digitalisering som kan bedre sikkerheten, og å være kritiske til prosesser som potensielt kan innebære nedbemanning. Deres tilbakemeldinger bærer preg av dette dilemmaet; tross overveiende positiv innstilling til teknologi som kan redusere arbeidsbelastningen og forenkle hverdagen til de ansatte, er tillitsvalgte og verneombud kritiske til flere organisatoriske endringer som teknologibruk innebærer og forutsetter (f.eks. flytte for mange oppgaver til land, outsourcing av IKT-systemer/tjenester).

I intervjuene pekte representanter fra fagforeninger og vernetjenesten samtidig på flere risiko- og HMS-utfordringer ved digitalisering. For det første kan datakvalitet være en utfordring, og krav om raskere rapportering kan føre til uønskede hendelser. Bekymring

for økt kontroll og personovervåking ble også fremhevet. Informantene mente videre at man vil få økt sentralisering. Dette kan gi fordeler med økt fleksibilitet for arbeidstakerne, men det kan også føre til oppsplitting av fagmiljø, større fremmedgjøring, mindre lojalitet til arbeidsplassen og mindre trivsel. Videre ble det uttrykt bekymring for at økt internasjonalisering og globalisering vil føre til at flere grupper av arbeidstakere forsvinner ut av Ptils ansvarsområde, samt færre fagorganiserte og en reduksjon av stabil arbeidsstokk (flere innleide arbeidere). Digitalisering er dermed et utviklingstrekk som kan påvirke fremtidig partssamarbeid og arbeidstakermedvirkning.

5.3 Diskusjon og forslag til tiltaksområder

Hovedfunnene fra studien er oppsummert i tabellen nedenfor. Tabellen viser hvordan teknologiutviklingsområder/trender i petroleumsnæringen påvirker gjensidig avhengige faktorer knyttet til teknologi, menneskers bruk av teknologi i arbeid, samt organisatoriske forhold, og videre hvilke implikasjoner dette kan ha for HMS og risiko. Vi må i denne forbindelse påpeke at flere av HMS/risiko-implikasjonene er av hypotetisk/potensiell karakter ettersom teknologiutvikling- og bruk på flere områder er i en tidlig fase. I nederste del av tabellen vises tiltaksområder for næringen og myndighetsområde som kan utledes av resultatene. Disse tiltaksområdene diskuteres nedenfor.

Tabell 5-1: Oppsummering av funn og tiltak

Digitalisering og implikasjoner for HMS/risiko: Hovedfunn fra litteraturstudie, intervjuer og workshops		
Hovedområder for teknologiutvikling	MTO-forhold	Implikasjon for HMS/risiko
<ul style="list-style-type: none"> - Roboter og autonome fartøy - Integreerte operasjoner - Automatisering av boring - Digitale felt 	<p><i>Teknologi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Økt datatilgjengelighet og forbedret presentasjon/visualisering - Økt teknologisk kompleksitet og avhengighet - Flere koblinger og grensesnitt mellom teknologier/systemer - Manglende standarder og interoperabilitet/kompatibilitet er utfordrende i dag. 	<p><i>Positive forhold</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mulighet for kontinuerlig overvåking av utstyr. Automatisering og optimalisering av identifisering av vedlikeholdsbehov. <p><i>Utfordringer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Økt sårbarhet, både for utilsiktede og tilsiktede hendelser - Vanskeligere å identifisere risiko pga. økt kompleksitet. - Avhengig av leverandører for å oppdage, avverge og håndtere hendelser.
	<p><i>Menneske</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Endring i arbeidsinnhold og kompetansebehov. Større 	<p><i>Positive forhold</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Reduksjon av fysisk arbeidsbelastning

	<p>avstand i kompetanse mellom personell offshore og onshore.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Behov for tillit til teknologi/system samtidig som kritisk tilnærming - Krav til årvåkenhet - Endringsmotstand 	<ul style="list-style-type: none"> - Forbedret beslutningsstøtte og planlegging. Oppdage og håndtere feil tidligere. - Simulering: Testing av utstyr/prosesser og opplæring i «trygge» omgivelser. <p><i>Utfordringer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - «Automation bias» – stole for mye på teknologi/system - Fare for fremmedgjøring - Kommunikasjonsutfordringer pga. ulikhet i kompetanse. - Økt forskjell i arbeidsprosess og involvering av personell/kompetanse mellom normalsituasjon vs. håndtering av uforutsette hendelser. - Jobbusikkerhet
	<p><i>Organisasjon</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mer distribuert arbeid. Mindre dødtid og økt involvering i operasjoner på ulike installasjoner for personell på land. - Endring av arbeidstakergrupper og arbeidsforhold. Mer innleid arbeidskraft - Større grad av samhandling og deling av data, både internt og eksternt. - Komplekse sosiotekniske system. Stort organisatorisk mangfold og mange ulike digitaliseringstiltak/initiativ i næringen - Brytningstid og ulike strategier/tilnærminger til aktører i næringen. Må legge til rette for flere driftsmodeller - Dilemma mellom behov for økt informasjonstilgang- og deling vs. behov for ivaretagelse av IKT-sikkerhet. 	<p><i>Positive forhold</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Færre ansatte på risikoutsatte lokasjoner - Muligheter for bedre/raskere opplæring og trening - Bedre muligheter for kompetanseoverføring på tvers av installasjoner og organisasjoner. <p><i>Utfordringer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Behov for kommunikasjon med personell i friperiode. Mindre tydelig skille mellom jobb og fritid. - Arbeidstidsordninger - Reduksjon/ending av organisatorisk tilhørighet, organiseringsgrad og rettigheter til arbeidstakere - Etablering av felles forståelse ved teknologisk mediert kommunikasjon. Mindre uformell kontakt. - Blackboxing. Kan bli mer utfordrende etter hvert som teknologi modnes. - Juridiske og etiske problemstillinger knyttet til informasjonsflyt. Personvern. - Teknologiutvikling innenfor tradisjonelle organisatoriske

		og forretningsmessige rammer. Barriere for nødvendig gjensidig tilpasning av arbeidsprosesser og teknologi
--	--	--



Fokusområder for tiltak
<p><i>Næringen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - IKT-sikkerhet og behov for informasjonsflyt - Digital kompetanse - Sosioteknisk perspektiv på teknologiutvikling og HMS - Interorganisasjonisk sikkerhetskultur - Fagforeningers og/eller vernetjenestens rolle - Helhetsfokus i næringen. Horisontalt samarbeid mellom operatører - Begrepsavklaring og forståelse av «digitalisering» <p><i>Myndigheter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mangfold og risikofaktorer i brytningstid - Risikofaktorer og muligheter ved samhandling og datadeling - Endring i kompetansebehov - Tilpasning/videreutvikling av RNNP

5.3.1 Tiltaksområder for næringen

IKT-sikkerhet og behov for informasjonsflyt

Overordnet sett viser studien at det (naturlig nok) er enklest å beskrive og vurdere risikoforhold og tiltaksområder knyttet til de direkte effektene av teknologi; altså problemstillinger om IKT-sikkerhet og sårbarhet. Her har uheldige forhold i næringen blitt avdekket de siste årene, noe som viser at IKT-sikkerhet representerer et viktig område for å redusere sårbarheten i risikoutsatte operasjoner. Industrielle automatiserings-, kontroll- og sikkerhetssystemer som benyttes i petroleumsnæringen er nå i stor grad digitalisert og avhengig av digital teknologi. Tidligere var disse systemene isolerte og proprietære, mens de i dag i større grad er basert på kommersielt tilgjengelige komponenter, som f.eks. PC med Microsoft Windows operativsystem, som øker sårbarheten. I tillegg var disse industrielle systemene tidligere fysisk atskilt fra tradisjonelle informasjonssystemer (administrative systemer/kontorstøttesystemer) og åpne nett. Blant annet behov for overføring av produksjonsdata til informasjonssystemer og fjernvedlikehold, gjør at slik fysisk separasjon ikke lenger er praktisk mulig. Dette betyr også at produksjonsutstyr nå er eksponert for nettverksrelaterte sårbarheter (DNV GL, 2015). I denne forbindelse kan det være gode muligheter for å trekke lærdommer fra andre teknologiintensive og risikoutsatte bransjer med større «digital modenhet» enn petroleumsnæringen. IKT-sikkerhet har et høyt fokus innen eksempelvis helse, transport og kraftsektoren, og både erfaringer og eventuelle styrende dokumenter som standarder og veiledere fra andre sektorer er forventet å ha overføringsverdi til petroleumsnæringen.

Ivaretagelse av IKT-sikkerhet må imidlertid balanseres mot behov for god informasjonsflyt mellom ulike aktører for å ivareta organisatorisk sikkerhet. I litteraturgjennomgangen viste vi til forskning som viser at manglende informasjonsflyt, involvering av ekspertise og bruk av tilgjengelige data/ressurser var bakenforliggende årsaker til flere uønskede hendelser i petroleumsnæringen, og dermed at behov for datakonfidensialitet må balanseres mot behov for datatilgjengelighet. Et viktig tiltaksområde for næringen er dermed å sikre en hensiktsmessig balanse mellom IKT-sikkerhet og organisatorisk sikkerhet ut fra eksisterende risikofaktorer -og nivå.

Digital kompetanse

Også når det gjelder menneskelige faktorer – dvs. hvordan brukere opplever og forholder seg til ny teknologi og systemer, og hva som er viktig å fokusere på i HMS-sammenheng, kan sentrale forhold beskrives. Her er kjente problemstillinger relatert til eksempelvis tillit til teknologi, fremmedgjøring, jobb-usikkerhet og behov for oppdatering av kompetanse. I denne forbindelse hevder Parjanen m.fl. (2015) at den digitale transformasjonen av samfunnet i seg selv skaper nye behov, og en god måte å være i forkant av denne utviklingen på er å bedre arbeidskraftens kompetanse og endringsevne gjennom relevant utdanning og opplæring. Dette er i så måte et viktig område for næringen, spesielt ettersom det påpekes av flere informanter at nedgangsperioden næringen har vært inne i, har medført manglende oppdatering av digital kompetanse.

Utvikling av digital kompetanse vil være sentralt både på ledelsesnivå og for brukere av nye systemer i sitt daglige arbeid (f.eks. automatisering av boring). Førstnevnte vil være sentralt for å sikre forankring og et godt grunnlag for valg og implementering av ny teknologi, mens digital kompetanse hos brukere vil redusere fremmedgjøring og øke tillit til ny teknologi og tilhørende endringer i arbeidsprosesser.

Et annet sentralt aspekt som krever oppmerksomhet er behov for å håndtere økende kompetansegap; både mellom lokasjoner (hav-land), ansattgrupper/faggrupper, og mellom ledere og medarbeidere. Slike ulikheter kan medføre kommunikasjonsutfordringer og redusere muligheter for at ulike ansatte kan skape felles forståelse av en gitt situasjon, samt innebære uheldige maktstrukturer som forhindrer at viktig informasjon kommer frem og blir hensyntatt. Det er dermed behov for strukturer og prosesser som sikrer at viktige stemmer blir hørt.

Sosioteknisk perspektiv på teknologiutvikling og HMS

Ut fra resultatene fra studien er det utfordrende å trekke klare konklusjoner når det gjelder samvirke mellom teknologi og organisatoriske forhold. Dette kan skyldes at teknologien som det arbeides med i digitaliseringsinitiativ i næringen ikke enda har medført store arbeidsprosess- og organisasjonsendringer (dvs. at de er implementert i samme organisatoriske system). Imidlertid viser informasjonssystemlitteratur at det generelt sett er en viss usikkerhet forbundet med utvikling og implementering av ny teknologi og systemer i virksomheter. Dette skyldes blant annet at det er vanskelig å forutsi og vurdere de medfølgende arbeidsprosessendringene som teknologien medfører. Nye teknologier og systemer vil resultere i endringer av ansvarsforhold, oppgavefordeling, prosedyrer, kompetansebehov- og krav, og vil dermed også påvirke organisatoriske strukturer, relasjoner, forretningsmodeller og maktforhold. Det er

dermed naturlig at denne usikkerheten er forbundet med skepsis og motstand – både fra brukere av teknologi/systemer og fra ledelsen i virksomheter.

Av denne grunn vektlegges betydningen av fokus på sosiale og organisatoriske aspekter i utviklings- og implementeringsprosesser. Det er en stadig økende erkjennelse av at introduksjon av ny teknologi i komplekse organisatoriske systemer ikke er en enkel og strømlinjeformet prosess, men heller er dynamisk av natur hvor ulike iterasjoner/sykluser av teknologisk, sosial og organisatoriske aspekt gradvis blir omforent (eller ikke). Dette betyr også at brytningstiden som petroleumsnæringen nå er inne i kan være spesielt krevende; både teknologisk, menneskelig og organisatorisk. Det vil av denne grunn være viktig å fokusere på organisatoriske og kontekstuelle elementer når ny teknologi vurderes, velges, implementeres og brukes.

Digitalisering innebærer en økning av teknologisk, organisatorisk og regulatorisk kompleksitet, og i denne sammenheng kan det være vanskelig å avdekke og beskrive isolerte risikofaktorer. Dette gjør imidlertid at det er spesielt viktig å fokusere på organisatoriske aspekter. Grunnen til dette er at utviklingstrekk som beskrives av våre informanter (eks. økt spesialisering og større kunnskapsforskjeller) kombinert med modning av teknologi og risikofaktorene dette medfører (f.eks. selvtilfredshet (complacency) og fremmedgjøring), tyder på at blackboxing-problematikk kan øke i omfang og risiko. Modning av teknologi og tilpasning av arbeidsprosesser vil på sikt innebære mer stabilitet i utførelse/drift, og videre at det blir større avstand mellom normalsituasjoner og håndtering av uforutsette situasjoner. *Trening i håndtering av hendelser blir dermed viktig.* Et sentralt element i dette er å utvikle velfungerende rutiner, prosesser og verktøy for «sensework». Dette har igjen sammenheng med behov for utvikling og bruk av digital kompetanse beskrevet ovenfor. Utfordringer med å få en helhetsforståelse av det sosiotekniske systemet kan også øke faren for at en ikke oppdager og korrigerer forhold som representerer risiko for uønskede hendelser - med andre ord kan blackboxing øke faren for «drift into failure». Økt digitalisering krever dermed at det arbeides systematisk med *bygging av sikkerhetskultur, rutiner og prosesser på tvers av organisasjoner* for å redusere disse risikofaktorene.

Fagforeningers og/eller vernetjenestens rolle

I analysene beskrives involveringen av representanter fra fagforeninger og vernetjenesten som varierende, og at det kan eksistere vanskelige dilemmaer for disse gruppene knyttet til prosessene og endringene som følger av digitalisering. Det pekes imidlertid på viktige (potensielle) konsekvenser av digitalisering når det gjelder arbeidstakermedvirkning og partssamarbeid. For det første krever digitaliseringen evne til raske omstillinger fra alle parter. Et annet aspekt er at digitaliseringen trolig vil føre til andre arbeidstakergrupper som ikke alle har tradisjonell tilknytning til norsk arbeidsliv og fagorganisering. For det tredje vil digitaliseringen trolig føre til endrede kompetansebehov i sektoren, og med det en mulig maktforskyvning mellom de ulike fagforeningene.

Selv om det er vanskelig å trekke klare linjer mellom digitalisering, organisering og HMS/risiko, kan betydningen av organisatorisk forhold også relateres til sikkerhetsforskning (som ikke omhandler digitalisering). I en gjennomgang av forskning på faktorer som påvirker muligheter en organisasjon, organisasjonsenhet eller et individ

har for å kontrollere risiko for alvorlige hendelser og HMS-forhold («omgivelsesfaktorer» med betydning for HMS), fant Rosness m.fl. (2012) at blant annet arbeidsmarkedsendringer og medarbeiderinvolvering, bruk av underleverandører, arbeidsbetingelser og tilknytning mellom arbeidsgiver og arbeidstaker (eks. midlertidig arbeid), svekkelse av foreningsinnflytelse, og transnasjonale regler og styring, er betydningsfulle forhold. Sett i sammenheng med hvilke organisatoriske endringer som digitalisering forbindes med (se f.eks. modellen til Le Coze (2017) presentert i kapittel 3), kan det forventes at digitalisering kan få betydelige konsekvenser for «omgivelsesfaktorer» med betydning for HMS og risikoforhold. Dette er forhold som fagforeninger og vernetjenesten har stor kunnskap om og erfaring med, og det er dermed viktig å etablere gode strukturer og prosesser for involvering av disse gruppene i digitaliseringsprosesser i næringen.

Helhetsfokus i næringen

Resultatene viser at næringen er inne i en brytningstid og at det er mange digitaliseringsinitiativ hos aktørene i petroleumsnæringen. Det er dermed også stort mangfold når det gjelder fokusområder og ambisjoner om hva utvikling av ny teknologi innebærer med tanke på endring av arbeiderprosesser og organisering. Spesielt trekkes det frem at operatørenes ulike tilnærminger fører til at leverandører må forholde seg til ulike krav og legge til rette for flere driftsmodeller. Dette kan skape utfordringer både med tanke på kostnader og for HMS-relaterte faktorer, eksempelvis i forhold til oppbygging av nødvendig kompetanse. Av denne grunn kan det være behov for en mer helhetlig tilnærming til digitalisering i næringen generelt, og horisontalt samarbeid mellom operatører spesielt. Dette er også relatert til behov for avklaring og større grad av felles forståelse av begrepet «digitalisering» beskrevet nedenfor.

Begrepsavklaring og forståelse av «digitalisering»

Til slutt vil vi trekke frem et problemområde som er felles for både næringsaktører og myndigheter/Ptil som omhandler klarhet når det gjelder bruk av begrepet *digitalisering*. Gjennom arbeidet med denne rapporten har det blitt tydelig at begrepet oppfattes som altomfattende, tverrfaglig og lite spesifikt både av både fagfolk, tillitsvalgte og andre i næringen. Mange opplever det som vanskelig å diskutere konkrete utviklingstrekk, å skille de ulike teknologitrendene fra hverandre og å komme med forslag til strategi. En anbefaling er i denne forbindelse at man trenger et bedre utviklet «felles språk» for å kommunisere internt i næringen og med myndigheter om digitalisering. En aksjon i et samarbeid kan på bakgrunn av dette være å spesifisere hva som inngår i begrepet, for så å drøfte og hva digitalisering i praksis innebærer for ulike aktører i næringen.

5.3.2 Fokusområder for myndigheter

Mangfold og risiko i brytningstid

Digitaliseringen i petroleumsnæringen skjer raskt og innen mange områder, og som diskutert tidligere i rapporten er det mange faktorer som har innvirkning på hvilke valg som gjøres av ulike aktører når det gjelder utvikling og bruk av digital teknologi. Det er av denne grunn stor grad av usikkerhet når det gjelder fremtidige HMS- og risikoutfordringer som følge av den teknologiske utviklingen, noe som gjør det krevende å beskrive endringsbehov for myndigheter og tilpasse tilsynsvirksomheten til utviklingen

som skjer. Brytningstiden som næringen er inne i er således et område som krever oppmerksomhet for tilsynsmyndigheter, ettersom næringen fremover vil kjennetegnes av stort mangfold i arbeidsprosesser og teknologisk modenhet mellom virksomheter og installasjoner, og således også stort mangfold i HMS/risikofaktorer.

Risikofaktorer og muligheter ved samhandling og datadeling

Overordnet sett ser vi imidlertid at det er et stort fokus på teknologiutvikling for å fremme samhandling på tvers av organisatoriske, faglige og geografiske grenser – eksempelvis er Konkrafts hovedfokus når det gjelder digitaliseringstiltak rettet mot samhandling og deling av data/informasjon mellom aktører. Det kan antas at dette er tiltak som vil gi retning til den overordnede digitale utviklingen for næringen som helhet. Konkrafts analyse og beskrivelse av tiltaksområder, og aktiviteter som næringen setter i gang for å følge opp dette, kan dermed være et sentralt utgangspunkt for videre arbeid for tilsynsmyndigheter. I denne sammenheng er det også et sentralt poeng at muligheter for datadeling-/tilgang mellom aktører i næringen og stordataanalyse kan representere potensial for effektivisering og forbedring av Ptils virksomhet.

HMS-/risikoimplikasjoner av økt samhandling, tettere koblinger og større grad av avhengighet mellom aktører er mangfoldige. I denne sammenheng kan resultatene presentert tidligere i rapporten gi indikasjoner på temaer som vil være sentrale i et HMS-/risikoperspektiv. Et viktig tema for tilsynsmyndigheter vil eksempelvis være mulige dilemma og avveininger mellom ivaretagelse av IKT-sikkerhet og organisatorisk sikkerhet næringen vil stå ovenfor som følge av behov for økt samhandling og deling av data. Som diskutert tidligere i rapporten må dataflyt som kreves for gjennomføring av sikre operasjoner ses i sammenheng med sårbarhet og behov for konfidensialitet for ivaretagelse av IKT-sikkerhet. Hvilke implikasjoner dette vil ha for tilsynsvirksomhet vil være et sentralt spørsmål.

Endring i kompetansebehov

Punktet ovenfor er også relatert til endringer i kompetansebehov som følger av digitaliseringen. I rapporten beskrives blant annet kompetanseendringer relatert til økt kompleksitet og spesialisering, samt større avstand mellom hav og land når det gjelder kompetanse hos personell som må samhandle. Dette er forhold som vil ha betydning for tilsynsmyndigheter – både når det gjelder nødvendig intern kompetanse for gjennomføring av tilsyn, samt prioritering av risikofaktorer og behov for riktig sammensetting av kompetanse i tilsynsvirksomheten. Når det gjelder førstnevnte trekker eksempelvis Ptil selv frem behov for kompetanseutvikling innen felt som IKT-sikkerhet, kunstig intelligens, kybernetikk og juridiske rammer knyttet til digitalisering. Når det gjelder sistnevnte vil vi det nevnte dilemmaet mellom IKT-sikkerhet og organisatorisk sikkerhet være relevant. Med bakgrunn i mer heterogen kompetansesammensetning i operasjoner og behov for kommunikasjon over geografisk og organisatoriske grenser, vil det videre være viktig å ha oppmerksomhet på risikofaktorer knyttet til aktørers evne til, prosesser og verktøy/opplegg for å skape felles forståelse og håndtere uforutsette situasjoner.

RNNP

Et siste punkt vi vil trekke frem omhandler mulige behov for tilpasning av måling/monitorering av risiko i næringen (RNNP). I Konkrafts rapport understrekes det at «RNNP utgjør det viktigste grunnlaget for felles virkelighetsforståelse av og kommunikasjon om risikonivået i petroleumsvirksomheten» (s. 24), og det er således viktig at HMS/risikoimplikasjoner som følger av den teknologiske utviklingen fanges opp i RNNP.

5.4 Avsluttende bemerkninger

Denne studien gir støtte til antagelsen om at digitalisering av oljeindustrien har potensiale til å gi stor verdi for industrien, dens kunder og samfunnet i sin helhet de neste tiårene. Paradoksalt nok er det slik at til tross for en tilsynelatende stor iver etter å utnytte det potensiale som ligger i digitalisering, er det en overraskende stor motstand mot å ta i bruk ny teknologi hos flere av selskapene i vår studie. Kultur og holdninger er i denne forbindelse viktige faktorer. Med tanke på det tempoet i digitalisering som myndigheter og næringen som helhet uttrykker ønske og krav om, utgjør slike etablerte barrierer en stor utfordring. Vi ser også at de bedriftene som har lang erfaring med teknologiutvikling og automatisering har tilsynelatende realistiske forventninger til den videre digitaliseringsprosessen. Bedrifter som er nyere på feltet, er mer «teknologioptimister» og har stor tro på rask realisering av digitaliseringsgevinsten. På denne bakgrunn fremhever også aktører i næringen at «det må være vilje og aksept for å prøve mindre modne løsninger innenfor rammen av sikre operasjoner, i motsetning til å redusere risiko gjennom standardisering og forenkling av velkjente løsninger.»³¹

Petroleumsnæringen er i en brytningstid, og hvilke trender, potensiale, risiko, HMS-opsider og -nedsider som vil prege næringen, er uklart. Overordnet sett viser denne rapporten at digitalisering som fagfelt er mangfoldig og tverrfaglig, og at det er et behov for systematisk og langsiktig forskning for å kartlegge risiko og HMS-konsekvenser av digitalisering. Ikke minst gjelder det koblingene til arbeidsorganisering og prosesser, samspillet mellom kompetanse, ansettelsesforhold og partssamarbeidet i næringen i den digitale nåtid, og etterprøving av årsakssammenhenger mellom ny teknologi, arbeidsorganisering og storulykkesrisiko. Skal man identifisere relevante tverrfaglige problemstillinger, er f.eks. digital innovasjon, medarbeiderinvolvering og ulike HMS-utfall spennende felt å gå inn på. Først ved etterprøving av komplekse årsakssammenhenger vil man kunne svare på det sentrale spørsmålet om digitalisering påvirker (forebygging av) storulykker i petroleumsvirksomhet.

³¹ <https://www.petro.no/nyheter/-03-08-2017-pressemedling-2-kvartal-2017>

6. Referanser

Accenture, Microsoft (2016). *2016 Upstream Oil and Gas Digital and Technology Trends Survey*. Accenture.

Albrechtsen, E. (2015). Major accident prevention and management of information systems security in technology-based work processes. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 36, s. 84-91.

Albrechtsen, E. m.fl. (2010). *Essays on socio-technical vulnerabilities and strategies of control in Integrated Operations (SINTEF-rapport A14732)*. SINTEF: Trondheim.

Almklov, P.G., T. Osterlie, and T.K. Haavik (2014). Situated with Infrastructures: Interactivity and Entanglement in Sensor Data Interpretation. *Journal of the Association for Information Systems*, 15(5), s. 263-286.

Antonsen, S., Madsen, B. E., & Ravn, J.E. (2009). *Makt eller avmakt. Arbeidstakermedvirkning i petroleumsvirksomheten* (SINTEF-rapport A12963). SINTEF: Trondheim.

Bjørn-Andersen, N. & Raymond, B. (2014). The impact of IT over five decades – towards the ambient organization. *Applied Ergonomics*, 45, 188-197.

Brakel, J.D., et al. (2015). SMART Kick Detection: First Step on the Well-Control Automation Journey. *SPE Drilling & Completion*, 30(3), s. 233-242.

BRU (2016). *NTNU Strategy for Oil and Gas*. NTNU.

Carr, N. (2014). *The Glass Cage: How Our computers are Changing Us*. New York: W. W. Norton.

CCSI (2017). Informasjonssikkerhet, cybersikkerhet, datasikkerhet – hva er forskjellen? Hentet fra <https://ccis.no/nb/informasjonssikkerhet-cybersikkerhet-datasikkerhet-hva-er-forskjellen/>

Chakravorti, B., & Chaturvedi, R. S. (2017). *Digital planet 2017 – How competitiveness and trust in digital economies vary across the world*. Medford: The Fletcher School at Tufts University.

Chen, Y. (2016). Industrial information integration – A literature review 2006-2015. *Journal of Industrial Information Integration*, 2: 30-64.

Chen, H., Stavinoha, S., Walker, M., Zhang, B., & Fuhlbrigge, T. (2014). Opportunities and challenges of robotics and automation in offshore oil & gas industry. *Intelligent Control and Automation*, 5, no. 03, 136-145.

Datatilsynet (2018). Kunstig intelligens og personvern. Rapport, Januar: <https://www.datatilsynet.no/globalassets/global/om-personvern/rapporter/rapport-om-ki-og-personvern.pdf>

Direktoratet for e-helse (2016). *Referansearkitektur og fellestjenester for helseregistre – Sluttrapport desember 2016*. Hentet fra <https://ehelse.no/Documents/E-helsekunnskap/Sluttrapport%20-%20Referansearkitektur%20Helseregistre.pdf>

Deloitte (2015). *Transport in the digital age – Disruptive trends for smart mobility*. Hentet fra <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/bps/deloitte-uk-transport-digital-age.pdf>

DNV GL (2015). *Digitale sårbarheter olje og gass – Rapport til Lysneutvalget*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/fe88e9ea8a354bd1b63bc0022469f644/no/sved/5.pdf>.

DNV GL (2016a). *Technology outlook 2025*. Hentet fra <https://to2025.dnvgl.com/>.

DNV GL (2016b). *The ReVolt – A new inspirational ship concept*. Hentet fra <https://www.dnvgl.com/technology-innovation/revolt/index.html>.

DNV GL (2017). *Short-term agility, long-term resilience*. Hentet fra <https://www.dnvgl.com/oilgas/industry-outlook-report/short-term-agility-long-term-resilience.html>.

Edwards, S. T., Coley, C. J., Whitley, N. A., Keck, R. G., Ramnath, V., Foster, T., Coghill, K., & Honey, M. (2013). *A Summary Of Wired Drill Pipe (IntelliServ Networked Drillstring) Field Trials And Deployment In BP. SPE/IADC Drilling Conference*. Amsterdam: Society of Petroleum Engineers.

Engen, Ole Andreas; Ylonen, Marja; Morsut, Claudia; Skotnes, Ruth Østgaard; Pettersen, Kenneth Arne; Heikkila, Joukko (2017). *Sociotechnical systems theory and regulation of safety in high-risk industries*. White paper. VTT Technical Research Centre.

Engen, Ole Andreas, m.fl. (2017). *Helse, arbeidsmiljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten*. Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe. Arbeids- og sosialdepartementet.

Enisa (2015). *Cyber Security and Resilience of Intelligent Public Transport. Good practices and recommendations*. Hentet fra <https://www.enisa.europa.eu/publications/good-practices-recommendations>.

Espeland, T. J. (2010). *Perception of Risk in the Environment of Integrated Operations: A qualitative study of four expert groups' understanding of risk in the petroleum sector at the Norwegian Continental Shelf* (Masteroppgave). NTNU, Trondheim.

Forman, C., King, J.L. & Lyytinen, K. (2014). Information, technology, and the changing nature of work. *Information Systems Research*, 25 (4), 789-795.

Goodall, W., Fishmann, T., Dixon, S., & Perricos, C. (2015). *Transport in the Digital Age - Disruptive Trends for Smart Mobility*. Deloitte. Hentet fra

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/bps/deloitte-uk-transport-digital-age.pdf>.

Grabowski, M. and K.H. Roberts (2016). *Reliability seeking virtual organizations: Challenges for high reliability organizations and resilience engineering*. Safety Science.

Gressgård, L.J., Hansen, K., Iversen, F. (2014). Automation systems and work process safety: Assessing the significance of human and organizational factors in offshore drilling automation. *Journal of Information Technology Management*, 24 (2), 47-58.

Haug, A., Zachariassen, F., van Liempd, D. (2011). *The costs of poor data quality*. Journal of Industrial Engineering and Management, 4(2), 168-193.

Hermann, M., Pentek, T.; & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios., 49th Hawaii *International Conference on System Sciences (HICSS)*. IEEE. ISBN 978-0-7695-5670-3.

Hildebrand, G., Torre, A., Hopewell, J., & Olesen, L. (2017). Transitioning the Directional Driller Off the Rig. *SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition 2017*. The Hague: Society of Petroleum Engineers.

Holte, K.A., Lie, T., C. Bratt (2013). *Bedriftenes behov og bruk av bedriftshelsetjenesten* (IRIS-rapport 2013/129).

Hu, J.Q., Zhang, L.B., & Wang, Y. (2015). A Systematic Modeling of Fault Interdependencies in Petroleum Process System for Early Warning. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 48(8), s. 678-683.

Hu, J.Q., et al. (2009). The application of integrated diagnosis database technology in safety management of oil pipeline and transferring pump units. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 22(6), s. 1025-1033.

Haavik, T. (2017). Remoteness and sensework in harsh environments. *Safety Science*, 95, s. 150-158.

Haavik, T. (2010). Making drilling operations visible: the role of articulation work for organisational safety. *Cognition Technology & Work*, 12(4), s. 285-295.

Haavik, T. (2012). Challenging Controversies: A Prospective Analysis of the Influence of New Technologies on the Safety of Offshore Drilling Operations. *Journal of Contingencies and Crisis Management*, 20(2), s. 90-101.

Haavik, T. (2014). Sensework Conceptualising Sociotechnical Work in Safety-Critical Operations. *Computer Supported Cooperative Work-the Journal of Collaborative Computing*, 23(3), s. 269-298.

Irgens, E.J. (2011). *Dynamiske og lærende organisasjoner*. Bergen: Fagbokforlaget.

Jaatun, M. G., Albrechtsen, E., Line, M.B., Tøndel, I.A., & Longva, O.H (2009). A framework for incident response management in the petroleum industry, *International Journal of Critical Infrastructure Protection*, Vol. 2, Iss. 1-2, s. 26-37.

Jacobsen, D.I. (2012). *Organisasjonsendringer og endringsledelse*. Bergen: Fagbokforlaget.

Jänicke, L., Jochem, M., Klasen, W., Kosch, B., Krammel, M., Linke, L., Mehrfeld, J., Sandner, M., Teuscher, A., Walloschke, T., & Zimmermann, S. (2016). *IT security in Industrie 4.0: First steps towards secure production. Guidelines*. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi).

Johnsen, S. O. (2016). Mitigating Emergent Vulnerabilities in Oil and Gas Assets via Resilience. I M. Rice & S. Sheno (Red.), *Critical Infrastructure Protection X ICCIP 2016. IFIP Advances in Information and Communication Technology vol 485* (s. 43-61). Springer, Cham.

JWN (2015) *Digital Oilfield Outlook Report - Opportunities and challenges for Digital Oilfield transformation*. Hentet fra <http://www2.jwnenergy.com/DOF1>

Konkraft (2018). Prosjekt "Konkurrensekraft – norsk sokkel i endring" - Utvalgets anbefalinger. Rapport tilgjengelig på www.konkraft.no

Le Coze, J-C (2017), Globalization and high-risk systems. *Policy and Practice in Health and Safety*, DOI: 10.1080/14773996.2017.1316090.

Macpherson, J.D., de Wardt, J.P., Florence, F., Chapman, C., Zamora, M., Laing, M., & Iversen, F. (2013). Drilling-systems automation: Current state, initiatives, and potential impact. *SPE Drilling & Completion* 28 (4), s. 296-308.

Manyika, J., Lund, S., Bughin, J., Woetzel, J., Stamenov, K., & Dhingra, D. (2016). *Digital globalization: The new era of global flows*. McKinsey & Company. Hentet fra <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Digital%20globalization%20The%20new%20era%20of%20global%20flows/MGI-Digital-globalization-Full-report.ashx>

Marcella, R. and H. Lockerbie (2015). The information environment and information behaviour of the Offshore Installation Manager (OIM) in the context of safety and emergency response: An exploratory study. *Journal of Information Science*, 42(4), s. 551-567.

Melberg, K., Solberg, S., Bråten M. & R. Andersen (2018). *Arbeidstakermedvirkning i petroleumsnæringen* (IRIS-rapport). Stavanger

Melberg, K. & A. Mikkelsen (2016). Strategisk HRM og endring i organisasjoner. I A. Mikkelsen & T. Laudal, *Strategisk HRM*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Meld. St. 27 (2016-2017): *Industrien – grønnere, smartere og mer nyskapende*. Oslo: Nærings- og fiskeridepartementet

Meld. St. 28 (2010-2011). *En næring for framtida - om petroleumsnæringen*. Oslo: Olje- og energidepartementet.

Meld. St. 38 (2016-2017). *IKT-sikkerhet - et felles ansvar*. Oslo: Justis- og beredskapsdepartementet

Meld. St. 9 (2012-2013): *Én innbygger – én journal*. Oslo: Helse- og omsorgsdepartementet.

Monteiro, E., G. Jarulaitis, and V. Hepso (2012). The family resemblance of technologically mediated work practices. *Information and Organization*, 22 (3), s. 169-187.

Niu, H., et al. (2009). Applications of Autonomous Underwater Vehicles in Offshore Petroleum Industry Environmental Effects Monitoring. *Journal of Canadian Petroleum Technology*, 48(5), s. 12-16.

Norsk Olje & Gass (2016). *Mot bedre tider – Konjunkturrapport 2016*. Norsk Olje & Gass.

Norsk Olje & Gass; Norsk Industri; LO; Industri Energi; Fellesforbundet; Norges Rederiforbund (2016). *Veikart for norsk sokkel 2016*. Norsk Olje & Gass, Norsk Industri.

NOU (2015) *Digital sårbarhet - sikkert samfunn* (NOU-rapport 2015:13). Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon.

NSM (2017). *Risiko 2017 – Risiko og sårbarheter i en ny tid. En vurdering av sårbarheter og risiko i Norge*.

NVE (2015). *Teknologiskifte i energiforsyningen. Studie om muligheter og sårbarheter* (NVE-Rapport 118). Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.

OG21 (2016). *Oil and gas for the 21st century*. Oslo: OG21. Hentet fra https://og21.no/prognett-og21/OG21_strategy_document/1254013434318.

Oil & Gas UK (2017). *Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operations Management Standards and Guidelines – Issue 1*. London: Oil & Gas UK.

Omerovic, A., & Gjære, E.A. (2015). *Digitale sårbarheter i helsesektoren – En oppsummering av funn fra workshop holdt i mai 2015 i regi av Lysneutvalget* (SINTEF-rapport A27272). Trondheim: SINTEF.

Pajarinen, M, P. Rouvinen, & A. Ekeland (2015). *Computerization and the Future of Jobs in Norway* (Arbeidsnotat). Oslo: Research Institute of the Finnish Economy and Statistics Norway. Hentet fra <https://nettsteder.regjeringen.no/fremtidensskole/files/2014/05/Computerization-and-the-Future-of-Jobs-in-Norway.pdf>.

Paltrinieri, N., Scarponi, G.E., Khan, F., & S. Hauge (2014). Addressing Dynamic Risk in the Petroleum Industry by Means of Innovative Analysis Solution. *Chemical Engineering Transactions*, 36, 451-456.

Petroleumstilsynet (2017). *Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet: Sammendragsrapport - Utviklingstrekk 2016 - Norsk sokkel*. Stavanger: Petroleumstilsynet.

Pettinger, C.B. (2014). Leading Indicators, Culture and Big Data: Using Your Data Eliminate Death. *ASSE Professional Development Conference and Exposition*. Orlando: American Society of Safety Engineers.

Plattform Industrie 4.0 (2017). *IT security in Industrie 4.0*. Berlin: Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). Hentet fra https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/it-security-in-i40.pdf?__blob=publicationFile&v=7.

Qian, Y., Y.L. Fang, and J.J. Gonzalez (2012). Managing information security risks during new technology adoption. *Computers & Security*, 31(8), s. 859-869.

Rosness, R., et al. (2012). Environmental conditions for safety work – Theoretical foundations. *Safety Science*, 50(10), s. 1967-1976.

Saputelli, L. A., Bravo, C., Nikolaou, M., Lopez, C., Cramer, R., Mochizuki, S., & Moricca, G. (2013). Best Practices And Lessons Learned After 10 Years Of Digital Oilfield (DOF) Implementations. *SPE Kuwait Oil and Gas Show and Conference*. Kuwait: Society of Petroleum Engineers.

Sætren, G.B., S. Hogenboom, & K. Laumann (2016). A study of a technological development process: Human factors-the forgotten factors? *Cognition Technology & Work*, 18(3), s. 595-611.

Saetren, G.B. & K. Laumann (2015). Effects of trust in high-risk organizations during technological changes. *Cognition Technology & Work*, 17(1): p. 131-144.

Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Publishing Group.

Selcuk, S. (2017). Predictive maintenance, its implementation and latest trends. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B-Journal of Engineering Manufacture*, 231(9), s. 1670-1679.

Shukla, A. & H. Karki (2016). Application of robotics in onshore oil and gas industry-A review Part I. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, s. 490-507.

Shukla, A. & H. Karki (2016). Application of robotics in offshore oil and gas industry-A review Part II. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, s. 508-524.

Skalle, P., A. Aamodt, & K. Laumann (2014). Integrating human related errors with technical errors to determine causes behind offshore accidents. *Safety Science*, 63, s. 179-190.

Starbird, K., et al. (2015). Social Media, Public Participation, and the 2010 BP Deepwater Horizon Oil Spill. *Human and Ecological Risk Assessment*, 21 (3), s. 605-630.

Svahn, F., Mathiassen, L. & Lindgren R. (2017). Embracing digital innovation in incumbent firms: How Volvo cars managed competing concerns. *MIS Quarterly*, 41(1), 239-253.

Sæverhagen, E., Kellas, R.A., Bouillouta, F., & Anis, M. (2013). Remote Operations Centers and Re-engineering Work Processes-Retaining Competent Personnel in an Extremely Competitive Marketplace. *SPE/IADC Middle East Drilling Technology Conference & Exhibition*. Dubai: Society of Petroleum Engineers.

Tan, K.H., Ortiz-Gallardo, V.G. & Perrons, R.K. (2016). Using Big Data to manage safety-related risk in the upstream oil & gas industry: A research agenda. *Energy Explotation & Exploitation*, 34(2), 282-289.

Tharaldsen, J. (2011). *In Safety We Trust* (Doktoravhandling). Universitetet i Stavanger.

Tilson, D. Lyytinen, K., & C. Sørensen (2010). Digital infrastructures: The missing IS research agenda. *Information Systems Research*, 21, 748-759.

Tinmannsvik, R.K., et al. (2011). *Deepwater Horizon-ulykken: Årsaker, lærepunkter og forbedringstiltak for norsk sokkel (SINTEF-rapport A19148)*. Trondheim: SINTEF.

Tøndel, I. A., Foros, J., Kilskar, S. S., Hokstad, P. & Jaatun, M. G. (2018). Interdependencies and reliability in the combined ICT and power system: An overview of current research. *Applied Computing and Informatics*, 14, 17-27.

Verhelst, F., Myren, F., Rylansdholm, P., Svensson, I., Waaler, A., Skramstad, T., Ornas, J. I., Tvedt, B. H., Høydal, J. (2010). Digital Platform for the Next Generation IO: A Prerequisite for the Hight North. *SPE Intelligent Energy Conference and Exhibition*. Utrecht: Society of Petroleum Engineers.

Wang, Q.F. and J.J. Gao (2012). Research and application of risk and condition based maintenance task optimization technology in an oil transfer station. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 25(6), s. 1018-1027.

Weick, K. E. (2001). *Making Sense of the Organization*. Oxford: Blackwell Business.

Wesley, D. & Dau, L.A. Dau (2017). Complacency and Automation Bias in the Enbridge Pipeline Disaster. *Ergonomics in Design*, 25(1), s. 17-22.

World Economic Forum (2017). *Digital Transformation Initiative Oil and Gas Industry* (white paper). Hentet fra <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-oil-and-gas-industry-white-paper.pdf>.

Working Group on Cyber Security (2017). *Action points – cyber security in public transport. Guidelines*. Union Internationale des Transports Publics.

Wróbel, K., Montewka, J., & Kujala, P. (2017). Towards the assessment of potential impact of unmanned vessels on maritime transportation safety. *Reliability Engineering & System Safety*, 165, 155-169.

Ylonen, M., Engen, O.A. H., Le Coze, J.C., Pettersen, K.A., Skotnes, R.Ø., Morsut, C.; Heikkila, J. (2017). *Sociotechnical safety assessment within three risk regulation regimes*. VTT Technical Research Centre. ISBN 978-951-38-8528-1.

Zhang, L.B. & J.Q. Hu (2013). Safety prognostic technology in complex petroleum engineering systems: progress, challenges and emerging trends. *Petroleum Science* 10(4), s. 486-493.

7. Vedlegg

7.1 Utdyping av digitalisering i andre sektorer

7.1.1 Digitalisering i helsesektoren

Det er store satsninger på digitalisering innen den norske helsesektoren. Direktoratet for e-helse ble opprettet i 2016, og er et fag- og myndighetsorgan underlagt Helse- og omsorgsdepartementet. Direktoratet skal etablere og realisere nasjonale e-helsetjenester, og det forventes at digitale teknologier åpner for store muligheter til å forbedre helse- og omsorgstjenestene.

Et satsningsområde er å forbedre kommunikasjonsprosesser mellom pasienter og personell i helse- og omsorgssektoren på en enkel og trygg måte. I *Stortingsmelding 9 Én innbygger - én journal (Meld. St. 9 (2012-2013))* fra 2012 ble den digitale strategien for norsk helsesektor fokusert på å digitalisere og tilgjengeliggjøre pasientdata på en enhetlig og effektiv måte. Formålet med én nasjonal pasientjournal er at helsepersonell har enkel og sikker tilgang til pasient- og brukeropplysninger, at innbyggerne har tilgang på enkle og sikre digitale tjenester og at dataene skal være tilgjengelig for kvalitetsforbedring, helseovervåking, styring og forskning. Digitale løsninger for slike sensitive data setter store krav til datasikkerhet og til hvordan personvernet ivaretas i håndtering av dataene, og IT-sikkerhet vil generelt være av stor betydning i helsesektoren (Omerovic og Gjære, 2015). Dette er spesielt utfordrende med hensyn på å gjøre dataene tilgjengelig for forskning, men også med tanke på at globale kommersielle aktører har interesse av denne informasjonen.

Teknologier som Big data, analyser og IoT er forventet å få stor betydning i helse- og omsorgssektoren. Sensorer og ulike analyseteknologier vil kunne bidra til tilstandsovervåking av pasienter, og vil kunne støtte fagpersonalets vurderinger og beslutninger. Store datamengder vil dette åpne for helt nye muligheter for analyse på tvers av tradisjonelle datasett, og Direktoratet for e-helse foreslår å utvikle en felles plattform for registrering av helserelaterte data.³² Målsetningen er å få bedre og mer pasienttilpasset behandling. Det er stort fokus på velferdsteknologi som skal hjelpe mennesker med nedsatt funksjonalitet og helseplager til å kunne leve et selvstendig liv. Velferdsteknologi ses på som et viktig virkemiddel for å kunne adressere utfordringen med en aldrende befolkning, og økonomiske begrensninger i helse- og omsorgssystemet.

7.1.2 Digitalisering i transportsektoren

I følge Deloitte sin rapport «Transport in digital age» (Goodall, 2015) vil fremtidens digitaliserte transport være brukersentrert, intelligent og integrert. Den vil være basert

³² <https://ehelse.no/nyheter/foreslar-ny-plattform-for-helseanalyse>

på digitale betalingsløsninger, være automatisert og i stor grad være avhengig av fellesinnovasjoner fra offentlig og privat sektor.

Brukersentrering: Digital tilgjengelig sanntidsinformasjon som trafikkinformasjon og reisemønster vil sette brukeren i stand til å velge mellom alternative framkomstmidler fra offentlige og private aktører. Det forventes nye og disruptive forretningsmodeller, som med Uber og dens påvirkning på drosjemarkedet.

Intelligent og integrert: Sensorer og IoT vil muliggjør oversikt over trafikkbildet, overvåke helsetilstanden til kjøretøy og kunne respondere for å kunne håndtere kapasitetsutfordringer.

Automatisering og sikkerhet: Førerløse kjøretøy er allerede et kjent fenomen som antas å vokse i utbredelse i tiden framover. I dag eksisterer allerede forskjellige assisterende teknologier som er med på å identifisere og assistere føreren i farlige situasjoner, og baseres på den kontinuerlige utviklingen innen sensorteologi og kunstig intelligens. Førerløse transportsystemer er på vei inn i kollektivtransportsektoren, og har stort fokus innen skipsfart. Det er forventet at slik teknologi vil redusere ulykkesstatistikken, men krever endringer i lovverk og hos forsikringsbransjen med hensyn på ansvarsforhold ved ulykker.

Fleksible digitale betalingsløsninger: Betalingsløsninger som er fleksible, digitaliserte og tilpasset etter behov, eksisterer allerede i dag. Deloitte-rapporten anslår at 90% av transportrelaterte betalinger vil være papirfri i 2020. Enkelte byregioner har avgiftssystemer for biltrafikk som er dynamisk og tilpasset etter rushtid, vekt eller forurensning. Fleksible betalingsløsninger vil igjen kunne bygge på prognoser som er hentet fra analyser av store datamengder.

Private og offentlige innovasjoner: Implementering av «smart mobility» vil kreve betydelige investeringer i urban infrastruktur for å muliggjøre sammenhengende konsepter i tiden framover. Det offentlige vil ha et ansvar ved å legge til rette for nytenkning og samtidig beskytte innbyggernes interesser, mens private aktører må samarbeide med det offentlige om å finne bærekraftige løsninger på bakgrunn av offentlig infrastruktur, teknologisk mulighetsrom og innbyggernes behov. Intelligent infrastruktur er i kjernen av «smart mobility», med mål om å forflytte mennesker og gods på en raskere og mer miljøvennlig måte.

7.1.3 Digitalisering i kraftsektoren

Digitalisering av kraftbransjen vil øke betydelig med den storstilte utrulling av automatiske strømmålere (AMS) internasjonalt, hvor hensikten er bedre forsyningssikkerhet, styringsmulighet og kvalitet på levert strøm (NVE 2015). I USA skal ca. 127 millioner målere være rullet ut i 2015. De amerikanske erfaringene så langt peker på bedre laststyring og drift, mer effektiv fakturering og bedre håndtering av nettutfall. Ringeriks-Kraft i Buskerud, som var ferdig med sin utrulling av AMS i 2013, har erfart at tilgang på detaljerte forbruksdata har redusert behovet for utbygging og forsterking av trafostasjoner i forbindelse med nye boligfelt. Forbruksdata gir svært gode prediksjonsmuligheter, som igjen gir effektiv styring av investeringskostnader (ibid.). Også bruk av skytjenester brer om seg, blant annet som følge av sterke økonomiske

incentiver og god funksjonalitet. IT blir dermed stadig en viktigere del av nettselskapenes tjenesteutvikling.

7.2 Litteratursøk

Vi gjennomførte søk ved bruk av relevante databaser og strategisk bruk av søkeord, og inkluderte relevant nasjonalt og internasjonalt materiale. Søkene ble gjennomført i relevante fulltekstdatabase som dekker de fleste emner og disipliner; Academic Search Premium, Web of Science, Wiley Online Library og ScienceDirect. Til en viss grad måtte vi prøve oss frem for å finne frem til best mulig kombinasjon av søkeord. Det viste seg å bli en utfordring i søket å finne de rette eksklusjons- og inklusjonskriteriene for å finne den relevante litteraturen.

Et innledende treff med søkeord som «digitalization oil and gas» gav nærmere 200 000 treff. De mange treffene gjorde det viktig å inkludere gode eksklusjonskriterier for å gjøre litteraturgjennomgangen praktisk overkommelig. Ved å både inkludere søkeord som «digitalization», «petroleum industry» og «risk» eller lignende, fikk vi svært få treff. Like viktig ble det derfor å finne gode inklusjonskriterier. Som et utgangspunkt brukte vi følgende inklusjonskriterier:

- fulltekst artikler
- fagfellebedømte tidsskrifter
- norsk eller engelsk
- publisert fra og med 2010 og som er relevant for norsk sokkel

Et tidlig søk avdekket at en del av litteraturen handler om antagelser om hvordan digitalisering vil påvirke oljeindustrien, og råd til selskaper om hvordan de bør forholde seg til digitaliseringen. Slike publikasjoner som er rent tekniske eller beregnet for markedsføring regnes som uaktuelle i denne sammenheng, og ble derfor ekskludert fra litteraturgjennomgangen. Søkene i akademiske databaser avdekket at vitenskapelig (fagfellebedømte) artikler naturlig nok ligger noen år bak utviklingen innen innovasjon og teknologiutvikling, og derfor ikke er godt nok oppdatert i forhold til nyere digitaliseringstrender i petroleumsnæringen. Godt faglig funderte rapporter fra konsulentfirmaer og utredningsmiljø ble derfor inkludert når relevans og kvalitet tilsa det. Også bransjetidsskrift og populærvitenskapelige tidsskrift inngikk i søkene. Søk etter denne typen publikasjoner ble gjort i Google Scholar og på nettsider koblet til ulike fagmiljøer.

Innen temaet trender og teknologi for delkapittel 3.2 er det er gjort søk i Academic Search Premium, Web of Science og Google Scholar. Søk har blitt gjennomført ved å kombinere bransjebeskrivende ord som «Petroleum» og «Oil and gas» med teknologiske begreper som «digitalization», «ICT», «Automation», «artificial intelligence», og anvendelsesbegreper som «production optimization» og «predictive maintenance» i ulike kombinasjoner. Kilder nyere enn 2010 og som er relevant for norsk sokkel er vanskelig å finne. I Academic Search Premium, Web of Science fikk vi 10-30 treff på mange søk, men dette var i hovedsak artikler som presenterer teknologiske løsninger. I Google Scholar fikk vi fra 1500-15000 treff, hvor de aller fleste ikke er

aktuelle for studien. Søket i Google gav noen relevante rapporter og informasjonssider fra ulike selskaper innenfor petroleumsnæringen.

Innen temaet digitalisering, HMS og organisatoriske forhold er det er gjort søk i Academic Search Premium, Web of Science og Google Scholar. Følgende søkeord har vært brukt: Petroleum industry, Oil and Gas, Digitalization, ICT, Risk perception, Sensemaking, Alienation, Cyber security – i ulike kombinasjoner. Kilder nyere enn 2010 og som er relevant for norsk sokkel er vanskelig å finne. Vi har og inkludert tilsyn og regulering i søk, uten at dette resulterte i flere resultat. I Academic Search Premium, Web of Science fikk vi ingen treff på mange søk. I Google Scholar fikk vi ca. 1500 treff, men de fleste ikke aktuelle for studien. Søket i Google gav noen relevante rapporter og informasjonssider fra ulike selskaper innenfor petroleums-sektoren. En oversikt over søkene er vedlagt i tabell i vedlegg.

7.2.1 Skjema for søkeord

Systematisk litteraturgjennomgang: Søkeord

Føringer:

- Norsk og engelskspråklige kilder
- Kilder nyere enn 2010 og som er relevant for norsk sokkel
- Kilder som er rent tekniske eller beregnet for markedsføring ekskluderes
- Søk 1: Forskningslitteratur
 - Fulltekst artikler fra fagfellebedømte tidsskrift
 - Søk i [Academic Search Premium](#), [Web of Science](#), [Wiley Online Library](#), [ScienceDirect](#)
- Søk 2: Åpent/målrettet søk
 - Bransjetidsskrift, [poulærvitenskaplige](#) tidsskrift og rapporter
 - Søk i [Google Scholar](#), [Web of Science](#), nettsider koblet til NTNU, Sintef, DNV GL

<p>Område:</p> <ul style="list-style-type: none"> Petroleumindustrien Olje og gass Petroleum industry Oil & gas 	<p>Change agents/technology:</p> <ul style="list-style-type: none"> Digital/Digitalization Analytics Mobile devices Sensor technology Artificial intelligence Internet of Things (IoT) Big data Automation ICT Decision support Video surveillance Drone technology Cloud computing Remote control 	<p>Drivers for change:</p> <ul style="list-style-type: none"> Effectivisation Safety Regulations 	<p>Trends:</p> <ul style="list-style-type: none"> Automated drilling Automated process control Remote controlled platforms Analysis for decision support Predictive maintenance Digital communication and documentation Autonom drift og bruk av roboter Remote operations center Predictive maintenance Operations optimization Artificial intelligence Portable technology 	<p>Consequence areas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Risk, uncertainty and consequences Work organization Work environment Decision processes Competence HSE «Partssamarbeid» Governance Safety Risk perception Cyber security
---	--	---	--	---

<p>Eksempler på søkestreng:</p> <ul style="list-style-type: none"> (Område1 OR Område2 OR ...) AND (Tech1 OR Tech2 OR ...) (Område1 OR Område2 OR ...) AND (Trend1 OR Trend2 OR ...) AND (Consq1 OR Consq2 OR ...) 		<ul style="list-style-type: none"> Aktuelle artikler mhp oppdragets problemstilling samles i egen litteraturliste for nærmere gjennomgang Eventuelle nye søkeord inkluderes i søkeordlisten
--	--	---

7.2.2 Oversikt over søkeord for teknologi og trender

Område	Change agents/technology	Trends
Oil & gas Petroleum Petroleum industry	Digital/Digitalization Analytics Mobile devices Sensor technology Artificial intelligence Internet of Things (IoT) Big data Automation ICT Decision support	Automated drilling Automated process control Remote controlled platforms Analysis for decision support Predictive maintenance Digital communication and documentation Autonom drift og bruk av roboter Remote operations center

	Video surveillance Drone technology Cloud computing Remote control	Predictive maintenance Operations optimization Artificial intelligence Portable technology Drone ROV Robots
--	---	---

7.2.3 Oversikt over søkeord for digitalisering og HMS

Trends	Consequences
<ul style="list-style-type: none"> - Automated drilling - Automated process control - Remote controlled platforms - Analysis for decision support - Predictive maintenance - Digital communication and documentation - Autonom drift og bruk av roboter - Remote operations center - Predictive maintenance - Operations optimization - Artificial intelligence - Portable technology - Workforce flexibility - Crowdsourcing 	<ul style="list-style-type: none"> - Risk, uncertainty and consequences - Work organization - Work environment - Decision processes - Competence - Situational awareness - «Partssamarbeid» - Governance - Safety - Risk perception - Cyber security
(Oil & gas, Petroleum, Petroleum industry ble inkludert i alle alternativer.)	

7.3 Intervjuguide

Digitalisering i petroleumsindustrien: *Intervjuguide*

Din stilling og bakgrunn

Nåsituasjon (igangsatte/nært forestående aktiviteter knyttet til digitalisering)

Hva skjer i selskapet når det gjelder digitalisering? Hva er din rolle?

- Hva er de viktige satsningsområder/teknologiområder dere jobber med?
 - For hvert område:
 - Hva er nytt ift tidligere teknologier, arbeidsmåter og arbeidsorganisering?
 - Kompetanse, aktører, samarbeidsrelasjoner (internt og eksternt)
 - I hvilken grad og på hvilke måter knyttes dette (eksplisitt) til ulike risikoforhold?
 - Teknologisk sikkerhet og sårbarhet
 - Arbeidsmiljø, helse og storulykkerisiko?
 - I hvilken grad og hvordan involveres arbeidstakere og HMS-personell i utviklingsprosjektene?

- Kan du si noe om omfanget av endringene som dette innebærer?
 - Andel ansatte som berøres (endring av arbeid)
 - Hvor stor grad endres arbeidsprosesser- og utførelse?
 - Hvilke ansatte i arbeidsprosessene omfatter dette? Endring av roller og rollesammensetning? Endring av ansvarsforhold? Endring i arbeidsinnhold?
 - Endring i kompetansekrav?
 - Endring av arbeidssted/lokasjon og/eller arbeidstid?

I hvilken grad og på hvilken måte er digitaliseringsaktivitetene knyttet til virksomhetens strategi?

- Formål med digitalisering/utvikling i virksomheten
- Hvilke måleparametre brukes?

-

I hvilken grad og på hvilken måte er virksomhetens toppledelse involvert?

Digitalisering i petroleumsindustrien – langsiktig perspektiv

Hvilke sentrale utviklingstrender ser vi/er å forvente innen digitalisering i petroleumsnæringen i et langsiktig perspektiv?

- Diskusjon kan knyttes til teknologisk utviklingsområder (f.eks. fra WEF)
 - o Stordata
 - o Tingenes internett
 - o Mobil teknologi
 - o Skybasert teknologi- og tjenester
 - o Robotikk og droner
 - o Kunstig intelligens
 - o «Wearable» teknologi
 - o Samarbeid og sosiale medier/teknologi

Hvordan er digitalisering i petroleumsindustrien relatert til andre trender og drivere?

- Grønn energi/klima, urbanisering og endring i transportbehov- og muligheter, oljepris etc.

(Hvordan) kan disse utviklingstrekkene og trendene knyttes til utfordringer og muligheter ved karakteristika ved felt på norsk sokkel (f.eks. grad av modenhet)?

Hvordan vil disse utviklingstrekkene og trendene medføre endringer når det gjelder arbeidsorganisering og arbeidsinnhold?

- Arbeidsinnhold: F.eks.
 - o Kompetansekrav
 - Rekruttering av kompetanse
 - Utdanningsbehov
 - o Spesialisering
- Organisering: Hva gjøres, hvordan og av hvem?
 - Ulike ledd/faser/aktiviteter i verdikjeden
 - Oppstrøms, midtstrøms, nedstrøms (leting, utvinning/produksjon, prosessering, raffinering, transport, salg/markedsføring)
 - Nye aktører
 - Type aktører: Hva bidrar de med (hvilken kompetanse og oppgaver/roller)? Nasjonale og/eller internasjonale aktører?
 - Nye samarbeidsrelasjoner: Utfordringer og muligheter (f.eks. behov for deling av data / kombinasjon av data, evt. kulturforskjeller, ansvarsforhold, kontroll)

- Relasjoner mellom arbeidstakere og arbeidsgivere
 - o Form for tilknytning.

Hvordan vil disse utviklingstrekkene ha betydning for ulike risikoforhold?

- Teknologisk (sårbarhet)
- Menneske (f.eks. fremmedgjøring, arbeidsbelastning, oppfølging, etc.)
- Organisasjon (f.eks. behov for standardisering vs. fleksibilitet og tilpasning, tillit)
- Inter-org (f.eks. ulike forretningsmodeller, ulike kulturer, styringssystemer, etc.)
-

Vil dette ha betydning for partssamarbeid og arbeidstakermedvirkning? Hvis ja: hvordan?

Hva vil disse endringene bety ift regulering? Nye/endrede behov?

Hva vil disse endringene bety for myndighetsrollen, tilsynsansvar- og strategi, virkemidler?

- Innhold og utførelse av tilsyn. Kompetansekrav
-



International Research Institute of Stavanger

Hovedkontor

Postboks 8046
4068 Stavanger
Tlf: 51 87 50 00
Fax: 51 87 52 00

Besøksadresse: Prof. Olav Hanssensvei 15

E-post: firmapost@iris.no

Org. nummer: 988 944 459 MVA

Bergen

Thormøhlensgate 55
5506 Bergen

Mekjarvik

Mekjarvik 12
4072 Randaberg