



Bacheloroppgave

PET600 Petroleumslogistikk og økonomi

Fremtidens vedlikeholdsstyring

Stine Danielsen Pedersen, Ane Aarthun Birkevold & Lars
Hauge Løining

Totalt antall sider inkludert forsiden: 80

Kristiansund, 31.05.2023



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§16 og 36.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert, jf. høgskolens regler og konsekvenser for fusk og plagiat	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Personvern

Personopplysningsloven

Forskningsprosjekt som innebærer behandling av personopplysninger iht. Personopplysningsloven skal meldes til Sikt for vurdering.

Har oppgaven vært vurdert av Sikt?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

- Hvis nei:

Jeg/vi erklærer at oppgaven ikke omfattes av Personopplysningsloven:

Helseforskningsloven

Dersom prosjektet faller inn under Helseforskningsloven, skal det også søkes om forhåndsgodkjenning fra Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, REK, i din region.

Har oppgaven vært til behandling hos REK?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Per Schjølberg

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjennelse.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Molde en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Dato: 31.05.2023

Antall ord: 20621

Forord

Denne oppgaven er skrevet av Stine Danielsen Pedersen, Ane Aarthun Birkevold og Lars Hauge Løining. Vi er tre studenter som studerer Petroleums logistikk og økonomi ved Høgskolen i Molde campus Kristiansund. Vi er nå på siste semester og i den anledning skal vi skrive en bachelor oppgave som har emne kode PET600.

I vårt 5 semester hadde vi emne PET500 vedlikehold og vedlikeholds styring med Per Schjølberg. Dette emnet fanget vår interesse og vi ønsket derfor å utdype oss mer innenfor vedlikehold og logistikk. Vi vil gjerne takke Per Schjølberg som har vært vår veileder igjennom oppgaven, han har bistått med støtte, innspill, dokumenter og har vært tilgjengelig for oss når vi har trengt veiledning.

Vedlikehold er et vidt tema og vi har derfor valgt å begrense oss til effektivt vedlikehold og logistikk. Vi ønsker å sette søkelys på å analysere rapporter om uønskede hendelser som har oppstått på grunn av mangel på vedlikehold, utført av petroleumstilsynet. Vi har videre valgt å begrense analysen av rapportene til en bedrift for at det skal være lettere å ha en rød tråd, og da ble det Equinor. Ved å analysere en bedrift kan det være mer hensiktsmessig å utføre sammenligninger og identifisere gjentakende mønstre som kan observeres i bedriftens praksis. Til slutt vil vi se på alle rapportene i en helhet og komme med en konklusjon.

I denne oppgaven vil du se ett sammendrag av oppgaven på norsk og engelsk, en forkortelsesliste, figurligste og en fremmed ordliste i alfabetisk rekkefølge, før hoved oppgaven begynner.

Sammendrag

Via problemstillingen «*Hvordan kan analyse av Ptil rapportene bidra til å forberede HMS, vedlikehold og forebygge fremtidige hendelser i bedrifter?*» har oppgaven en hensikt i å sette søkelys på hvordan bedrifter i petroleumsnæringen kan ta nytte av å modernisere sin vedlikeholdsstyring, i tillegg til hvordan bedrifter kan ta læring av Petroleumstilsynet sine tilsynsrapporter. Virkemiddelet til besvarelsen av denne problemstillingen har vært rapporter som Petroleumstilsynet har utført på fire lokasjoner hos Equinor.

Innledningsvis i oppgaven har vi valgt å bruke kvalitativ metode for å besvare problemstillingen. Ved bruk av kvalitativ data kan en innhente informasjon ved hjelp av åpne intervju, individuelle intervju, intervju av grupper, observasjoner og til slutt dokumentundersøkelse som er metoden vi har benyttet oss av. Vi har fremstilt fem forskningsspørsmål som skal være med på å danne en diskusjon rundt problemstillingen. For å kunne levere en omfattende diskusjon på forskningsspørsmålene, legger deler av oppgaven vekt på analysen av fire separate rapporter utgitt av Petroleumstilsynet (Ptil). I tillegg til dette er det også innhentet betydelige mengder teori fra relevante fagområder innenfor vedlikehold og logistikk.

Et grunnleggende tema i dagens samfunn er bærekraft og det er derfor lagt vekt på dette i forhold til hvilke bærekraftsmål som er mest relevante for petroleumsnæringen. Vedlikehold er hoved emne til oppgaven og et viktig element for oppgaven.

Gjennom diskusjonen kommer det frem at aktivitetsforskriftene er et grunnleggende og viktig lovverk for petroleumsvirksomheten ettersom det gir bransjen et felles lovverk å forholde seg til. Viktigheten av forskjellige typer vedlikehold for å fremme HMS i bransjen blir også satt søkelys på. Videre i diskusjonen spesifiseres viktigheten av vedlikehold for å danne en mer bærekraftig bransje samt vedlikeholdets forebyggende innvirkning på uønskede hendelser og skader.

Vi konkluderer med at analysene av Ptil-rapportene bidrar til å forbedre HMS og vedlikehold ved å identifisere avvik, barrierebrudd og områder for forbedring. Dette gjør det mulig å implementere tiltak som kan styrke vedlikeholdsprogram, kompetanse og rapporteringssystemer. Dette er tiltak som kan være med på å forebygge uønskede hendelser, sikre en mer bærekraftig drift og styrke fremtidens vedlikeholdstyring.

Abstract

Through the research question « *How can analysis of Ptil-reports contribute to preparing HSE, maintenance, and prevent future incidents in companies?* » the purpose of the study is to shed light on how companies in the petroleum industry can benefit for modernizing their maintenance management and learn from the supervisory reports from the Petroleum Safety Authority's Norway (PSA). The research method chosen for this study is qualitative, utilizing methods such as open interviews, individual interviews, group interviews, observations, and document analysis, with a focus on analyzing four separate reports issued by the PSA. The study also incorporates relevant theoretical concepts from maintenance and logistics.

Sustainability is a fundamental theme in today's society, and its relevance to the petroleum industry is emphasized, particularly in the study and a key element throughout the discussion.

The study highlights the significance of the regulations governing petroleum activities, as they provide a common legal framework for the industry. The importance of different types of maintenance in promoting HSE within the industry is also emphasized. Furthermore, the discussion emphasizes the importance of maintenance in building a more sustainable industry and its preventive impact on undesired incidents and injuries.

In conclusion, the analysis of Ptil reports contributes to improving HSE and maintenance by identifying deviations, barrier failures, and areas for improvement. This enables the implementation of measures that can strengthen maintenance programs, expertise, and reporting systems. These measures can help prevent undesired incidents, ensure a more sustainable operation, and enhance future maintenance management.

Forkortelse liste – Alfabetisk rekkefølge

CBM – Condition-based monitoring

ERP–Enterprise Resource Planning

FPSO – Floating Production, Storage, and Offloading

HMS – Helse, Miljø og Sikkerhet

Ptil – Petroleumstilsynet

RCM – Reliability Centered Maintenance

SFB – Statfjord B

TPM – Trusted Platform Module

WCM – World Class Maintenance

ÅSA – Åsgard A

CCTV – Closed-Circuit Television

AI – Artificial Intelligence

IOT – Internet of Things

Figur liste

Figur 1: Typer vedlikehold (Standard NS-EN 13306:2017)	s.6
Figur 2: Vedlikehold og Kapitalforvaltning verdi drivere.....	s.12
Figur 3: FN Bærekraftsmål (FN, 2023).....	s.13
Figur 4: Balanse mellom innsatsmidler og Resultat (Andersen, Rolstadås, Schjøberg, 1998)	s.15
Figur 5: Styringsløyfen (Petroleumstilsynet, 1998)	s.16
Figur 6: Industri 4.0-rammeverk og bidra med digitale teknologier: Industri 4.0: Bygge den digitale virksomheten (PwC, 2016).....	s.20
Figur 7: Modell for å illustrere forholdet mellom sikker og robust løsning, og barrierers plass i risikostyring (barrierenotat,2017)	s.22
Figur 8: Statfjord B plattformen til Equinor (Foto: Harald Pettersen, 2023)	s.25
Figur 9: Feltets produksjon (Kilde: Oljedirektoratet, Norskpetroleum, 2019)	s.26
Figur 10: Åsgard A, Forsyningsbåten til Equinor (Norskpetroleum, 2023)	s.26
Figur 11: Mongstad Base til Equinor (Foto: PSW Technology, 2023)	s.28
Figur 12: LNG – Anlegget I Hammerfest (Foto: Einar Aslaksen / Equinor ASA).....	s.28
Figur 13: Ansvarsområde (Ptil, 2020)	s.29
Figur 14: Den geologiske tidsskalaen (Norskpetroleum, 2019)	s.30
Figur 15: Hvordan olje og gass dannes (Norskpetroleum, 2019)	s.31

Tabell liste

Tabell 1: Avvikspunkter fra rapportene.....	s.49
Tabell 2: Forbedringspunkter fra rapportene.....	s.50

Fremmed ordliste – Alfabetisk rekkefølge

Driftsyttelse: Betyr drifts- og ytelsesparametere for prosjektet, inkludert kraftproduksjon, drivstofforbruk og effektivitet, informasjon om varmhastighet, tilgjengelighet, kapasitet, utført vedlikehold, driftsstans, endringer i driftsstatus, inspeksjoner og andre viktige hendelser knyttet til driften av prosjektet, inkludert hver genererende enhet. (Law Insider, 2023)

Feil: Den tilstanden enheten er i som gjør at den mangler evnen til å utføre krevd funksjon, så sant alt av vedlikehold den trenger er gjort (Standard, 6.1, 2017).

Industri 4.0: Er en betegnelse på den 4'de industrielle revolusjonens effekter innen industri, produksjon og verdikjeder, hvor digitalisering og integrasjon er sentrale begrep.

Krevd funksjon: Den tilstanden det kreves at en enhet er i for å kunne utføre de aktivitetene den anses at skal (standard, 2.6, 2017).

Logistikk: Å formidle, motta og sende gods samt planlegging, lagring og administrasjon av håndtering av materialer og produkter i en bedrift. (Snl, 19.05.23).

Proaktiv: Ta stilling til hvordan fremtiden vil se ut.

Pålitelighet: Tilstanden enheten skal være i for å utføre aktiviteter til krevd funksjon under gitte forhold og innenfor det tidsrommet den skal (Standard, 4.1, 2017)

Ressursallokalisering: prosessen med å dele penger, ferdigheter osv. mellom avdelinger i en organisasjon. (Cambridge Dictionary, 2023)

Society 5.0: Society 5.0 er et informasjonssamfunn bygget på Society 4.0, med sikte på et velstående menneskesentrert samfunn. (Hitachi, 2017)

Svikt: Dersom enheten minster muligheten til å utføre aktivitetene den skal i sin krevde funksjon (Standard, 5.1, 2017).

Termolommefflens: En termolomme er en temperatursensor beskyttet av en metallkappe inne i et media. (Rapport etter gransking av brann på Mongstad 3.7.2022)

Tilgjengelighet: Refererer til hvor ofte og hvor lenge utstyret er tilgjengelig for å utføre sin oppgave. «Tilgjengelighet = oppetid / (oppetid + nedetid)» (Pålitelighet, 2021)
(PwC, 2016)

Innhold

1.0	Innledning	1
1.1	Avgrensninger	2
1.2	Mål for oppgaven	2
1.3	Bakgrunn for oppgaven	3
1.4	Problemstilling	3
1.5	Oppbygning	4
2.0	Metode	4
3.0	Teori	5
3.1	Vedlikehold	5
3.1.1	Forebyggende vedlikehold	6
3.1.2	Korrigerende vedlikehold	7
3.1.3	Prediktivt vedlikehold	8
3.1.4	World Class Maintenance	8
3.1.5	Vedlikeholdsprogram	9
3.1.6	Verdidrevet vedlikehold og kapitalforvaltning	11
3.2	Bærekraft i petroleumsnæringen	12
3.3	Vedlikeholdsstyring	14
3.3.1	Styringsløyfen	16
3.3.2	Risikostyring	17
3.4	Smart vedlikehold	18
3.4.1	Effektivt vedlikehold	18
3.4.2	Industri 4.0	19
3.4.3	Society 5.0	21
3.5	Barrierer	22
4.0	Equinor	24
4.1	Statfjord B	25
4.2	Åsgard A	26
4.3	Mongstad	27
4.4	Melkøya – Hammerfest LNG	28
5.0	Petroleumstilsynet	29
6.0	Petroleum	30
7.0	Forskrifter	31

7.1	Aktivitetsforskriftene.....	32
7.1.1	Kap. IX. Vedlikehold	32
7.2	Styringsforskriften.....	35
7.3	Rammeforskriften.....	36
7.4	Innretningsforskriften	36
8.0	Analyse, resultat & konklusjon.....	37
8.1	Tilsynsrapport – Equinor - Åsgard A	38
8.1.1	Avvik.....	38
8.1.2	Forbedringspunkter	39
8.1.3	Konklusjon	39
8.2	Gransking av gasslekkasje – Statfjord B.....	40
8.2.1	Årsak	40
8.2.2	Konsekvens	40
8.2.3	Avvik.....	40
8.2.4	Forbedringspunkter	42
8.2.5	Konklusjon	43
8.3	Granskningsrapport: Gransking av brann på Mongstad.....	43
8.3.1	Årsak	44
8.3.2	Konsekvenser og potensielle konsekvenser	44
8.3.3	Avvik.....	44
8.3.4	Forbedringspunkter	45
8.3.5	Konklusjon	46
8.4	Gransking av brann – Hammerfest LNG.....	46
8.4.1	Årsak	47
8.4.2	Konsekvens	47
8.4.3	Avvik.....	47
8.4.4	Forbedringspunkt	47
8.4.5	Konklusjon	48
8.5	Felles trekk i rapportene	48
9.0	Diskusjon.....	51
10.0	Konklusjon.....	57
11.0	Referanseliste (alfabetisk)	61

1.0 Innledning

Petroleumsvirksomheten er en av Norges aller viktigste næringer, og den bidrar med å gi store inntekter til Norge. Selv om virksomheten bidrar med store økonomiske fordeler for landet, er det også risikoer forbundet med petroleumsvirksomheten. Dette er risikoer som kan få store og fatale konsekvenser for både menneskeliv, miljø og store økonomiske tap. For eksempel utslipp av olje og gass, branner og eksplosjoner, kan føre til store skader på infrastruktur, dyreliv turisme og fiskerinæringen. Det kan også gå tap av menneskeliv og alvorlige hendelser for de som arbeider innenfor næringen (Regjeringen, 2023).

Petroleumstilsynets oppgave er å utføre tilsyn ved olje- og gassindustrien og bidra til at arbeid i bransjen blir gjennomført på en trygg og sikker måte. Analyser av uønskede hendelser er et viktig verktøy for å unngå uønskede hendelser i fremtiden og for å forebygge nye. Petroleumstilsynet samler inn informasjon om hendelser og analyserer hva som har gått galt og hvor det startet og hvorfor dette skjedde. Ved å gjennomføre analyser av hvilken type vedlikehold som er relevant for å forebygge uønskede hendelser og på hvilket område innen olje- og gassindustrien som er mest utsatt, kan det bli identifisert hvilke områder som trenger spesiell oppmerksomhet, utbedringer og forbedringer. Dette kan bidra til at forebyggende tiltak blir iverksatt og faktisk prioritert (Petroleumstilsynet, 2020).

Aktivitetsforskriftene er en sentral del av regelverket for petroleumsvirksomheten i Norge, og gir rammer for hvordan sikkerheten hos aktørene skal ivaretas. Ved å se nærmere på disse forskriftene kan det gi innsikt i hvordan dette regelverket fungerer i praksis. Og er det et behov for eventuelle forbedringer eller endringer i regelverket for å forbedre vedlikeholdet og sikkerheten for å forebygge uønskede hendelser i petroleums industrien (Aktivitetsforskrift, 2017).

Bærekraft er et viktig begrep i dagens samfunn og et av elementene som bedrifter må tenke på for å være på toppen. Det å finne bærekraftige løsninger for miljøet og verden videre er noe som verdsettes i dag.

Paris-avtalen er en global klimaavtale mellom en rekke land i verden, som ble iverksatt i 2016. Paris-avtalen stiller krav til medlemslandene angående utslippsreduksjon, klimatilpasning og lavutslippsutvikling. Det blir gjennomført prosedyrer for å følge opp

landene om målene blir nådd (Regjeringen, 2021). Equinor er med på å støtte paris-avtalen som handler om å ha et mål om null utslipp i samfunnet. De er en av de bedriftene i bransjen som har redusert CO2 utslippene i olje- og gassproduksjonen mest og er blant de laveste i bransjen. Equinor var den første bedriften i verden til å ha en havvindspark. Havvindsparken består av sju høyreiste roterende vindturbiner som skal forsyne olje- og gassplattformene med strøm. Dette vil føre til en reduksjon i CO2 utslippet med 200 000 tonn årlig, noe som gjøre dem mer bærekraftig (Equinor, 2023).

1.1 Avgrensninger

Vi har valgt å sette søkelys på noen analyser gjennomført av petroleumstilsynet innenfor en tidsramme på 3 måneder. Dette har vi gjort for å begrense omfanget av oppgaven og gjøre det lettere å sette søkelys på de mest relevante hendelsene og analysene. Av samme grunn ønsker vi også å se på uønskede hendelser innenfor et visst geografisk område. Her begrenser vi oss til en Floating Production Storage Offloading, en offshore installasjon og et landanlegg/raffineri som ligger på Mongstad på grensen mellom Alver og Austerheim kommune. I tillegg til at dette vil hjelpe oss med å sette søkelys på de mest relevante hendelsene, vil det være lettere å identifisere hendelsenes omfang. Ved valg av tematiske begrensninger til oppgaven er det viktig at fokuset er rettet mot det som menes er de viktigste aspektene for å sikre at oppgaven ikke ble for omfattende, gitt en bacheloroppgaves tidsramme. Nettopp derfor har vi begrenset oss til temaet vedlikehold. Vedlikehold er en av de viktigste faktorene for å sikre en sikker og stabil drift av offshore-installasjoner og andre petroleumsrelaterte anlegg. Gjennom å tematisk begrense oss til vedlikehold, kan vi sette søkelys på de viktigste aspektene ved vedlikehold, vedlikeholdsplanlegging og effektivisering av vedlikeholdsarbeid og hvordan teknologi kan bidra med å forbedre vedlikeholdsrutiner. På denne måten ønsker vi å kunne bidra med ny kunnskap som kan brukes til å forbedre sikkerheten og produktivitetene i petroleumsindustrien.

1.2 Mål for oppgaven

Målet med denne bacheloroppgaven er å gi innsikt og kunnskap om hvordan forskrifter er viktige for å forbedre vedlikeholdet, HMS og forebygge uønskede hendelser i petroleums

industrien. Ved å analysere tilsynsrapporter gjennomført av Ptil ønsker vi å identifisere faktorer som kan påvirke produktiviteten og sikkerheten innen industrien.

Oppgavens funn vil også være relevant for andre bransjer som er avhengige av et solid vedlikeholdssystem for å sikre sin stabile drift, eksempelvis transport- og energibransjen. Videre vil funnene i oppgaven vær relevant for myndigheter som ønsker å utvikle forskrifter og retningslinjer for sikkerhet og vedlikehold i sin petroleumsindustri.

Oppgaven vil altså ha et bredt bruksområde og resultatene vil kunne ha relativt stor betydning for utbedring av sikkerhet og produktivitet innen petroleumsindustrien ved hjelp av godt vedlikehold.

1.3 Bakgrunn for oppgaven

Bakgrunnen for oppgaven var interessen vi fikk for emnet PET500 – Vedlikehold og vedlikeholds styring som nevnt i forordene. Vedlikehold var et tema som vi ønsket å lære mer om og utdype oss i. Høgskolen i Molde er en vitenskapelig høgskole i logistikk, så vi har gjennom vår studietid på petroleumslogistikk og økonomi hatt en rød trå som er logistikk. Valget for tema til bachelor oppgaven ble derfor vedlikehold og logistikk.

1.4 Problemstilling

Oppgavens problemstilling: *«Hvordan kan analyse av Ptil rapportene bidra til å forberede HMS, vedlikehold og forebygge fremtidige hendelser i bedrifter?».*

For å besvare problemstillingen har vi utformet forskningsspørsmål som en tilnærming for å utforske problemet grundigere.

Forskningsspørsmål:

- Hvorfor er aktivitetsforskriftene et grunnleggende og viktig lovverk for petroleumsvirksomheten?
- Hvor viktig er vedlikehold for å opprettholde god HMS?
- Hvordan påvirkes logistikk av mangelfullt vedlikehold?
- Hvilke barrierer blir brutt i Ptil rapportene? Og hvordan kan analysen av rapportene bidra til å hjelpe virksomheter i petroleumsnæringen med å forbedre barrierene?
- Hvordan kan vedlikehold hjelpe virksomheter i petroleumsnæringen til å bli mer bærekraftig?

1.5 Oppbygning

Oppgaven skal leveres inn 31. mai. 2023 og vi har da arbeidet med den i ca. 5 mnd.

Emnet gir 15 studiepoeng og det regnes da at vi skal bruke $15 \cdot 25 = 375$ timer pr student til oppgaven, og oppgaven skal inneholde minst 18 000 ord og maks 21 000 ord. Til referansestil har vi brukt Chicago, det samme har vi brukt på kildereferering i teksten.

Vi startet som gruppe tidlig januar 2023 for å finne ut hva tema vi ønsket å skrive om og startet med å finne relevant teori for temaet vi valgte. Tidlig februar fikk vi tildelt Per Schjølberg som veileder og hadde fortløpende et møte med ham for å komme skikkelig i gang med oppgaven. Det var viktig for oss å komme godt i gang og lage en god struktur og plan for hvordan vi skulle jobbe med oppgaven fra start til slutt, slik at det ble en bra oppgave, men også at det ikke skapte konsekvenser for de andre fagene vi skal ha eksamen i. Eksamen og bachelor oppgaven skjer begge i løpet av mai og siden ingen av oss har skrevet en bachelor oppgave før var det viktig for oss å komme godt i gang i starten av semesteret og innhente relevant teori før vi begynte skrivingen.

2.0 Metode

Valg av metode er viktig for å ha riktig strategi i forhold til forskningen som skal gjøres i oppgaven. Vi har valgt å benytte metoden kvalitativ data som er informasjon i form av ord/tekst, den går mer i dybden enn i bredden og har derfor ofte få enheter og et avgrenset miljø. Det er 4 ulike typer innsamling av kvalitativ data; det individuelle åpne intervjuet, fokusgruppeintervju, observasjon og den typen vi bruker her i vår oppgave dokumentundersøkelse. Måten data blir samlet inn på vil påvirke dens validitet og derfor er det viktig å vurdere kilden grundig, vi bruker dokumenter fra Ptil som er et statlig organ med stor validitet og pålitelighet.

Vi innhenter også informasjon fra fagbøker som vi har brukt i studieløpet, nettsteder som er relevante, artikler, standarder, lovverk og forskrifter. Dette er det som kalles sekundærdata da det er en kilde som her skrevet og tolket av en annen forfatter. Sekundærdata handler om at formålet for forfatteren ikke har vært det samme som problemstillingen vi bruker det til. (Jacobsen, 2015).

Validitet handler om i hvor stor grad resultatene vi får fra en undersøkelse kan brukes som en gyldighet i forhold til grunnlaget for undersøkelsen. I denne oppgaven skal det bli

analysert rapporter fra Equinor som Petroleurstilsynet har utført. Gjennom å analysere ulike rapporter kan vi sammenligne de svarene vi har fått og da validere det vi har funnet (Jacobsen, 2015). Validitet deles i to deler: ytre validitet og indre validitet.

Gjennom ytre validitet ser man på de resultatene en har fått gjennom en undersøkelse og at dette skal være et begrenset omfang som skal kunne allmenngjøres. Ut ifra dette skal det kunne bli regnet med at det kommer fra en større mengde av dataen som ble undersøkt i undersøkelsen (Snl, 2021). Ta slik som i denne oppgaven at det blir analysert 4 utvalgte rapporter fra Ptil, vil det ikke danne en helhetlig validitet ettersom det er mange flere rapporter som ligger ute.

3.0 Teori

I teori biten av oppgaven skal det fremlegges fremtidsrettet teori innenfor petroleum, vedlikehold, vedlikeholds styring, smart vedlikehold og barrierer. Dette for å gi en bedre forståelse når vi skal analysere rapportene i slutten av oppgaven.

3.1 Vedlikehold

Utførelsen av vedlikehold står overfor tre vesentlige aspekter som det jobbes mot for å oppnå optimalt resultat:

1. Øke levetiden
2. Utføre vedlikehold som gir en økt verdi
3. Utføre effektivt vedlikehold

Vedlikehold kan defineres som en rekke aktiviteter og prosesser som utføres for å opprettholde eller gjenopprette enhets funksjon. Formålet med vedlikehold er å sikre at disse enhetene fungerer som de skal og opprettholder sin levetid, noe som er viktig for å opprettholde produksjon, sikkerhet og pålitelighet til systemene og utstyret.

Det finnes ulike typer for utføring av vedlikehold, som forebyggende vedlikehold, korrektivt vedlikehold og prediktivt vedlikehold. Mer utdypende om disse ulike typene vedlikehold kommer i under punktene. Ulike teknologier og verktøy brukes i vedlikeholds prosessen, for eksempel inspeksjoner, overvåking, reparasjoner, utskiftninger og oppgraderinger av utstyr. Riktig type vedlikehold bidrar til økt produktivitet, pålitelighet, sikkerhet og redusere kostnader knyttet til reparasjon og utskifting av utstyr (Gunnarsjaa, 2021).

Tidligere var holdningen til vedlikehold preget av en oppfatningen om det var en ekstra kostnad og en unødvendig oppgave. I dag blir vedlikehold derimot ansett som et konstruktivt element og en investering. Det gir bedrifter mulighet til å levere varer til rett tid, ha varer tilgjengelig og vær konkurransedyktig (Andersen, Rolstadås, Schjøberg, 1998). I Produksjons- og driftsteknikk defineres vedlikehold slik:

«En kombinasjon av alle tekniske og administrative aktiviteter inkludert ledelsesaktiviteter, som har til hensikt å opprettholde eller gjenvinne en tilstand som gjør en enhet i stand til å utføre en krevd funksjon» (Andersen, Rolstadås, Schjøberg, 1998, 283).



Figur A.1 — Typer vedlikehold

Figur 1 Typer vedlikehold (Standard NS-EN 13306:2017)

Ifølge Schjøberg (1998) så kan vi dele begrepet vedlikehold opp i to deler, forebyggende vedlikehold og korrigerende vedlikehold.

3.1.1 Forebyggende vedlikehold

Forebyggende vedlikehold handler om å ta en vurdering om en eventuell handling som skal redusere sannsynligheten for at en svikt inntreffer enheten (Standard NS-EN 13306:2017, 15). Forebyggende vedlikehold er en metode for å forhindre feil og skader på enheter ved å utføre regelmessig vedlikehold. Dette betyr å planlegge, gjennomføre og overvåke vedlikeholds aktiviteter på en systematisk og proaktiv måte. Målet med forebyggende

vedlikehold er å oppdage og reparere mulige problemer før de utvikler seg til større feil som kan føre til driftsstans eller tap av verdifulle ressurser. Ved å vedlikeholde utstyr regelmessig, kan man også forlenge levetiden til utstyret og redusere behovet for omfattende reparasjoner eller erstatninger. Forebyggende vedlikehold kan omfatte en rekke aktiviteter, som inspeksjoner, smøring, justering, kalibrering og utskifting av deler. Det kan også inkludere opplæring av ansatte i riktig bruk og vedlikehold av utstyr. Ved å gjennomføre en plan for forebyggende vedlikehold, kan bedrifter øke effektiviteten og påliteligheten til utstyret sitt, samtidig som de reduserer kostnadene og risikoen for uønskede hendelser (Arbeidstilsynet, 2023).

3.1.2 Korrigerende vedlikehold

Korrigerende vedlikehold er aktivitetene som utføres etter at feilen er inntruffet. Korrigerende vedlikehold ligger litt i ordet hva det innebærer nemlig å rette opp i feilen. Ved å utføre denne type vedlikehold på en enhet så ønsker en å få den tilbake til å kunne utføre sin krevde funksjon (Andersen, Rolstadås, Schjølberg, 1998).

Korrigerende vedlikehold kan innebære en hel rekke aktiviteter, avhengig av årsak til feilen. Noen av disse aktivitetene kan omfatte:

- *Feilsøking*: Dette er en undersøkelse av utstyret eller systemet for å finne ut av hva som forårsaket problemet.
- *Reparasjon*: Når feilen er identifisert, må utstyret repareres for å gjenopprette funksjonaliteten.
- *Utskifting*: Hvis en del eller komponent er ødelagt og ikke kan repareres, kan det være nødvendig å erstatte det med en ny del.
- *Oppgradering*: Hvis utstyret ikke fungerer som tiltenkt på grunn av en utdatert del kan det være hensiktsmessig å oppgradere utstyret med en ny del eller teknologi.
- *Testing*: Etter at reparasjoner eller oppgraderinger er fullført, må utstyret testes for å sikre at det fungerer som tiltenkt.

Korrigerende vedlikehold kan altså være en viktig del av en fullverdig vedlikeholds strategi, og det er viktig å utføre det så raskt som mulig etter at feilen er oppdaget. Dette vil bidra til å minimere nedetid og øke utstyrets levetid (Brundtland, 2014).

3.1.3 Prediktivt vedlikehold

Prediktivt vedlikehold er vedlikehold som utføres ut ifra prognoser som er laget av analyser som er tatt over tid på enhetene. Dette skal bistå til å forutse skade som kan oppstå før de inntreffer slik at en kan utføre vedlikehold på maskinen før noe går galt og en feil oppstår (*Standard NS-EN 13306:2017*).

Det kan ikke sammenlignes med at en maskin kun har 5 års levetid, for ved prediktivt vedlikehold ønsker en gjerne å forlenge denne levetiden. Å forlenge en maskin sin levetid får en til ved prediktivt vedlikehold, hvor en får muligheten til å se skadene før de inntreffer. Da vil det utføres service på maskinen og vil da kunne forlenge levetiden. Gjennom prediktivt vedlikehold skal man over en lengre periode samle inn data, som vil gi tilstandsmålinger, analyser og statistikker på maskiner. Dette vil gi et grunnlag for når og hvordan vi kan predikere vedlikehold. Man kan ved hjelp av dataen og historikken lage prognoser for når svikt vil oppstå på enhetene. Og gjennom dette utføre vedlikehold før svikten inntreffer. Ved å benytte seg av prediktivt vedlikehold kan bedrifter redusere sine kostander knyttet til uforutsette maskinfeil og stans i produksjonen. Dette skyldes, som forklart tidligere, at man kan identifisere potensielle feil og gjennomføre tiltak før disse oppstår.

En annen fordel med prediktivt vedlikehold er at dette kan bidra til økt sikkerhet på arbeidsplassen. Nettopp ved å ha maskiner som fungerer optimalt og som blir vedlikeholdt regelmessig, vil risikoen for uforutsette feil reduseres kraftig. Det er viktig å ha et godt system for datainnsamling for å kunne benytte seg av prediktivt vedlikehold på en effektiv måte. Dette kan for eksempel gjøres ved å installere forskjellige sensorer på maskinene som kan være med på innsamling av informasjon om maskinens tilstand og varsle om potensielle feil. Dataen kan da analyseres og brukes til å lage prognoser for når vedlikehold bør utføres. Prediktivt vedlikehold er alt i alt, et viktig verktøy for å sikre best mulig drift og levetid på maskiner og utstyr (Gøran Sildnes Gedde-Dahl, 2022).

3.1.4 World Class Maintenance

World Class Maintenance handler om å være best i verden på vedlikehold, målet om å være best er et mål for de fleste vedlikeholdsorganisasjonene. Dersom en organisasjon oppnår dette vil de bli merket som en ledende i bransjen og de skiller seg ut fra resten.

Når en snakker om World Class Maintenance handler det ikke kun om å ha høyest kapitalforvaltning. Det handler om å støtte og inkludere mennesker, eiendeler og data, ved dette vil bedriftene kunne oppnå driftsstandarder som brukes innenfor vedlikeholdsmålinger innenfor WCM.

I kundenes øyne er en bedrift i kategorien World Class Maintenance hvis den klarer å produsere produkter som er best, noe som innebærer å ha raskeste produksjonstid og med den beste kvalitet (Emaint, 2021).

For å oppnå dette målet er det viktig for bedriften å hele tiden være bedre enn seg selv. Dette innebærer å utføre evaluering for å se på hva som er bra og hva en kan gjøre bedre for å nå målet om å være best i verden på vedlikehold.

En annen viktig faktor for å nå WCM er personell, når bedriften skal gjennomføre evaluering er det viktig at de har personell med god og riktig opplæring. Det samme gjelder personellet som skal gjennomføre forbedringene, for at evalueringen og forbedringene skal skje på en effektiv måte er det viktig at personellet har et engasjement i arbeidet og opplæring (Tomlinsong Paul D, 2007).

Å bli verdensledende innen vedlikehold er en prosess som består av seks trinn. Først så må man evaluere forbedringsbehov og identifisere prioriteringer, som nevnt tidligere. Deretter må man danne et positivt arbeidsmiljø for å sikre at man har full støtte fra alle avdelingene i organisasjonen. Dette inkluderer ledelsen i organisasjonen. Videre må man dokumenter, utvikle og iverksette et kvalitetsprogram for vedlikehold. Gjerne et system som kan detaljere hvem som gjør hva, hvordan og hvorfor. Etterpå må man sørge for at man har et informasjonsstyringssystem, som hjelpe til med kontroll av arbeid, og veiledning i interaksjoner mellom forskjellige avdelinger. Helt til slutt må man igjen evaluere for å bekrefte at alle forbedringsbehov er blitt oppfylt. Denne evalueringen burde implementeres i det videre kontinuerlige forbedringsarbeidet (Tomlinsong Paul D, 2014).

3.1.5 Vedlikeholdsprogram

Aktivitetsforskriftene er lover som setter krav til vedlikeholdsprogram om hva de skal inneholde. Det er for at bedrifter skal ha et godt vedlikeholdsprogram når det gjelder å oppdage svikt som kan påvirke HMS og rapportering av hendelser. Forskriftene krever også at det utarbeides en plan for utføring av vedlikeholdsprogram og de korrigerende vedlikeholds aktivitetene slik at arbeiderne er klar over arbeidet som skal gjøres dersom en

hendelse oppstår. Dette er krav som står i §48 i aktivitetsforskriftene. Det stilles også krav om å bruke registrert data til å evaluere og kontinuerlig forbedre vedlikeholdsprogrammet. Det er også andre forskrifter kalt styringsforskrift, rammeforskrifter og innretningsforskrifter. Alle forskriftene krever at petroleumsnæringen har klassifisering av utstyr, opplæring og kompetanse, beredskapsplaner og effektivt vedlikehold.

I aktivitetsforskriftene er det en egen paragraf som stiller krav til vedlikeholdsprogram i petroleums næringen. §47 stiller krav til at alle i virksomheten må ha vedlikeholdsprogram i sin krevde funksjon til enhver tid, da dette bidrar til å forebygge feil på enheter. Feil på enheter kan være en stor helse-, miljø- og sikkerhetsrisiko for arbeidere rundt (Aktivitetsforskrift, §47, 2017).

RCM, som står for Reliability Centered Maintenance, er en metodikk for å utvikle og gjennomføre vedlikeholds strategier. Disse strategiene skal optimalisere og forbedre påliteligheten og tilgjengeligheten til utstyret i en organisasjon, samtidig som det reduserer vedlikeholdskostnadene. En RCM-analyse utføres ved å samle informasjon om systemet og identifisere funksjoner som er kritiske for systemets pålitelighet for å utvikle vedlikeholds strategier. Deretter analyseres det mulige sviktmodusene for disse funksjonene og vedlikeholdsbehovene som er nødvendige for å opprettholde systemets pålitelighet. Det kommer en mer grundig forklaring av disse forskriftene under punkt 6.0 i oppgaven.

Fordelene med RCM er at den i teorien skal bidra til å optimalisere vedlikeholdet, ressursbruken og øke effektiviteten i organisasjonen. Utfordringene med RCM i praksis er kostnadene og tidsbruken ved å utføre en grundig og omfattende analyse. Det er derfor kostnadsrelaterte utfordringer ved implementering av RCM fordi det krever betydelige investeringer i tid, ressurser og opplæring. Det kan også være utfordringer knyttet til dokumentasjon og kommunikasjon av vedlikeholdsplanene og prosedyrene. En annen ting som må vurderes i en RCM-analyse er sikkerhet, fordi den kan identifisere mulige risikoer og farer som kan oppstå på grunn av utstyrsfeil. Miljøhensyn må også vurderes fordi vedlikehold kan ha en påvirkning på miljøet, og RCM kan bidra til å redusere miljøbelastningen fra vedlikehold (Sæbø, Schjølberg, 1998).

Tilgjengelighet og kritikalitet er to faktorer som også må være med i en RCM-analyse. Tilgjengelighet handler om hvor ofte og hvor lenge utstyret er tilgjengelig for å utføre sin

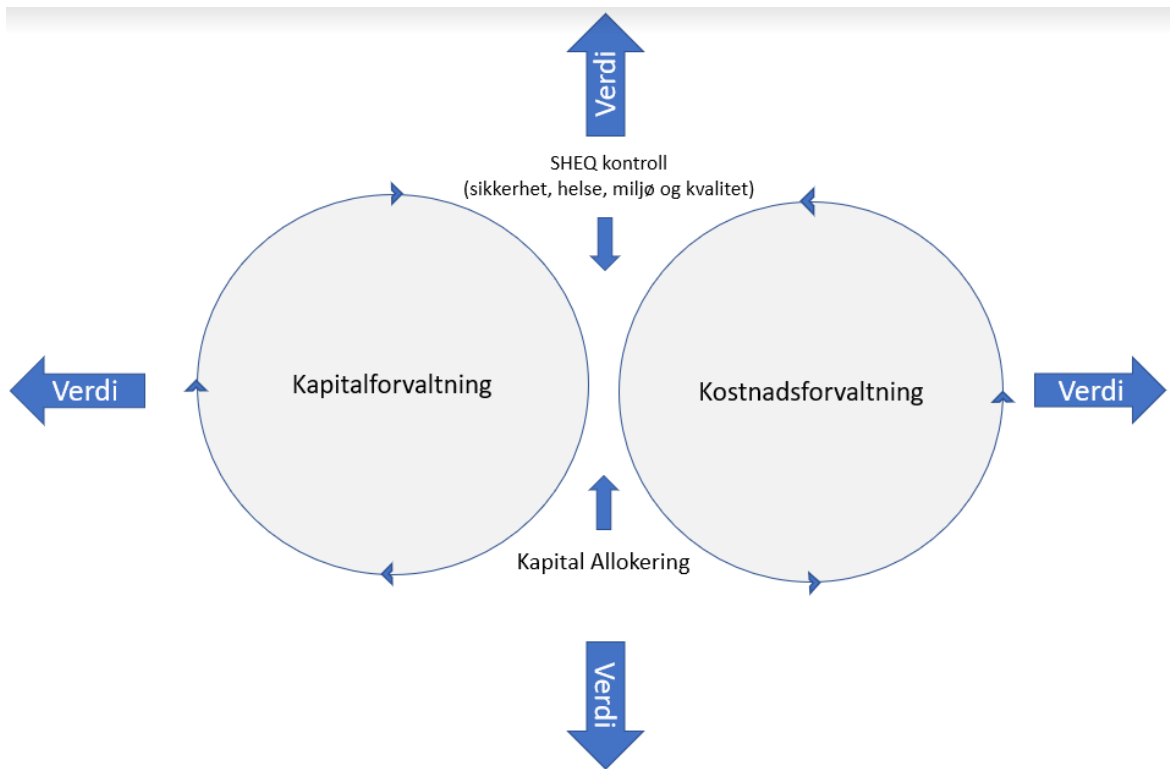
oppgave. Kritikalitet er betydningen av utstyret for organisasjonens drift og måloppnåelse. RCM kan bidra til å øke tilgjengeligheten og redusere risikoen for kritiske utstyrsfeil. Dokumentering av arbeid er også viktig for å sikre at vedlikeholds-strategier og prosedyrer er tilgjengelige og kan utnyttes mest mulig effektivt. (Campbell, Jardine 2001).

Det er noen andre vedlikeholdsprogrammer som PM, CBM og TPM, henholdsvis forebyggende vedlikehold (PM), tilstandsbasert vedlikehold (CBM) og total produktivt vedlikehold (TPM). PM innebærer regelmessig planlagt vedlikehold for å forhindre svikt, mens CBM bruker sensorer og overvåkingsteknologi for å identifisere behovet for vedlikehold. TPM er en strategi som legger vekt på å involvere alle ansatte i vedlikeholds-prosessen for å optimalisere effektiviteten og produktiviteten til utstyret (Prabhakar, 2014).

3.1.6 Verdidrevet vedlikehold og kapitalforvaltning

“Verdi er definert som summen av all fremtidig kontantstrøm, nedsatt til i dag” (Haarman and Delahay, 2018). Kontantstrøm er forskjellen mellom inntekt og utgifter, og verdien av kontantstrøm er relatert til tid. I teorien kommer verdien av vedlikehold fra å levere maks tilgjengelighet til minst mulig kostnader, men i daglig dags operasjoner er de nødt til å prioritere oppgaver og derfor er det vanskelig å utføre i praksis.

Vedlikeholds- og kapitalforvaltere må vise hvor det er potensiale for verdiskapning i organisasjonen og hvilken de bør fokusere på som skaper høyest verdi potensiale. For å finne verdi driveren som skaper høyest verdi er det utviklet et verktøy kalt VDM^{XL} = Verdidrevent vedlikehold og kapitalforvaltning metode. Den tilbyr modeller spesifikt for ulike industri typer for å finne verdien som skaper mest verdi for vedlikeholdet og kapitalforvaltningen. Verdiskapning henger ikke bare sammen med industrien, men også tid og utnytting av kapital (Haarman and Delahay, 2018).



Figur 2 vedlikehold og kapitalforvaltning verdi drivere

Figur nr. 2 viser de fire verdidriverne og hvordan tid kan påvirke om kostnadsforvaltning eller kapitalforvaltning er det som egner seg mest for organisasjonen, alt avhenger av etterspørsel. Etter den dominerende verdi driveren er identifisert, må vedlikeholdet og kapitalforvaltningen sin funksjon bli organisert deretter.

3.2 Bærekraft i petroleumsnæringen

Bærekraft defineres av FN som «En utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov.» (FN, 2021). FN har 17 bærekraftsmål for å oppnå bærekraftig utvikling og 169 delmål vist i figur 3 nedenfor. Det handler om at vi bare har en klode og for å skape en bærekraftig utvikling må det fokuseres på klima og miljø, økonomi og sosiale forhold (Forskningsrådet, 2022).

- Klima og miljø, Menneskeskapt klimautslipp fra brenning av olje, kull og gass har ført til at verden står ovenfor en klimakrise. Økt oppvarming fører til tap av verdens naturmangfold og mer ekstremvær.

- Økonomi, handler om å sikre økonomisk trygghet ved å skape nye arbeidsplasser. Forskjellen mellom fattige og rike blir større, og det kan føre til konflikter og politiske opprør fordi ulikheter i rikdom er en kilde til splittelse i samfunnet.
- Sosiale forhold, Menneskerettighetene til likestilling, utdanning godt helsetilbud, kulturelt mangfold og anstendig arbeid. Det handler om at alle mennesker skal få et godt og rettferdig liv (Bærekraftig utvikling, 2021).



Figur 3 Bærekrafts mål (FN, 2023)

Noen bærekraftsmål som er relevante for vedlikehold:

Bærekraftsmål nr. 8 er et sentralt mål for de fleste bedriftene i petroleumsnæringen. Dette er et mål hvor det ønskes å skape flere arbeidsplasser, da omtrent halvparten av befolkningen i verden har en lønn som en ikke kan leve på. Rettfærdiggjør en økonomisk vekst og skape nye arbeidsplasser er nøkkelen til å minimere fattigdommen og ulikhetene vi har i verden. Inkludering av de unge og ny utdannet i arbeidsmarkedet er starten på å få til dette, noe som vil skape forutsigbarhet og et tryggere arbeidsliv. Kvinner er også en faktor i dette temaet i forhold til det ofte er dem som ikke har de beste jobbene, spesielt i petroleumsnæringen. Bærekraftsmål nr. 8 er for at kvinner skal få flere arbeidsplasser og arbeidet av svart arbeid skal minimeres (FN, 2023).

Bærekraftsmål nr. 12 går ut på at en skal ha et bærekraftig forbruk og produksjon, noe som er relevant å tenke på innenfor petroleumsnæringen. Når en sier at en skal ha et bærekraftig forbruk og produksjon mener en at en skal ta mer utnytte av dem ressursene vi har. Vi skal bruke mer av det mindre vi har, i dagens samfunn bruker vi mye mer av

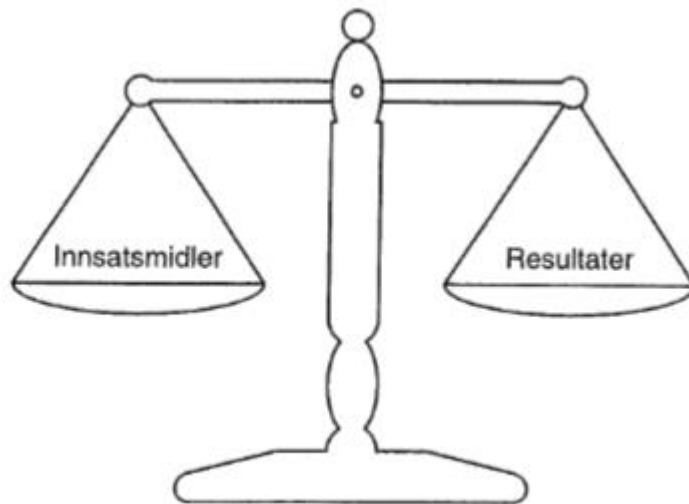
flere ressurser enn det som er ideelt bærekraftig for vår klode. Det blir produsert langt mer av f.eks. mat enn det vi får til å spise og det blir derfor kastet, noe som ikke er bra for miljøet (FN, 2023).

I petroleumsnæringen kan bedriftene utføre vedlikehold på maskiner og utstyr dersom det oppstår feil på de, i stedet for å kjøpe nye. Dette vil være et mer bærekraftig valg for bedriftene, som vil bidra til miljøet. Noe som også mange i næringen utnytter eller begynner å utnytte er vindkraft, som er et mer bærekraftig valg enn olje. Olje, gass og kull er alle fossile brensel som ikke er blant de mest bærekraftig for miljøet. For å kompensere for dette, er det flere store bedrifter innen disse bransjene som gjennomgår store omstillinger for å implementere nye fornybare energikilder.

Bærekraftsmål nr. 14 handler om livet i havet. FN sier at «livet på jorden er avhengig av livet på havet» (2023). Det er viktig å ta vare på livet i havet og bruke ressursene på en bærekraftig måte som også vil fremme en bærekraftig utvikling. Store deler av oksygenet vi mennesker puster inn kommer fra havet, desto viktigere er det å ta vare på den (FN, 2023).

3.3 Vedlikeholdsstyring

Vedlikeholdsstyring handler om alle aktivitetene som må til for å gjennomføre vedlikehold på en enhet, se figur 5. Det er en rekke systematiske aktiviteter som skal til for at enheten skal komme tilbake til sin krevde funksjon eller bare opprettholde den krevde funksjonen (Andersen, Rolstadås, Schjøllberg, 1998). Med krevd funksjon menes det den tilstanden enheten skal være i for å kunne utføre de aktivitetene som trengs av den til den gitte tid, gitt at det ikke er noe feil på den (*Standard NS-EN 13306:2017, 2*).



Figur 4 Balanse mellom innsatsmidler og Resultat (Andersen, Rolstadås, Schjølberg, 1998)

For at vedlikehold styringen skal ha en balanse mellom midlene og resultatene er det viktig å ta i bruk et målstyringskonsept, se figur 4. Innsatsmidlene blir i denne situasjonen sett på som kostnader, mens resultatene ligger litt i ordet at innebærer tilgjengeligheten og tilstand på enheter før og etter vedlikehold er utført. Det veies opp om kostnadene ved vedlikeholdsarbeid blir for store eller om investering i en ny enhet er mer lønnsomt. Ved å veie opp disse to sidene mot hverandre vil det gi best mulig levetidsoverskudd på enheten (Andersen, Rolstadås, Schjølberg, 1998).

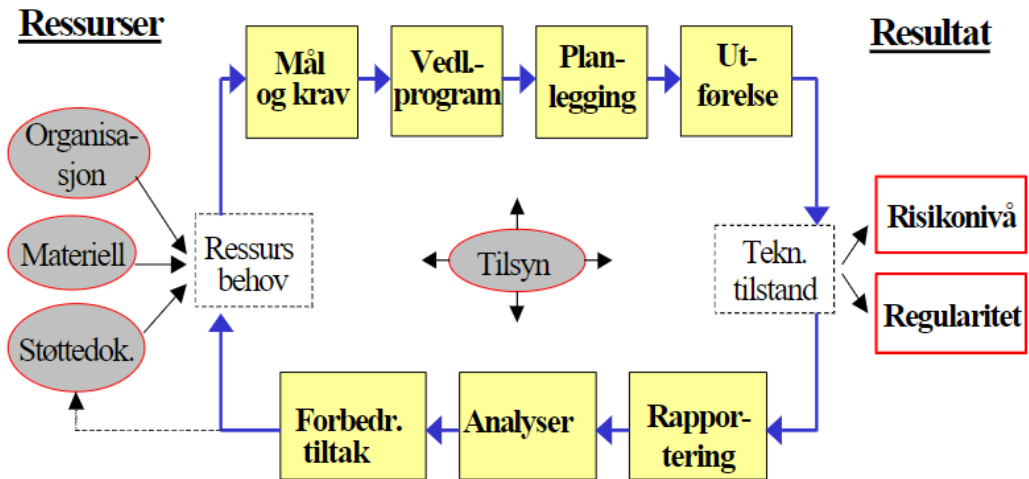
Definisjon av Vedlikeholds ledelse:

«Alle ledelsens aktiviteter som bestemmer kravene, målene, strategiene og ansvarsområdene knyttet til vedlikehold, og implementeringen av dem ved hjelp av for eksempel vedlikeholdsplanlegging, vedlikeholdskontroll og forbedringen av vedlikeholdsaktiviteter og økonomi» (Standard NS-EN 13306:2017, 1).

Vedlikeholds-ledelse handler om planleggingen og organiseringen av vedlikeholds aktiviteter. Sammenlignet med vedlikeholds styring så er vedlikeholds styring en del av vedlikeholds ledelse. Dette på grunn av at vedlikeholds-styring er aktivitetene som blir utført for vedlikehold, mens vedlikeholds-ledelse gir en oversikt over når vedlikeholdsbehovet inntreffer, kontrollen på vedlikeholds aktivitetene og overvåkingen av utførelsen. Vedlikeholds-ledelse er en viktig del av vedlikeholds-styringen for at driften hos bedriftene skal være mest mulig effektiv og for å ha en kontroll på når vedlikehold skal utføres, og ikke minst ha kontroll imens vedlikeholdet blir utført.

3.3.1 Styringsløyfen

Styringsløyfen er en modell som skal fremstille en overordnet prosess i form av flere elementer som skal gi en kontinuerlig forbedring i form av bedriftens aktiviteter, produkter, samt tjenester. En styringsløyfe skal bidra til at problemer lettere blir oppdaget, slikt at det fortere og lettere kan bli løst, og hele tiden ligge et steg foran på hvordan en kan gjøre det bedre neste gang (Oljedirektoratet, 1998).



Figur 5 Styringsløyfen (Oljedirektoratet, 1998)

Denne modellen viser de ulike delene av vedlikeholds funksjonen som bør ivaretas av et spesifikk sett av arbeidsprosesser (Oljedirektoratet, 1998). Styringsløyfen er en grunnleggende bakgrunn for HMS-regelverket i petroleumsvirksomheten. Den består av elementene identifisering, kartlegging, risikovurdering, tiltak og verifikasjon og kontroll. Identifisering handler om å avdekke eller identifisere en mulig feil eller fare, videre gjelder det å kartlegge risikoen ved denne feilen eller faren. Ved kartlegging må riktig personell blir varslet og tatt med i arbeidet mot å finne svaret for hvordan det skal løses. Riktig personell kan for eksempel være ledere, verneombud og eksperter innenfor feltet som skal kartlegges. Personellet skal vurdere risikoen basert på krav fra forskrifter og HMS-regelverket for petroleumsvirksomheten. Tiltak og verifikasjon er basert på funnet i kartlegging og risikovurdering fasen. Her igangsettes tiltak for å unngå risikoen enten kan faren fjernes eller erstattes, eller så må det settes i gang tekniske eller organisatoriske tiltak. Til slutt gjelder det å overvåke og kontrollere om det er behov for nye kartlegginger (arbeidsmiljøportalen, 2023).

3.3.2 Risikostyring

“Med risiko menes konsekvensene av virksomheten med tilhørende usikkerhet” (Ptil, Integreert og helhetlig risikostyring, 2018). For en bedrift er risikostyring viktig for å få best mulig effekt på økonomien og sikkerheten, dette når de med å bruke ressursene godt og gjøre det enklest mulig. Ingen beslutninger er uten risiko, den påvirkes av hvordan aktiviteter er planlagt og foregår, hvilke rammebetingelser den er under og hvilken kontekst det er snakk om.

Innenfor det funksjonsbaserte regelverket gir det mulighet til norske aktører i petroleumsvirksomheten som åpner seg for innovasjon fordi de får en stor grad av frihet for å finne gode måter å drive virksomheten på. Aktørene må ta ansvar med å iverksette gode prosesser for styring av risiko for at det funksjonsbaserte regelverket skal fungere. Det vil alltid være en usikkerhet om hvor ofte en ulykke inntreffer, hvordan, når og hva konsekvensene kan bli. Ved å vurdere usikkerheten vil det gi et mer realistisk bilde av risikoen en stå ovenfor og vil vise hvor sterk kunnskapen er. *“Risikovurdering er en samlet prosess som består av risikoidentifisering, risikoanalyse og risikoevaluering”* (Ptil, 2018). Risikoanalyse er viktig å utføre før en beslutter hva som er av betydning for HMS, og dermed en sentral plass i risikostyringen. Ved å gjennomføre en god risikoanalyse med en god forståelse for hvilke begrensninger, styrker og svakheter den har. Vil den kunne bidra til å gi en forståelse om det er alvorlig risiko eller usikkert. Forsiktighetsprinsippet sier at hvis det er en usikkerhet eller det er alvorlig konsekvens av en aktivitet eller flere bør tiltak iverksettes for å redusere risikoen og usikkerhetene. (Ptil, 2018).

En annen forutsetning for at et selskap skal ha en risikoinformert virksomhetsstyring og engasjement for sikkerhet er lederne i virksomheten. De skal forsikre seg om at ansvaret for å forstå og håndtere risiko er klart definert, både internt i selskapet om mellom de involverte aktørene. God HMS-kultur og ledelse er en forutsetning for å oppnå forpliktelse og engasjement for sikkerhet i hele organisasjonen. I petroleumsvirksomheten er det ledelsen på alle nivåer som har ansvar for å bidra til å øke sikkerheten og redusere risiko. For å kunne gjøre det må de ha oversikt over aktivitetene og risikoforholdene i egen virksomhet. Ledelsen sine prioriteringer er avgjørende for hvordan selskapet håndterer risiko for storulykker. Ansvaret innebærer også at ledelsen er bevisst på at beslutninger som blir tatt i

ledelsen påvirker rammebetingelsene. For eksempel kan kontrakter og kontraktoppfølging lede til en vanskelig balanse mellom krav til framdrift og sikkerhet. (Ptil, 2018).

3.4 Smart vedlikehold

Smart vedlikehold går på at en skal ta nytte av nye teknologiske løsninger, som skal hjelpe med å sikre at utstyret er i stand til sin krevde funksjon. Ved smart vedlikehold menes å ta i bruk digitale løsninger som ERP systemer, mobile løsninger og andre data applikasjoner. Grunnet bedrifter tar i bruk smart vedlikehold er for å holde seg konkurranse dyktige i markedet. Bedrifter konkurrerer om å levere produkter av høyest kvalitet på den raskeste og billigste måten. Viktigheten med smart vedlikehold kommer inn her, for å levere kvalitetsprodukter må maskinene og utstyret også levere til sin krevde funksjon. Det er her prediktivt og korrigerende vedlikehold kommer inn. Å kunne forutse feil og som vil inntreffe og utføre vedlikehold før det inntreffer vil gjøre at maskinene og utstyret er i sin krevde funksjon (Delaware,2023).

3.4.1 Effektivt vedlikehold

Effektivt vedlikehold refererer til aktivitetene og prosessene som settes på plass for å sikre at utstyr, maskineri og andre eiendeler fungerer på sitt optimale nivå. Effektivt vedlikehold kan bidra til å redusere nedetid, øke utstyrets levetid og forbedre den generelle produktiviteten. Her er noen tips man kan følge for å effektivisere vedlikehold:

- Gjennomfør et forebyggende vedlikeholdsprogram: Et forebyggende vedlikeholdsprogram innebærer regelmessige inspeksjoner, rengjøring, smøring og utskifting av deler før de svikter. Dette kan bidra til å redusere sannsynligheten for utstyrssvikt og uplanlagt nedetid.
- Lære opp ansatte: Ansatte bør få opplæring i riktig bruk og vedlikehold av utstyr. Dette kan bidra til å forhindre skade og forlenge utstyrets levetid.
- Oppdaterte og nøyaktige dokumenter: Hold detaljerte dokumenter over vedlikeholds aktiviteter, inkludert inspeksjoner, reparasjoner og utskiftninger. Dette kan bidra til å identifisere trender og forutse fremtidige vedlikeholdsbehov.
- Prioriter vedlikeholdsoppgaver: Prioriter vedlikeholdsoppgaver basert på deres betydning og potensielle innvirkning på driften. Fokuser først på kritisk utstyr og oppgaver for å minimere nedetid.

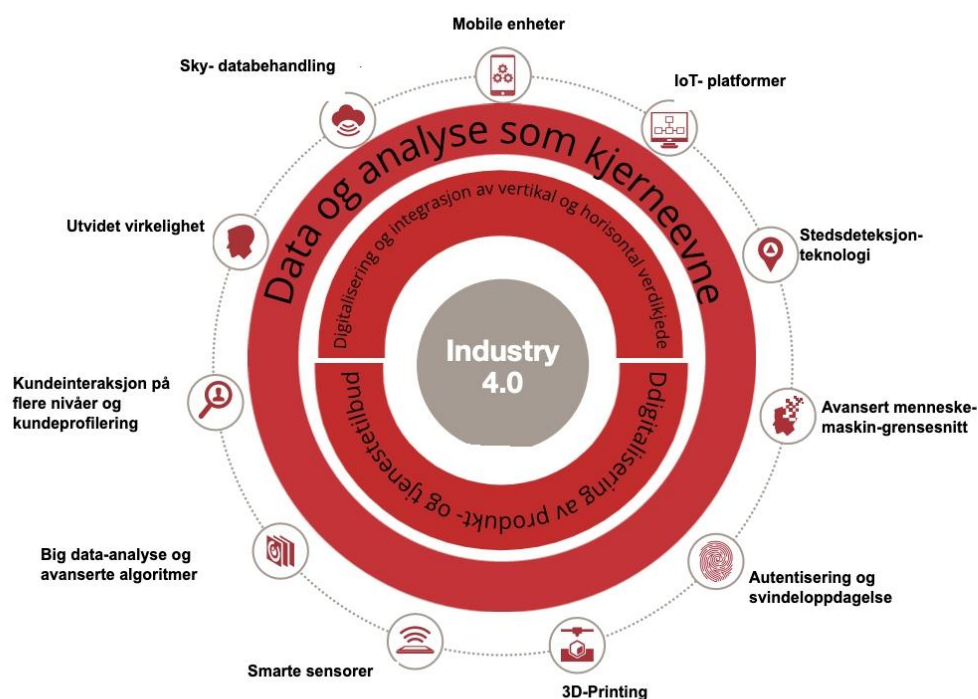
- **Bruk teknologi:** Teknologi som sensorer, overvåkingssystemer og programvare for prediktivt vedlikehold kan bidra til å identifisere mulige problemer før de oppstår og forbedre vedlikeholds effektiviteten. **Samarbeid med leverandører:** Arbeid med leverandører og produsenter for å sikre at utstyr vedlikeholdes og vedlikeholdes i henhold til deres anbefalinger.
- **Kontinuerlig forbedring:** Evaluer og forbedre vedlikeholds prosessene kontinuerlig for å øke effektiviteten og effektiviteten. Ved å implementere disse tipsene kan organisasjoner sikre effektiv vedlikeholds praksis som fører til bedre utstyrsytelse og lengre levetid for eiendeler (Close, Tideswell, 2012).

3.4.2 Industri 4.0

Industri 4.0 kan sees som en utvidelse av digitaliseringen som allerede har skjedd i industrien de siste tiårene. Digitaliseringen har ført til økt automatisering, bruk av datateknologi og digital kommunikasjon i produksjonsprosesser. Med Industri 4.0 tar man dette et steg videre ved å integrere teknologier som IoT, AI og automatisering på en mer helhetlig og koordinert måte.

IoT betyr at stadig flere maskiner og produkter er koblet til internett og kan kommunisere med hverandre. Dette gir mulighet for å samle inn store mengder data fra produksjonsprosessen og produktene, og bruke dette til å optimalisere produksjonen. For eksempel kan maskiner selv bestille reservedeler eller gi varsler om nødvendig vedlikehold, basert på sanntidsdata fra produksjonsprosessen. AI kan brukes til å analysere data og gi bedre innsikt i produksjonsprosessen. Ved å bruke algoritmer og maskinlæring kan AI finne mønstre og sammenhenger i dataene som kan gi grunnlag for å optimalisere produksjonsprosessen (Geissbauer, Vedso, Schrauf, 2022).

Industri 4.0 rammeverk og medvirkende digitale teknologier



Figur 6 Industri 4.0-rammeverk og bidra med digitale teknologier: Industri 4.0: Bygge den digitale virksomheten (PwC, 2016)

For eksempel kan AI analysere produksjonsdata for å identifisere flaskehalser eller ineffektiviteter i produksjonsprosessen. Automatisering kan gi økt effektivitet og presisjon i produksjonsprosessen. Med robot og automatiske systemer kan man gjøre prosesser som tidligere var manuelle eller utført av mennesker, raskere og med færre feil. Automatisering kan også gi mulighet for å tilpasse produksjonen mer nøyaktig til kundenes behov, for eksempel ved å produsere mindre batcher av produkter eller tilpasse produktene til individuelle kunders preferanser.

Industri 4.0 rammeverkmodellen omhandler blant annet digitalisering og integrering av prosesser vertikalt på tvers gjennom hele organisasjonen. Fra driftsprosesser og innkjøp, til produktutvikling og kvalitetsstyring. Alle data som omhandler driftsprosessene og driftsplanlegging skal være tilgjengelige i sanntid med støtte fra «utvidet virkelighet» og videre optimalisert i et integrert nettverk. Modellen omhandler også digitalisering av produkter, som innebærer «utvidelse» av

eksisterende produkter. Eksempel på dette kan være å legge til smart sensor eller ytterligere kommunikasjonsenheter som kan brukes som verktøy ved videre dataanalyse.

Industri 4.0 kan gi store fordeler for industrien, inkludert økt produktivitet, bedre kvalitet, reduserte kostnader og økt fleksibilitet. Samtidig kan det også føre til endringer i arbeidsstyrken og kreve nye ferdigheter og kompetanser fra ansatte. Dette kan kreve opplæring og omskolering av arbeidsstyrken for å tilpasse seg de nye teknologiene og endringene som følger med (Geissbauer, Vedso, Schrauf, 2022).

3.4.3 Society 5.0

Society 5.0 er en visjon for fremtiden som tar sikte på å danne et samfunn som til stor grad er preget av innovasjon og digitalisering, men som samtidig skal være i stand til å håndtere den raske utviklingen av teknologi i dagens samfunn. «Visjonen» society 5.0 ble utviklet av den japanske regjeringen og er en del av Japans 5.vitenskap og teknologiplan, som har som formål å forberede landet på den digitale revolusjonen (Hitachi, 2017).

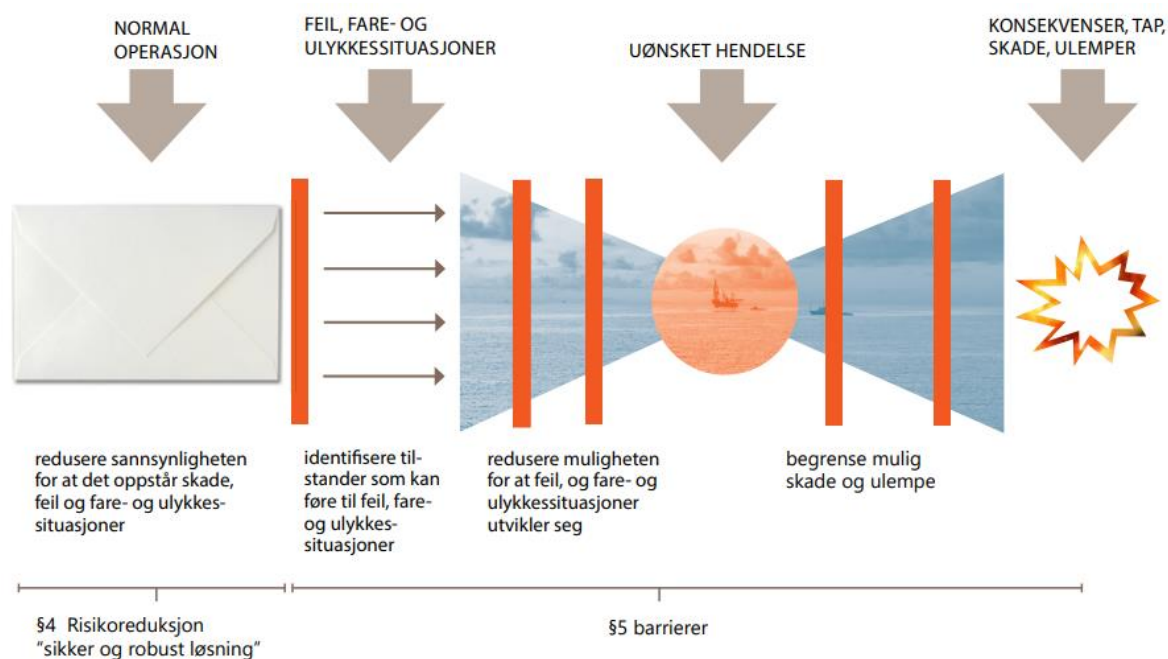
I et intervju med Yoku Harayama, (2017) som tidligere har vært rådgiver for den japanske statsminister, og er nåværende professor ved University Of Tokyo. Beskriver hun society 5.0 som et samfunn som bruker teknologi for å løse sosiale utfordringer og som en idé hvor alle kan delta i det økonomiske og digitale samfunnet. Hun spesifiserer særlig behovet for samarbeid mellom organisasjoner, deriblant akademia og industrien for å skape et økosystem for innovasjon og nyutvikling. For at dette skal være mulig å gjennomføre sier hun at det er essensielt å «bryte ned de fem veggene» som inkluderer sosial aksept, menneskelige ressurser, teknologi, lovgivning og nasjonale strategier (Hitachi, 2017).

Ser man nøye på både industri 4.0 og society 5.0 blir det fort klart at likheten mellom de to visjonene er viktigere enn forskjellene. De forskjellige teknologiene som society 5.0 er basert på som, IoT, AI og 3D-printing er allerede teknologer som er tilgjengelige og er teknologi som vil spille en avgjørende rolle i produksjonsindustrien. Det er tydelig at hovedelementene i industri 4.0 og society 5.0 overlapper hverandre, og begge har et stort søkelys på bærekraftighet og nye løsninger som kan gjøre forsyningskjeden mer motstandsdyktig. Som en konklusjon kan man si at selv om society 5.0 er en videreføring av industri 4.0, så

er dens teknologier og tilnæringer fortsatt kritiske for å forbedre effektivitet og bærekraft i produksjonsindustrien (Gabor Heredi-Szabo, 2022).

3.5 Barrierer

“Barrierer er tiltak som skal ha som funksjon å beskytte i feil, fare- og ulykkesituasjoner” (barrierenotat, 2017). Barriere elementer er tekniske, organisatoriske og operasjonelle funksjoner. En teknisk barriere kan for eksempel være en sensor som måler trykk i en tank eller brønn. Eksempler på organisatoriske og operasjonelle barrierer kan være “mudlogg” og “driller” som detekterer, overvåker og iverksetter tiltak ved tap av en “brønnkontroll”. Som vist i figuren nr.7 nedenfor handler barrierer om å oppdage hendelser og hindre at hendelsen utvikler seg og videre begrenser konsekvensene av ulykker, skader og feil.



Figur 7: «Modell for å illustrere forholdet mellom sikker og robust løsning, og barrierers plass i risikostyring» (barrierenotat, 2017)

For at en bedrift skal ha en tydelig prosess for håndtering av farer, feil og ulykkesituasjoner er barrierestyring viktig. Barrierestyring er koordinerte aktiviteter som skal hjelpe å holde barrierene identifiserte og ivareta sin funksjon. Barrierestrategi er en plan som inkluderer hvilke barrierefunksjoner som er nødvendige for hvordan barrierer skal etableres på den enkelte innretning eller anlegg. Under barrierestrategi inkluderes det hvilke tekniske,

organisatoriske og operasjonelle barrierelementer som må inngå for at funksjonen skal ivaretas. Som tidligere nevnt etableres barrierer med utgangspunkt i det spesifikke risikobilde for de enkelte områder på innretningen eller anlegget og for ulike aktiviteter eller operasjoner. Barrierestyring omhandler å sikre at de forskjellige barriereelementene har de egenskapene som anses å være nødvendige for at disse samlet kan hjelpe oss å realisere den tiltenkte funksjonen.

Barrierestyring burde starte med en grunnleggende forståelse av sammenhengen barrierene er ment å skulle fungere i. Det vil for eksempel være en stor forskjell på hvordan disse skal utformes alt ettersom om inntegningen det er snakk om er bemannet eller ubemannet, eller om innretningen produserer gass eller olje. Sammenhengen av dette kan være med å påvirke hvordan man tenker om hvilke feil, farer og ulykkesituasjoner kan oppstå, samt påvirke hvilke behov som oppstår. Det er høyst viktig å identifisere hvilke fare –og ulykkesituasjoner som man må være i stand til å håndtere. Områdespesifikke risikoanalyser kan være en viktig del som kan hjelpe med å identifisere disse. For at vi skal kunne bekjempe og overkomme disse situasjonene må vi være i stand til å etablere riktige og nødvendige barrierefunksjoner (Ptil, 2015).

Barrierehåndtering refererer til systematisk identifisering, analyse og styring av barrierer eller sikkerhetstiltak som beskytter mot potensielle farer eller ulykker på ulike felt, inkludert luftfart, helsevesen, kjernekraftverk og olje- og gassleting. Det primære målet med barrierehåndtering er å sikre at eksisterende barrierer er effektive, pålitelige og vedlikeholdes over tid for å redusere risikoen for ulykker eller hendelser. Dette innebærer implementering av et omfattende rammeverk for risikostyring, som inkluderer identifisering av farer, vurdering av risikoer, utforming og implementering av effektive barrierer og overvåking og gjennomgang av deres ytelse. Prosessen med barrierehåndtering involverer vanligvis følgende trinn:

1. Identifisering av potensielle farer: Det første trinnet er å identifisere potensielle farer som kan føre til ulykker eller hendelser.
2. Analyse av risiko: Når farene er identifisert, gjennomføres en risikovurdering for å bestemme sannsynligheten og konsekvensene av hver mulig hendelse.
3. Design og implementering av barrierer: Basert på risikovurderingen utformes og implementeres hensiktsmessige barrierer for å forhindre eller redusere identifiserte risikoer.

4. Overvåking og gjennomgang av barrierer: Ytelsen til barrierene blir regelmessig overvåket og gjennomgått for å sikre at de forblir effektive og pålitelige.
5. Kontinuerlig forbedring: Resultatene fra overvåkings- og gjennomgangsprosessen brukes til å forbedre barrierestyringssystemet kontinuerlig.

Effektiv barrierehåndtering krever samarbeid og kommunikasjon mellom ulike interessenter, inkludert ledelse, frontlinjearbeidere og regulatorer. Det er en kritisk komponent i ethvert sikkerhetsstyringssystem og er avgjørende for å sikre sikkerheten til mennesker, miljø og eiendeler (NSM, 2020).

4.0 Equinor

Equinor er et multinasjonalt energiselskap med hovedkontor i Stavanger, Norge. Equinor er tidligere kjent som Statoil, men selskapet ble omdøpt til Equinor i 2018 for å gjenspeile sitt skifte mot fornybar energi og nye lavkarbonløsninger. Equinor har en stor portefølje av operasjoner. Dette inkluderer olje- og gassleting og produksjon, raffinering og markedsføring. Selskapet er den største operatøren på norsk kontinentalsokkel og er også en av de største produsentene av olje og gass i hele verden. Equinor opererer i mer enn 30 forskjellige land rundt om i verden, men har spesielt betydelig virksomhet i Norge, Storbritannia, USA, Brasil og Nigeria. Equinor har betraktelig økt sitt fokus på fornybar energi i løpet av de siste årene. De har også satt seg noen ambisiøse mål for å redusere sine karbonutslipp. De har allerede gjort betydelige investeringer i offshore vind- og solkraft. Equinor utvikler også nye teknologier for å redusere utslipp fra sine tradisjonelle olje- og gassvirksomheter, som karbonfangst og -lagring og elektrifisering av sine installasjoner. Equinor har en forpliktelse om å være et ansvarlig og bærekraftig selskap, og det har fått anerkjennelse for sin innsats på flere områder som klimaendringer, menneskerettigheter og samfunnsengasjement (Equinor, 2021).

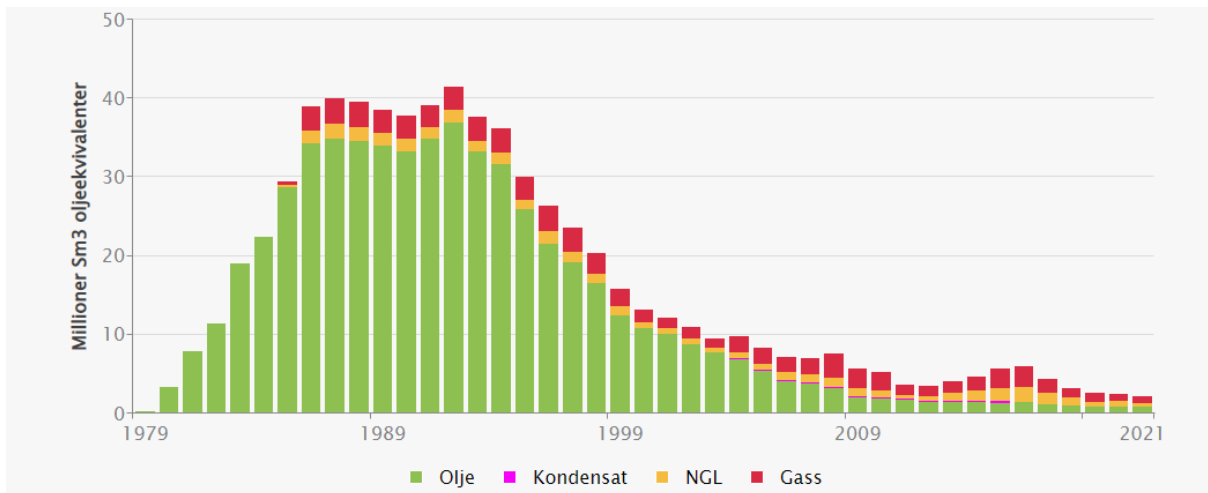
4.1 Statfjord B



Figur 8 Statfjord B plattformen (Equinor, 2023)

Statfjord B er ett av tre betonginnretninger som er på feltet Statfjord i Nordsjøen. Statfjord er lokalisert på grensen mellom den norske og britiske sektoren i Nordsjøen. Operatøren på Statfjord feltet er Equinor Energy AS. Rettighetshavere på feltet er delt i tre hvorav ca. 64% er Equinor Energy AS, ca. 21% er Vår Energi ASA, mens ca. 15% er av utenlandske. Statfjord feltet har dermed en styring på 85% av Norge. Statfjord feltet ble til i 1974, mens i 1976 fikk feltet godkjenning til å starte en utbygging og drift. I 1979 var Statfjord A klar for produksjon som er det den mest sentrale på feltet av Statfjord A, Statfjord B og Statfjord C. I 1982 kom Statfjord B i produksjon som er lokalisert på den sørlige delen av feltet. Innen 1985 var Statfjord A, Statfjord B og Statfjord C i gang med produksjon av olje og gass. Produksjonen av olje og gass på Statfjord kommer fra sandstein som ligger på 2500-3000 meters dyp. Sandsteinen som blir brukt er aldret fra helt tilbake til den jura tiden, som er for mange millioner år siden (Norsk Petroleum, 2023).

Produksjonen på Statfjord har gått kraftig ned siden 2000 tallet, noe en kan se på figuren under. Vi kan se at de har alltid hatt en mye høyere olje produksjon kontra gass produksjonen og de siste årene har produksjonen av olje gått ned med ca. 30 millioner Sm^3 olj ekvivalenter. Olje og gass produksjonen i dag er også kraftig redusert sammenlignet med rundt 1980 – tallet, når produksjonen var på topp med nesten 40 millioner Sm^3 olj eekvivalenter (Oljedirektoratet, 2019). På det store norske leksikon (2019) er olj ekvivalenter definert som en energienhet. Den skal vise oss brennverdien til en satt mengde av et petroleumprodukt.



Figur 9 Feltets produksjon (Oljedirektoratet, 2019)

4.2 Åsgard A

Åsgard A er en forsyningsbåt som har forkortelsen FPSO som står for Floating Production Storage and Offloading, som på norsk er produksjonsskip. Åsgard A er en del av Åsgard feltet som brukes til produksjon og lagring. Det er på Åsgard A alt av lagring og midlertidig lagring av olje og kondensat blir oppbevart før det blir fraktet til land med tankskip. Åsgard startet i 1981 og fikk i 1996 godkjent planen for utbygging og starte driften ombord. Smørbukk og Midgard er også en del av Åsgard feltet, sammen med Åsgard A Åsgard B og Åsgard C (Norsk Petroleum, 2023).



Figur 10 Åsgard A, FPSO til Equinor (Norskpeteroleum, 2023)

Åsgard A ligger på feltet Åsgard i den sentrale delen av Norskehavet og ble oppstartet i 1999. De produserer gass, olje og kondensat, gassen transporteres til Åsgard B og oljen stabiliseres og ledes til lagertanker som losses i tankbåt. Siden 1999 har produksjonen gått betraktelig ned, noe som gjør at utstyret og prosessanlegget er mye større i forhold til produksjonen per dags dato og dette medfører til utfordringer med lavt trykk i brønner (Ptil, 2022).

4.3 Mongstad

Mongstad er et raffineri, drevet av Equinor, og er et av de største oljeraffineriene i Norge og den største råoljeterminalen i landet. Mongstad er lokalisert på vestkysten av Norge, nær Bergen. Raffineriet er en sentral aktør i landets olje- og gassindustri. Raffineriet ble først bygget på begynnelsen av 1970-tallet, og siden har den gang gjennomgått flere store utvidelser og store oppgraderinger. I dag har den kapasitet til å raffinere rundt 220 000 fat råolje per dag, og produserer et bredt spekter av produkter, inkludert bensin, diesel, jetdrivstoff og propan. Equinor har investert tungt i teknologier for å redusere utslipp og øke energieffektiviteten, inkludert karbonfangst- og lagringsteknologi (CCS). Mongstad er verdens største CCS-anlegg, som fanger rundt 400 000 tonn CO₂ per år og lagrer det dypt under jorden i en geologisk formasjon. I tillegg til raffineringsevne inkluderer Mongstad-området også et forsknings- og utviklingssenter hvor Equinor og partnerne jobber med å utvikle nye teknologier og prosesser for olje- og gassindustrien. Dette inkluderer forskning på alternative drivstoff som hydrogen, samt nye metoder for å redusere utslipp og forbedre effektiviteten. Samlet sett spiller Mongstad-raffineriet en veldig viktig rolle i norsk olje- og gassindustri, både når det gjelder raffineringskapasitet og fokus på bærekraft og innovasjon. Etersom verden går over til en fremtid med lavere karbonutslipp, vil raffineriet fortsette å være et viktig knutepunkt for produksjon og distribusjon av fossilt brensel, samtidig som det leder veien innen utviklingen av nye teknologier og tilnærminger for et mer bærekraftig energisystem (Equinor, 2021).



Figur 11 Mongstad raffineri (Ocaen24, 2023)

4.4 Melkøya – Hammerfest LNG

Hammerfest LNG er et produksjonsanlegg som er lokalisert på Melkøya. Det er et anlegg som tar imot og prosesserer naturgass. Første mottaket av naturgassen til anlegget skjedde i 2007 og har vært i produksjon siden. Hammerfest LNG er ikke bare Norges første storskala, men Europas første når det kommer til nedkjøling av flytende naturgass. Anlegget har en kobling til Snøhvit feltet som ligger i Barentshavet, koblingen er en 143 kilometers lang rørledning som de tar imot gass gjennom. I løpet av ett år blir det fjernet ca. 750 000 tonn med CO₂ fra brønnstrømmen, som blir ført tilbake til et eget reservoar som er lokalisert på Snøhvit feltet. Operatørene på Hammerfest LNG er Equinor ASA (Equinor, 2022).



Figur 12 LNG – anlegget i Hammerfest (Equinor, 2022)

5.0 Petroleumstilsynet

Petroleumstilsynet er et statelig tilsyns- og forvaltningsorgan som har myndighetsansvar for bedrifter som arbeider innenfor petroleumsnæringen. Ptil som er forkortelsen for petroleumstilsynet setter rammer for hvordan sikkerheten, arbeidsmiljøet, beredskapet og sikringen i petroleumsvirksomheten. Ptil skal ha oppfølging på en forsvarlig måte og utføre tilsyn på at bedriftene innenfor petroleumsnæringen følger HMS-regelverket som Ptil har utviklet. Petroleumstilsynet har et mål om å formidle kunnskap, dette gjennom kompetansen til fagfolkene de har, samt gjennom informasjonen de henter ut av tilsynene de utfører. Denne formidlingen skal bidra til at bedrifter innenfor petroleumsvirksomheten opprettholder og er i stadig utvikling innenfor sikkerhet og arbeidsmiljø. RNNP som står for Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet er et sentralt verktøy som de bruker når de skal formidle denne type kunnskap (Ptil, 2020).



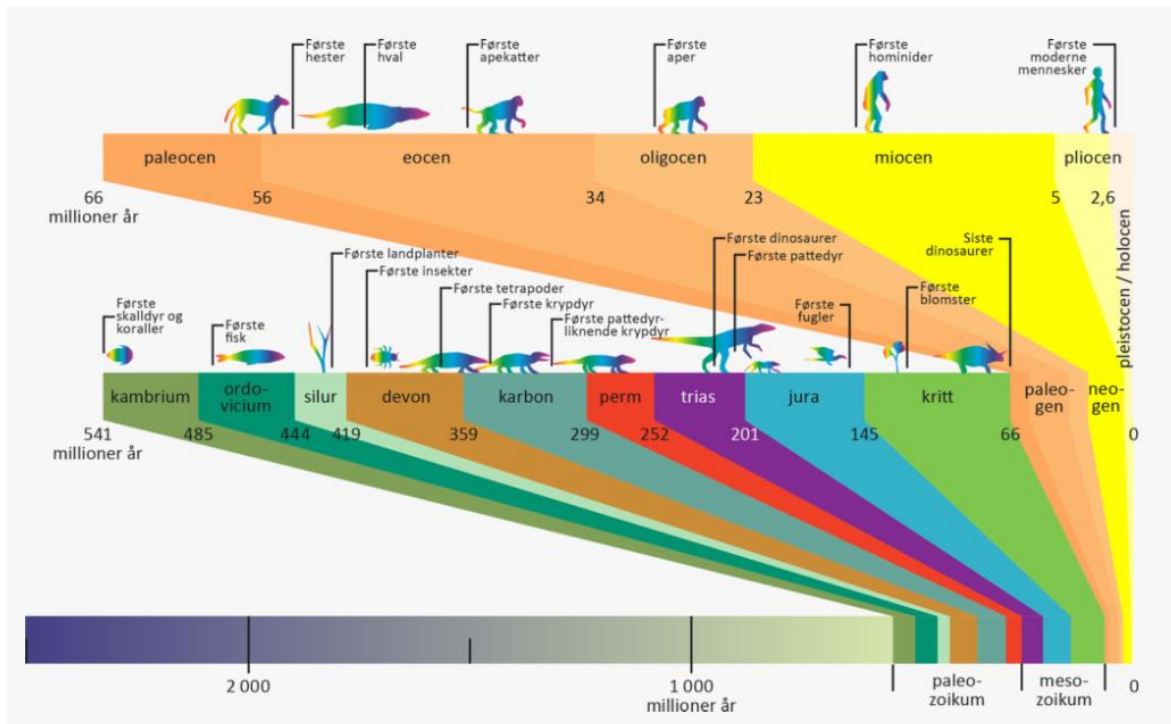
Figur 13 Ansvarsområde (Ptil, 2020)

Tilsyn blir utført av petroleumstilsynet for å passe på og se om bedrifter innenfor petroleumsvirksomheten arbeider på en måte som er forsvarlig og ikke går imot regelverket. Viss en bedrift har brudd på HMS regelverket kan dette føre til stans i aktiviteter, pålegg og overtredelsesgebyr til bedriften. Petroleumstilsynet har to hovedkategorier for observasjon, det er avvik og forbedringspunkter. Avvik er observasjoner der de påviser brudd på eller manglende oppfylging av regelverket. Forbedringspunkt er observasjoner der de ikke har tilstrekkelig med opplysninger til å kunne påvise at de der brudd på eller manglende oppfylging av regelverket (Ptil, 2022).

6.0 Petroleum

Olje er et begrep som omfatter råolje og andre flytende petroleumsprodukter (Ptil, 2023)

«Olje og gass er organisk materiale hovedsakelig avsatt på havbunnen, brutt ned og omdannet over mange millioner år. Når et område inneholder både kildebergart, reservoarbergart, takbergart og felle, er forutsetningene der for å kunne finne olje og gass som kan produseres.» - Norskpetroleum, 2019

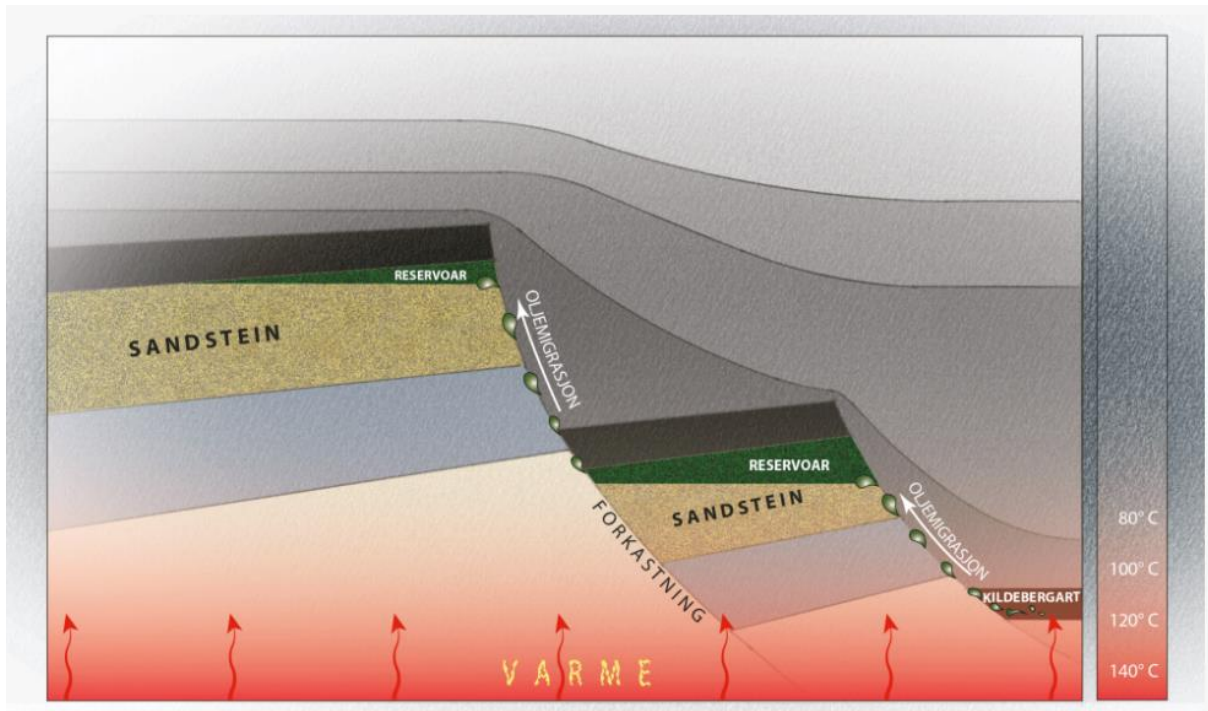


Figur 14 Den geologiske tidsskalaen (Norskpetroleum, 2019)

Olje og gass kommer av dyrearter som døde for mange millioner år siden. Det blir omdannet fra døde og organiske materialer til hydrokarboner. Kildebergarter som det også er, legger seg flere tusen meter på havbunnen som en svart leire og har ligget der i ca. 150 millioner år. Den svarte leiren dekker store deler av havbunnen på Nordvest-Europa og grunnet til det er her er fordi havet her var død og stagnerende, men det er også masse liv i resten av havet høyere oppe med vannflatene.

Dannelsen av olje og gass skjer ved at mikroskopisk planteplankton dør i havet og dette samler seg opp på de oksygenfrie områdene og med tid havner de dypere og dypere i bunnen. Over lang tid med bakteriell nedbryting vil de døde planteplanktonene utvikle seg under en voksende samling av små partikler som kalles sedimenter, blir det til flytende hydrokarboner og gass inni kildebergartene. Når kildebergartene blir begravet lengre og lengre ned, vil det

bli en økt temperatur, samt et økt trykk. Det blir en økning på ca. 25 grader per kilometer i dybden, så over flere millioner år vil det ligge et tykt lag med leire og sand over artene. Dannelsen av olje og gass skjer da når temperaturen til kildebergartene kommer på 60-120 grader, temperaturen for å danne gass trenger å være høyere enn gradene for å danne olje. Det som skjer når kildebergartene har nådd temperaturen, er at den presses ut av sandsteinen og inn i reservoaret som ligger i nærområdet. Der vil den erstatte vannet og presse seg opp over bergartene. (Norsk Petroleum, 2019).



Figur 15 Hvordan olje og gass dannes (Norskpetroleum, 2019)

7.0 Forskrifter

For å gi en bedre forståelse for lovene vi referere til når vi analyserer rapportene lengre nede skal vi skrive litt om de forskjellige forskriftene som er blitt brutt i rapportene og forklare de lovene som er brukt. I rapportene fra hendelser hos Equinor har det oppstått en mengde avvik og forbedringspunkter. Det er primært igjennom aktivitetsforskriftene og styringsforskriftene det blir referert til i forhold til avvikene og forbedringspunktene. Så for å unngå dobbel forklaring vil vi i dette kapittelet forklare paragrafene som vi bruker og i kapittel 6 hvor vi analyserer rapportene vil vi forklare på hvilken måte de er brutt i hendelsene som har oppstått og ting som kunne gått galt.

7.1 Aktivitetsforskriftene

Aktivitetsforskriftene regulerer alle petroleumsaktiviteter på norsk sokkel og på landanlegg knyttet til petroleumsaktivitet. Forskriften stiller krav til alle aktører som deltar i petroleumsaktiviteter inkludert operatører, entreprenører, leverandører og underleverandører. Aktivitetsforskriften krever at alle petroleumsaktører gjennomfører risikovurdering og risikohåndtering for å identifisere, evaluere og håndtere risiko knyttet til petroleumsaktiviteter.

Forskriftene krever også at det skal etableres og vedlikeholdes et beredskapssystem som sikrer rask og effektiv håndtering av uønskede hendelser som kan oppstå i forbindelse med petroleumsvirksomhet.

Aktivitetsforskriftene stiller krav til opplæring og kompetanse for alle som arbeider innen petroleumssektoren, og den krever at utstyr og anlegg skal utformes og vedlikeholdes slik at de tilfredsstiller sikkerhetskravene. (Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten § 21. *Kompetanse*)

Forskriftene krever også at alle hendelser og avvik skal rapporteres og følges opp for å hindre gjentakelse og forbedre sikkerheten i petroleumssektoren. Videre stiller forskriften krav til et trygt arbeidsmiljø og beskyttelse av arbeidstakers rettigheter. Aktivitetsforskriften er en av flere forskrifter som gjelder for petroleumsaktiviteter i Norge, og den er en av de viktigste forskriftene for å sikre helse, miljø og sikkerhet innen petroleumssektoren i Norge.

§21 (1) Loven sier at den ansvarlige skal være sikker på at de ansatte har den kompetansen en trenger til å utføre det arbeidet en skal med viktighet på HMS.

§20 (2b) handler om at under oppstart og i drift skal diverse viktige dokumenter i forhold til arbeider være klar og oppdater, samt at det skal være kjent for arbeiderne (Ptil, Veiledning til aktivitetsforskriften, 2014).

7.1.1 Kap. IX. Vedlikehold

Kapittel 9 i aktivitetsforskriftene er en viktig lov som setter krav til vedlikehold for bedrifter i petroleumsvirksomheten. Forskriftene stiller krav om at bedriftene må ha gode beredskapsplaner på plass, dette for å lettere kunne håndtere ulykker eller utslipp av olje eller annet som kan oppstå på en plattform eller fartøy. Det stilles også krav til utstyr og mannskap som skal være til stede på jobb og dersom en situasjon skulle oppstått. Ved å

oppfylle disse kravene skal dette være med å redusere risikoen for at skader på både miljøet og mennesker skal skje, samtidig som petroleumsvirksomheten opererer arbeidet på en sikker måte.

7.1.1.1 § 45. Vedlikehold

Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (aktivitetsforskriften) har et eget kapittel (Kap. IX) som omhandler vedlikehold. Som nevnt tidligere i oppgaven, stilles det krav til alle operatører om å ha et system for vedlikehold som sikrer at utstyr og anleggene i petroleumsvirksomheten er til enhver tid i en sikker og pålitelig tilstand.

Systemet for vedlikehold skal inneholde blant annet en plan for vedlikehold av utstyr og anlegg, en prosedyre for håndtering av avvik og feil, og en metode for å vurdere risiko knyttet til vedlikehold. Operatørene skal også sørge for at vedlikeholdsarbeidet utføres i samsvar med gjeldende standarder og bestemmelser.

Aktivitetsforskriften stiller også krav til dokumentasjon av vedlikehold, herunder dokumentasjon av utført vedlikehold, eventuelle avvik og feil. Operatøren skal også ha et system for å overvåke og evaluere effektiviteten av vedlikeholdet (Aktivitetsforskrift, §45, 2017).

7.1.1.2 § 46. Klassifisering

Klassifisering handler om krav i forhold til systemer og utstyr ved konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet av potensielle funksjonsfeil. Funksjonsfeil som kan føre til alvorlige konsekvenser skal en ansvarlig identifisere årsaker, mekanismer og sannsynlighet for svikt. Ved valg av vedlikeholds- aktiviteter og frekvens skal klassifisering legges til grunn (Aktivitetsforskrift, §46, 2017).

7.1.1.3 §47. Vedlikeholdsprogram

§47 i aktivitetsforskriftene stiller det krav til bedriftene som arbeider innenfor petroleumsnæringen om å ha gode vedlikeholdsprogram på plass. Det er krav om et program som skal oppdage svikt som kan påvirke helse-, miljø- og sikkerhetsrisiko, hvor det da skal utføres kontinuerlig forebyggende vedlikehold for å slippe dette. Det stilles krav til risikovurdering, planlegging av beredskap, opplæring av ansatte til HMS og prognoser, samt rapportering av hendelser (Aktivitetsforskrift, §47, 2017).

7.1.1.4 § 48. Planlegging og prioritering

§48 i aktivitetsforskriftene stiller krav til at det skal utarbeides en plan for hvordan utføringen av vedlikeholdsprogram og de korrigerende vedlikeholds aktivitetene. Det stilles krav til at denne planen skal være utarbeidet på forhånd slik at alle arbeiderne er klar over arbeidet som skal gjøre dersom hendelser oppstår. Det skal ligge krav til prioriteringer med en tidsfrist for når utføringen av de forskjellige vedlikeholds aktivitetene må ta sted. Dette er noe en må gjøre med hensyn til §46 (Aktivitetsforskrift, §48, 2010).

7.1.1.5 § 49. Vedlikeholds effektivitet

På grunnlag av registrert data skal evaluering av vedlikehold foregå systematisk for ytelse og teknisk tilstand for innretninger eller deler av disse. Denne evalueringen skal brukes til kontinuerlig forbedring av vedlikeholdsprogrammet, jf. Styringsforskriften §23 (Aktivitetsforskrift, §49, 2010).

7.1.1.6 § 50. Særskilte krav til tilstandskontroll av konstruksjoner, maritime systemer og rørledningssystemer

§ 50 i forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (aktivitetsforskriften) stiller krav til tilstandskontroll av tekniske, operasjonelle og organisatoriske sikkerhetsbarrierer i petroleumsvirksomheten. Bestemmelsen krever at virksomheten skal ha en systematisk tilnærming til tilstandskontroll som sikrer at barrierene fungerer som forutsatt, og at risikoen for hendelser og ulykker blir redusert til et akseptabelt nivå. Tilstandskontrollen skal utføres på alle nivåer i organisasjonen, fra ledelse til operativt personell.

Tilstandskontrollene har følgende krav:

- Identifisering av hvilke sikkerhetsbarrierer som skal ha tilstandskontroll, basert på risikovurderinger og tidligere erfaringer.
- Utvikling av en tilstandskontrollplan som beskriver hvilke metoder og frekvenser som skal benyttes for kontroll av hver enkelt sikkerhetsbarriere.
- Gjennomføring av tilstandskontroll i henhold til tilstandskontrollplanen, og dokumentasjon av resultatene.
- Evaluering av resultatene fra tilstandskontrollen, og iverksetting av tiltak dersom avvik eller feil blir identifisert.

(Aktivitetsforskrift, §50, 2018)

7.1.1.7 § 51. Særskilte krav til prøving av utblåsingssikring og annet trykk kontrollutstyr

§51 er forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten som stiller krav til tilstandskontroll av innretninger og utstyr på innretningene. §51 (1) går mer i dybden på særskilte krav med søkelys på prøving av utblåsingssikring og annet trykkkontrollutstyr. Bestemmelsen krever at virksomheten skal ha et system for prøving og vedlikehold av utblåsingssikring og annet trykkkontrollutstyr som er knyttet til brønner og brønnholdutstyr. Dette skal sikre at utstyr fungerer som forutsatt, og at risiko for utblåsning eller andre trykkrelaterte hendelser blir redusert til et akseptabelt nivå. (Petroleumstilsynet, 2018)

Hovedmålet med §51 (1) i aktivitetsforskriften er å sikre at utblåsingssikring og annet trykkkontrollutstyr på innretninger i petroleumsvirksomheten fungerer som forutsatt, og at risikoen for utblåsninger og andre trykkrelaterte hendelser blir redusert til et akseptabelt nivå. (Aktivitetsforskrift, §51, 2018)

7.2 Styringsforskriften

Petroleumsvirksomheten må forholde seg til styringsforskriften som er en forskrift om styring og opplysningsplikt, enkelte landbaserte anlegg må også forholde seg til denne. Den inneholder disse 10 kapitlene; innledende bestemmelser, risikostyring, mål, interne krav og beslutningsgrunnlag, ressurser og prosesser, analyser, oppfølging og forbedring, materiale og opplysninger, varsling og melding, rapportering og informasjon om petroleumsvirksomhet til havs, avsluttende bestemmelser.

§4 (3): En skal grundig se over hvilke løsninger og barrierer som har den største risikoreducerende effekten, noe som velges ut ifra en vurdering av flere (Styringsforskrift, §4, 2010).

§ 5 (5): En skal være kjent med hvilke barrierer og barrierelementer som er ute av drift eller har feil ved seg (Styringsforskrift, §5, 2014).

§5 (6): En skal sette opp kompensasjon og/eller reparasjon til barrieren dersom en barriere er ute av drift eller har en feil ved seg (Styringsforskrift, §5, 2014).

§6 (1): Den som er ansvarlig skal være sikker på at alt av aktiviteter og prosesser blir gjort i forsvarlig i forhold til HMS, slik at virksomheten er en sikker arbeidsplass (Styringsforskrift, §6, 2010).

§6 (3): En skal alltid ha utarbeidet nødvendige dokumenter og rapportlinjer (Styringsforskrift, §6, 2010).

§11: Når en skal ta beslutninger skal den ansvarlige vite at helse, miljø og sikkerhet er tatt hensyn til. Det skal også legges ned grunnlag for beslutninger, dette slik at det skal kunne følges opp (Styringsforskrift, §11, 2010).

§14 (5): som sier oss at dersom det blir gjort noen endringer i bemanning skal det bli gjennomgått en undersøkelse i forhold til konsekvenser innenfor HMS (Styringsforskrift, §14, 2010).

§21 (2): omhandler oppfølging som skal bidra til å identifisere dersom tekniske enheter har en feil, svakhet og mangler ved seg (Styringsforskrift, §21, 2010).

§22: Handler om at avvik ved helse, miljø og sikkerhet skal registreres av den ansvarlige. Det stilles krav om at avvikene skal korrigeres og årsaker legges til grunn. Det stilles også krav om at avvikene som oppstår skal bli forebygget, for å unngå gjentakende feil.

7.3 Rammeforskriften

Rammeforskriftene har som formål å rette fokus på at bedriftene holder høyt nivå innenfor HMS som kreves fra HMS lovgivningen. Forskriftene skal bistå til at bedriftene kontinuerlig utfører tiltak hvor en undersøker om dem utfyller alle kravene som kreves for det høye HMS nivået. Disse tiltakene skal bistå til hva de må gjøre for å opprettholde det nivået som kreves, samt videre utvikle og forbedre (Lovdata, 2023, §1).

§69: Rammeforskrift §69 handler om hvilke krav det stilles til dokumentasjon og rapportering av hendelser og avvik i petroleumsvirksomheten. Den skal bidra til sikring av sikkerheten og miljøet som er ombord på plattform (Rammeforskrift, 2023, §69).

7.4 Innretningsforskriften

Innretningsforskriften har fokus på det som omhandler utforming og utrustning av innretninger innenfor petroleumsvirksomhetene på norsk sokkel. Den stiller krav til bedriftene innenfor her i forhold til konstruksjon, drift og vedlikehold av innretningene. Innretninger er maskiner og andre apparater og verktøy som brukes på arbeidsplasser for å

få et ferdig resultat, hoved fokuset til forskriften er nemlig maskiner. Formålet med kravene er å sikre at arbeidet på maskinene blir gjort på en trygg og forsvarlig måte i forhold til HMS (Innretningsforskrift, 2001).

§9 (2): omfatter at alt av utstyr skal være merket til enhver tid, for å lettere gjøre registrering og oppdage feil med enheter (Innretningsforskrift, §9, 2001).

§10: Alle nødvendig deler for maskinene og verktøy skal ikke føre til noe tap i hoved sikkerhetsfunksjoner (Innretningsforskrift, §10, 2001).

§17(3): Det stilles krav til at minst to varslingsveier til land skal være etablert (Innretningsforskrift, §17, 2001).

§18(2): Alt av utstyr i forhold til kommunikasjon og tilhørende kraftforsyningsutstyr som blir brukt skal lages på den måten at det er beskyttet og opprettholder dens krevd funksjon hvis det skulle oppstått en fare- og ulykkessituasjon (Innretningsforskrift, §18, 2001).

§24: Det stilles krav til at det skal være rikelig med daglys inn på arbeidsplassen, samt utsyn fra arbeidslandskapet (Innretningsforskrift, §24, 2001).

§82 (2): forskrift om elektrisk anlegg i petroleumsvirksomheten og sikkerhets- og kommunikasjonssystemer på innretninger i petroleumsvirksomheten (Innretningsforskrift, §82, 2001).

8.0 Analyse, resultat & konklusjon

Her skal det analyseres en tilsynsrapport og tre granskings rapporter funnet på Ptil sin nettside, alle rapportene er utført av Ptil hos Equinor. Den første granskings rapporten er av en gasslekkasje som har oppstått på plattformen Statfjord B. Den andre granskingsrapporten er etter en brann på land basen på Mongstad og på Hammerfest LNG. Tilsynsrapporten er utført på Åsgard A som er en forsyningsbåt.

Oppsettet for hvordan rapportene analyseres er en kort forklaring av årsak, konsekvens og hvilke avvik og forbedringspunkter som er i rapporten fra Ptil og en konklusjon. Til slutt kommer det en felles konklusjon hvor det sammenlignes mellom rapportene for å se om det er mye av det samme som går igjen eller ikke. Analysering av uønskede hendelser og vedlikeholds prosedyrer er en avgjørende faktor for å forhindre alvorlige hendelser og for å sikre pålitelig og kontinuerlig drift av anlegg. I rapportene kommer det frem hvilke forskrifter og lover det er brudd på. Aktivitetsforskriftene er utviklet for å håndtere, identifisere og vurdere risiko og farer, inkludert risiko tilknyttet vedlikehold. Faktorene som

undersøkes i analysen skal kunne bidra til å forbedre effektiviteten, logistikken og sikkerheten i olje- og gassindustrien og andre bransjer.

8.1 Tilsynsrapport – Equinor - Åsgard A

Tilsyn med styring av barrierer på Åsgard A – Barrierestyring utført 07.07.22 av Ptil.

Målet med tilsynet:

“Målet med tilsynet er å verifisere at Equinor sin styring og oppfølging av barrierer på Åsgard A, er i henhold til myndighetenes krav” (Ptil, «tilsynsrapport med styring av barrierer») 7 avvik og 3 forbedringspunkter.

8.1.1 Avvik

- **Mangelfull avviksbehandling:**

Styringsforskriften §22 – Her har den ansvarlige i bedriften ikke registrert, fulgt opp, korrigert eller funnet årsak til avvik fra krav i helse, - miljø- og sikkerhetslovgivningen.

- **Mangler ved beslutningsgrunnlag og beslutningskriterier:**

Styringsforskriften §11, §82(2), §17 og §18

Manglende allsidig belysning av problemstillinger som angår helse, miljø og sikkerhet før beslutninger tas.

- **Mangler nød kraftsystem:**

Innretningsforskriften §82(2) og §24

Nød kraftsystemet hadde ikke færrest mulig automatiske utkoblingsfunksjoner for å sikre kontinuerlig drift når systemet er i nøddrift.

- **Manglende tenn kildekontroll:**

Aktivitetsforskriften §47

Innretningsforskriften §10(1)

Manglende tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak for å redusere faren for antennelse så langt som mulig.

- **Mangler ved vedlikeholdsprogram for nød avstengningssystem:**

Aktivitetsforskriften §47

Vedlikeholdsprogrammet inneholder ikke aktiviteter for overvåkning av ytelse og teknisk tilstand, som skal sikre at sviktmodi som er under utvikling eller har inntrådt, blir identifisert og korrigert. Selskapet kunne heller ikke dokumentere anleggets eller utstyrets funksjon i situasjoner der funksjonen utløses eller tas i bruk.

- **Manglende oppdatering av dokumentasjon:**

Aktivitetsforskriften §20

Mangelfull oppdatering av styrende dokumentasjon

- **Overtrykkssikring:**

Aktivitetsforskriften §24 om prosedyrer og §47

Manglende oppfølging av definerte ytelseskrav for overtrykksbeskyttelse. Mangler ved selskapets etablering av operasjonelle barrierer for overtrykkssikring av innløpsarrangement. Driftsprosedylene var ikke utformet slik at de ivaretar alle element knyttet til valgt løsning.

8.1.2 Forbedringspunkter

- **Oppfølging av barriereytelse:**

Styringsforskriften §5 om barrierer

- **Mangler ved overtrykksbeskyttelse av ringorm for noen brønner**

Innretningsforskriften §82

§19 om prosess sikringssystem

- **Mangler ved merking og skilting i anlegget**

Innretningsforskriften §10

8.1.3 Konklusjon

I denne rapporten til Petroleumstilsynet utført hos Equinor på Åsgard A observerte de 7 avvik der de påviste brudd eller manglende oppfylning av regelverket. I tillegg observerte de 3 forbedringspunkter hvor de ikke hadde nokk opplysninger til å kunne påvise at det er brudd eller manglende oppfylning av regelverket. De har både avvik og forbedringspunkter på krav

til HMS, vedlikeholdsprogram og barrierer. Rapporten var en oppfølging av tidligere tilsyn Ptil har gjennomført og ikke et tilsyn grunnet en hendelse. Men med slike brudd på lover og forskrifter kunne det utviklet seg til en hendelse.

For eksempel punktet «manglende tenn kildekontroll» her manglet de tekniske, operasjonelle og organisatoriske tiltak for å redusere faren for antennelse så langt som mulig. Her fikk Ptil vite via tilbakemeldinger at gjennom ulike prosesser innenfor vedlikeholds styring har de mistet relevant informasjon om vedlikeholds intervall og beskrivelse av jobber som man hadde opparbeidet seg over mange års drift. Det vil si at de på Åsgard A ikke har oversikt over tidligere utført vedlikehold.

(Ptil, «tilsynsrapport med styring av barrierer»).

8.2 Gransking av gasslekkasje – Statfjord B

Det oppsto to gasslekkasjer på Statfjord B i mai 2022, hvor Ptil utførte en gransking av hendelsen. Ptil oppdaget alvorlige brudd på regelverk som førte til at Equinor fikk ett pålegg.

8.2.1 Årsak

Det hadde vært en revisjonsstans på plattformen og det var i sammenheng med starten opp igjen det oppsto en lekkasje. Det var en lekkasje i to rør som de brukte til trykkavlastning, lekkasjen oppsto på grunn av hull i disse rørene.

Grunnlaget for hull er rust på rørene og en det er derfor grunn til å tro det har vært mangel på vedlikehold.

8.2.2 Konsekvens

Konsekvensene av hullene i rørene som oppsto var en gasslekkasje på totalt 285 kilo eksportgass. Det førte til en nedstigning og forsinkelse av oppstarten etter revisjonsstansen på ca. to døgn.

I forhold til annet materiell og arbeidere ombord var konsekvensene små. Ingen materiell utenom rørene som hadde lekkasjen fikk noe skade påført, og det var ingen personskader.

8.2.3 Avvik

- **Mangelfull styring av helse, miljø og sikkerhet:** Avviket har brutt Styringsforskriften §6 (1) Styringsforskriften §21 (2). Det ble ikke gjennomført en

kontroll på overflaten og rust som var på rørene. Dette ble kjent som et avvik da det ikke ble gjennomført en HMS-kontroll på de aktivitetene, ressursene og prosessene som skulle blitt gjort for å sikre at enhetene til virksomheten var forsvarlig og hadde kontinuerlig forbedring.

- **Mangelfull kjennskap til svekkelser i barrierer og barrierelementer:** Styringsforskriften § 5 (5) er blitt brutt, dette på grunnlag av at bedriften ikke har sjekket hvilke barrierer og barriereelementer som ikke har vært i sin krevde funksjon eller svekket.
- **Mangelfull merking av utstyr:** Brudd på innretningsforskriften §9 (2). Rørene hvor lekkasjen befant seg i var ikke merket, noe som gjorde at det ikke var lagt til rette for sikker drift og gjennomføring av forsvarlig vedlikehold.
- **Mangelfullt vedlikehold:** Rusten som oppsto på rørene kunne blitt forebygget eller stoppet for å bli så stor som den ble dersom bedriften hadde utført tilstrekkelig med vedlikehold på rørene som lekkasjen oppsto i. Dette har ført til brudd på aktivitetsforskriftene §45.
- **Mangelfullt vedlikeholdsprogram:** Aktivitetsforskriften §47 (2) ble brutt i forhold til dårlig sikring av vedlikeholdsprogram. Vedlikeholdsprogram skal kunne identifisere når en svikt kan inntreffe og dermed kan en utføre prediktivt vedlikehold, slik at en kan unngå svikt. Dersom Equinor hadde hatt et fungerende vedlikeholdsprogram kunne de unngått at rusten inntraff og rørene hadde hatt sin krevde funksjon.
- **Manglende kriterier for vedlikehold:** Det har vært brudd på aktivitetsforskriften §48 (2) som sier at det skal være prioritert utføring av vedlikeholds aktiviteter på enheter innen en tidsfrist. Arbeiderne på SFB har ikke definert kriterier på når utføringen av vedlikeholds aktiviteter på rørene hvor lekkasjen oppsto skulle ta sted.
- **Effektivitet av vedlikehold:** Å ha effektivitet i vedlikeholds aktivitetene står i aktivitetsforskriftene §49 (1). Utviklingen av rusten er noe som skjedde med tid og

hadde Equinor hatt en evaluering av vedlikeholdet og sett om det er nødvendig for å utføre vedlikehold igjen, kunne rusten vært unngått.

8.2.4 Forbedringspunkter

- **Bedre utredning av konsekvenser for HMS ved endringer i bemanning om bord på SFB og organisasjonen på land tilhørende SFB:** Brudd på styringsforskriften §14 (5) det har blitt gjort endringer i bemanningen på SFB og Ptil ikke har sett at Equinor har utført en undersøkelse for å vite at alt av bemanning er klar over konsekvensene med arbeidet i forhold til HMS. Dette ikke er blitt gjort på SFB i forhold til inspeksjon og vedlikehold på rørene som lekkasjen oppsto i.
- **Bedre sikring av kompetanse (etterslep på opplæring):** Brudd på Aktivitetsforskriften §21 (1). Sikring av at arbeiderne har fått den opplæringen en trenger er også noe som ikke er blitt vist at Equinor har utført. Det vises til at dem ikke har utført opplæring i tide til arbeidet og mangelen på opplæring har ført til risiko og skader forbundet med arbeidet på SFB.
- **Mangelfull aktivering av deluge:** Brudd på styringsforskriften §4 (3) da Equinor ikke hadde den beste barriere løsningen når det kom til hva som var mest risikoreducerende på SFB. Når lekkasjen oppstå ble det ikke utløst deluge automatisk, selv etter det var gitt beskjed av beredskapslederen at det skulle gjøres.
- **Bedre planer for oppkjøring av anlegget etter revisjonsstans:** Styringsforskriften §6 (3) og aktivitetsforskriften §20 (2b). Etter revisjonsstansen Equinor hadde på SFB i 2022 var det ikke utført et godt nok arbeid i forberedelsen til oppstart igjen. Det skal ikke ha vært godt kjennskap til dokumenter og plan for de ansatte før oppstarten, samt at det hadde vært en utskiftning i arbeidere hvor det var mangel på kompetanse.
- **Bedre tiltak for evakuering:** Styringsforskriften §5 (6). Til enhver tid skal det være minst to evakueringsveier i et bemannet område, dette er noe som står i sikkerhetsstrategien, appendiks B. Under lekkasjen var nemlig en av utgangene sperret av et stilas, som bryter loven på grunnlag av at det ikke var noe kompensert evakueringsvei på SFB.

- **Bedre sikring av handlingsmønster:** Aktivitetsforskriften §21 (1). Ptil fikk opplyst at det var to arbeidere som fikk ansvar for alarmreaksjonslaget når lekkasjen oppsto. Disse personene var ikke sikret på forhånd at hadde den kompetansen på trengs for å håndtere slike situasjoner som oppsto på SFB.

8.2.5 Konklusjon

Etter å ha gått igjennom rapporten fra Ptil sin gransking av gasslekkasje på Statfjord B kan det konkluderes med at det er en stor usikkerhet rundt arbeidet på SFB. Denne granskingen har ført til at det er oppdaget alvorlige brudd av regelverket noe som har ført til at Equinor har fått et pålegg. Hovedgrunnlaget for pålegget er avviket i forhold til HMS, vedlikehold og vedlikeholdsprogram. Grunnen til det kan være fordi dette er de tre største faktorene som kunne ha gjort at lekkasjen ikke oppsto.

Med rettsgrunnlag fra rammeforskrift §69 har Equinor fått et pålegg etter brudd på regelverket, da de har mangler på rapportering av flere alvorlige avvik som førte til gasslekkasjen.

De har et avvik som omhandler mangel på vedlikeholdsprogram, dersom de hadde implementert et mer effektivt vedlikehold inn i bedriften kunne en unngått dette. Ved å ha et vedlikeholdsprogram som er i sin krevde funksjon, skal det gi beskjed om når det bør utføres vedlikehold på enheter, enten det er prediktivt vedlikehold eller forebyggede. Det skal også kunne oppdage om det har oppstått noe form for svikt på enhetene, og på grunn av denne oversikt en får over enhetene har en mulighet for å unngå slike hendelser som i dette tilfelle har oppstått, da de ikke hadde vedlikeholds programmet i sin krevde funksjon. Prediktivt vedlikehold er også en metode for vedlikehold som unngår at svikt oppstår på enheter, hvert fall i tilfellet som her. Dersom vedlikehold hadde blitt gjort regelmessig på rørene før rusten oppsto, kunne det ha blitt unngått. Dette skyldes at ved å bruke prognoser fra vedlikeholds programmene kunne man ha forutsett omtrent når rusten ville oppstå og vedlikehold trengtes.

8.3 Granskningsrapport: Granskning av brann på Mongstad

Den 3.juli 2022 oppsto det en brann på Equinor sitt raffineri på Mongstad. Brannen oppsto som følger av en lekkasje i en termoflens på en rørlinje. Innholdet i rørlinjen hadde en

temperatur på rundt 520° celsius og selvantente når det kom i kontakt med luft. Lekkasjeraten er beregnet til å ha vært omtrent 0,55 kg/s.

8.3.1 Årsak

Direkte årsak til brann lekkasjen av selvantennelig hydrogenrik nafta. Dette skjedde trolig på grunn av tap av forspenning i boltene til temperatursensoren. Men granskingen peker også på flere bak forliggende årsaker som: forspenning av bolter, kvalitet i planlegging av jobbpakke, gjennomføring av isolering i jobbpakke, kvalitetskontroll av jobbpakke, mangelfull oppfølging av termolommer generelt på anlegget og høyt arbeidspress.

8.3.2 Konsekvenser og potensielle konsekvenser

De faktiske konsekvensene av brannen er total stans av flere prosessanlegg i underkant av tre uker som medførte betydelig produksjonstap. De mulige konsekvensene kunne vært dødelig om personell hadde oppholdt seg i ulykkesområdet. I verste fall kunne en antennelse av mediet i overliggende rørgate ha medført eskalering av brannen som ville medført store materielle ødeleggelser. Hvis brannen hadde blitt sluket tidlig i brannforløpet, før tårnet var trykkavlastet, kunne dette medført en gassky på avveie som kunne fått forsinket antennelse. Det var altså en bevist handling å ikke slokke brannen, nettopp for å unngå dette scenarioet.

8.3.3 Avvik

- **Mangler ved anleggets utforming og vedlikehold:** Termolommefflensen var plassert på en slik måte at det ikke var mulig for operatørene å gjennomføre nødvendig og forsvarlig vedlikehold. Dette førte til at «flangen» ikke var vedlikeholdt i det hele tatt. Dette er brudd på §45 i *aktivitetsforskriftene under kapittel IX som omhandler vedlikehold*.
- **Mangler ved arbeidsprosessen for overflatebehandling:** Den ansvarlige hadde ikke sikret at arbeidsprosessen for overflatebehandling ivaretok kraven for helse, miljø og sikkerhet. Samtidig viser Ptil til brudd på *Styringsforskriften §13 Arbeidsprosesser*. Equinor sine egne etablerte krav for rørstrekk mellom reaktor og ovner ble ikke fulgt. Flangene i rørstrekningen ble isolerte selv om Equinor sine egne anbefalinger tilråder det motsatte.

- **Mangler ved risikoanalyse:** Den risikoanalysen som var utarbeidet i forbindelse med ulykkessituasjonen identifiserte ikke fare ved selvantennelige medier i brannområdet. Dette er brudd på § 17 – *Risikoanalyse og beredskapsanalyser*. Der står det at den ansvarlige skal utføre og utarbeide en risikoanalyse som gir et nyansert og helhetlig bilde av risikoen forbundet med virksomheten.

8.3.4 Forbedringspunkter

- **Trykkavlastning i en hendelse kan forbedres:** Ptil sin vurdering av hendelsen er at en raskere trykkavlastning gjennom å åpne kontrollventilen fullt ut med en gang, eller ved å aktivere nød avlastning, ville ha tatt ned energien i brannen raskere. Måten trykkavlastning ble gjennomført på, indikerer mangelfull trening på trykkavlastningssenarioer. Under intervjuet kom det frem at simulatorentrening hadde vært utsatt på grunn av covid-restriksjoner.
- **Varsling og melding av fare- og ulykkessituasjoner kan forbedres:** I følge Ptil har ikke operatørene varslet eller meldt ifra til Petroleumstilsynet ved tidligere hendelser med stikkflammer fra flenser i A-1400 anlegget. I løpet av granskningen har Ptil fått informasjon om hendelser med antenning av hydrogenrik gass i samme anlegg, som ikke er rapportert til Ptil.
- **Læring etter hendelser kan forbedres:** Den ansvarlige har tilsynelatende ikke sørget for kontinuerlig forbedring av helse, miljø og sikkerhet, da anbefalinger fra fagmiljø om å bytte pakningstype for flenser i R-1400 ble mangelfullt fulgt opp. Pakningstype for flenser i R-1400 er diskutert ved flere anledninger, som resultat av aksjoner etter hendelser, men informasjonen har ikke blitt tilstrekkelig håndtert av fagmiljø på Mongstad.
- **Sikring av tekniske funn og beviser kan forbedres:** Rutiner og prosedyrer for sikring av åsted og tekniske beviser etter en hendelse er mangelfulle og lite kjent blant driftspersonell. Equinor Mongstad har ikke hatt retningslinjer for sikring av

åsted og tekniske funn etter en uønsket hendelse. Dette kan føre til at tekniske undersøkelser i etterkant kan bli vanskeligere å gjennomføre. Det må være klarere definisjoner på hvordan et åsted skal sikres i etterkant av en ulykke, samt hvordan bevis skal sikres.

8.3.5 Konklusjon

Sikkerhetsgranskningen av brannen på Equinor sitt raffineri på Mongstad 3.juli.2022 avdekket flere alvorlige forbedringspunkter og brudd på regelverket. Petroleumstilsynets vurdering av hendelsen var at en raskere trykkavlastning gjennom å åpne kontrollventilen fullt ut med en gang eller ved å aktivere nød avlastning. Da ville det ha tatt ned energien i brannen raskere. Det ble også påpekt at måten trykkavlastningen ble gjennomført på, indikerer mangelfull trening på trykkavlastningsscenarioer, noe som er et brudd på §17 i Risikoanalyse- og beredskapsforskriften. Under intervjuene petroleumstilsynet foretok seg, kom det også frem at simuleringstrening hadde vært utsatt på grunn av covid-restriksjoner. Dette indikerer mangelfull trening på beredskapssituasjoner og et brudd på Styringsforskriften §13 om krav til risikostyring. Det ble også påpekt at varsling og melding av fare- og ulykkessituasjoner kan forbedres.

I følge Ptil hadde ikke operatørene varslet eller meldt fra til Ptil ved tidligere hendelser med stikkflammer fra flenser i A-1400 anlegget, som er et brudd på aktivitetsforskriftene §45 under kapittel IX som omhandler vedlikehold. Forbedringspunktene viser behovet for bedre opplæring av ansatte, tettere oppfølging av risikoanalyser, bedre vedlikehold av anlegg og bedre varslingssystemer. Det er avgjørende å forebygge ulykker og redusere skader på ansatte og ødeleggelse av anlegg. Ved å implementere tiltak som adresserer disse forbedringspunktene, kan Equinor øke sikkerheten på raffineriet og unngå lignende hendelser i fremtiden og sikre etterlevelse av regelverket.

8.4 Gransking av brann – Hammerfest LNG

28. september 2020 oppstå en brann i luftinntaket til turbin 4 på Hammerfest LNG. Hammerfest LNG var på tidspunktet i en oppkjøringsfase etter de har hatt en stans i driften, hvor turbinen ikke var i bruk da den var nede på grunn av feil på olje filteret.

8.4.1 Årsak

Det har blitt utført branntekniske forsøk av temperaturutvikling i filterhuset som er årsaken for at brannen i turbinen oppsto. Det oppsto høy temperatur på overflaten i filterhuset som mest sannsynlig utløyste brannen.

8.4.2 Konsekvens

Konsekvensen av brannen var skader på materialet rundt luftinntaket og filterhuset til turbinen brannen oppsto i. Det medførte også følge skader etter at brannen var slokket på elektrisk- og mekanisk- utstyr.

8.4.3 Avvik

- **Ledelse og styring:** Brudd på styringsforskrift §21. Det har vært et avvik når det kommer til oppfølging av og overholdelsen av regler. Dette har ført til manglede dokumentasjon, noe som er viktig at er på plass spesielt etter at det har vært en stans i driften.
- **Bemanning i organisasjonen:** Brudd på styringsforskrift §14. Her har det oppstått et avvik da det ikke har vært nok ansatte til stede i alle faser av virksomheten. Det har vært en mangel på ressurser og bemanning under brannen.
- **Risikoanalyser:** Ved mangler på risikovurdering er det blitt oppdaget brudd på §17 i styringsforskriften. Det skal bli utført en risikovurdering dersom det er noe mulighet for lekkasjer og brann på turbiner.

Det har også vært brudd på vedlikehold av filtrene til turbinen og dårlig med oversikt over eksterne beredskapsressurser, men dette har ført til brudd på den tekniske og operasjonelle forskriften i forhold til vedlikehold. Dette er en forskrift vi ikke har valgt å fokusere på og derfor blir disse avvikene ikke lagt like stort fokus på.

8.4.4 Forbedringspunkt

- **Loggføring/tavleføring:** Det ble oppdaget mangel på loggføring og dokumentasjon fra beredskapsledelsen i forhold til iverksetting av tiltak som måtte til for å håndtere deler av hendelsen som oppsto. Dette har ført til brudd på styringsforskriften §20.

Det er også her to til forbedringspunkter som går på oversikt over ytelse i beredskapsplanen og oppfølging av lekkasjer fra anti-isingspaneler. Disse to forbedringspunktene har i likhet

med de siste avvikene at det er mangel på tekniske og operasjonelle forskrift, som vi ikke har fokusert på.

8.4.5 Konklusjon

Basert på rapporten fra Ptil kan man konkludere med at brannen som oppsto i turbin 4 på Hammerfest LNG oppsto på grunn av høy temperaturutvikling i filterhuset. Konsekvensene av brannen som oppsto var skader på filterhuset, skader på materiell rundt luftinntaket, og ytterlige skader på mekaniske og elektrisk utstyr. I rapporten blir det identifisert flere avvik, deriblant brudd på styringsforskriftene som omhandler ledelse og styring, bemanning i organisasjonen og risikoanalyser. Avvikene påviste mangler på dokumentasjon og oppfølging av regler, noe som er særdeles viktig etter stans i drift og produksjon. Videre omtaler rapporten et behov for bedre risikovurdering når det kommer til muligheter for lekkasje, brann i turbiner, bedre vedlikehold av filter og en økt oversikt over eksterne beredskapsressurser.

I rapporten blir det også påpekt at forbedringspunkter blant annet blir det nevnt manglende loggføring og dokumentasjon fra beredskapsledelsen. Dette blir knyttet opp mot iverksetting av tiltak som måtte til for å håndtere deler av hendelsen som oppsto. Som nevnt tidligere er dette et brudd på styringsforskriften §20. Det er viktig å ha god dokumentasjon og loggføring av alle tiltak som blir iverksatt i forbindelse med en hendelse som oppstår, slik at man kan ta læring av hendelsen og forbedre beredskapen i fremtiden. Forbedringer på overnevnte punkter vil bidra til en bedre og mer effektiv beredskap, og vil hjelpe med å redusere risikoen for alvorlige hendelser i fremtiden.

8.5 Felles trekk i rapportene

Tabellene nedenfor viser avvikene og forbedringspunktene fra de 4 rapportene.

Tabellene skal gi en bedre oversikt over hvilke avvik og forbedringspunkter som gjentar seg i flere av rapportene og hvilke som er egnet for hver av rapportene. Avvikene er hoved fokuset i analysen, men forbedringspunktene blir også nevnt og analysert for at diskusjonen og konklusjonen skal bli lettere å forstå.

Avvik	Statfjord B	Åsgard A	Mongstad	Hammerfest LNG
Styring av HMS	X	X		
Kjennskap til svekkelser i barrierer og barriereelementer	X			
Merking av utstyr	X			
Vedlikehold	X		X	
Vedlikeholdsprogram	X	X		
Kriterier for vedlikehold	X			
Effektivitet av vedlikehold	X			X
Manglende oppdatering av dokumentasjon		X		X
Mangelfull avviksbehandling		X		X

Tabell 1: Avvikspunkter fra rapportene

Her viser tabellen med avvik at det går igjen mye brudd på vedlikehold, effektivt vedlikehold, kriterier for vedlikehold. Selv om det ikke er krysset av på alle punktene ved alle rapportene viser det at mangel på vedlikehold er gjentakende i Equinor. For en bedrift som Equinor kan de tape mye verdi på mangelfullt vedlikehold. Fordi i teorien kommer verdien av vedlikehold fra å levere maks tilgjengelighet til minst mulig kostnader. Det vil si at Equinor kan tape tid og penger på mangelfullt vedlikehold. Oppgavene ved vedlikehold i praksis må prioriteres og derfor kan teorien om verdien av vedlikehold være vanskelig å utføre 100%. Men tabellen viser at det er mangel på prioritering av vedlikehold flere plasser hos Equinor.

Forbedrings punkter	Statfjord B	Åsgard A	Mongstad	Hammerfest LNG
Bedre utredning av konsekvenser for HMS ved endringer i bemanning om bord	X			X
Bedre utredning av konsekvenser for HMS ved endringer i bemanning på land tilhørende	X			

Bedre sikring av kompetanse (etterslep på opplæring)	X		X	
Mangelfull aktivering av deluge	X			
Bedre planer for oppkjøring av anlegget etter revisjonsstans	X			
Bedre tiltak for evakuering	X			
Bedre sikring av handlingsmønster	X		X	X
Oppfølging av barriereytelse		X		
Mangler ved overtrykksbeskyttelse av ringorm for noen brønner		X		
Mangler ved merking og skilting i anlegget		X		

Tabell 2: Forbedringspunkter fra rapportene

Forbedringspunktene er relativt like avvikene, men Ptil kan ikke skrive det som avvik på grunn av manglende bevis. Her viser det mer brudd på HMS og fare for personell som for eksempel punktet for «bedre tiltak for evakuering», «bedre sikring av kompetanse» og «bedre utredning av konsekvenser for HMS ved endringer i bemanning og bord». Disse HMS-punktene kan gå inn under avviket «styring av HMS» eller «manglete dokumentasjon» som er avvik hos Statfjord B, Åsgard A og Hammerfest LNG.

Vedlikehold og vedlikeholdsprogram er en viktig faktor for å ha god HMS, alle tre rapportene har tilfelles at de har avvik med mangler på vedlikehold eller vedlikeholdsprogram. To av avvikene som gikk igjen i alle rapportene var §47 Vedlikeholdsprogram og §45 vedlikehold. Brudd på §47 hadde både Statfjord B og Åsgard A, og brudd på §45 hadde Statfjord B og Mongstad. Mongstad hadde ikke brudd på §47 og Åsgard A hadde ikke brudd på §45, men disse to forskriftene går litt under hverandre. Dersom det er mangel på vedlikeholdsprogram går det ut over vedlikeholdsarbeidet på enhetene som trenger vedlikehold. Da det kan være vanskeligere å oppdage en eventuell feil, som resulterer i mangel på vedlikehold. Dersom det er mangelfullt vedlikehold og en feil på enheten ikke oppdages, kan det skyldes mangelfullt vedlikeholdsprogram som skal kunne identifisere feil.

Vedlikehold skal hjelpe bedriften med å opprettholde produksjon, sikkerhet og pålitelighet til systemene og utstyret. Her finnes det ulike teknologiske hjelpemidler som skal hjelpe med vedlikeholds prosessen. For eksempel RCM-analyse som prioriterer systemfunksjonene i forhold til hms, produksjonstilgjengelighet, økonomi og skal gi et bilde over risiko. I tillegg identifiserer den også effektive vedlikeholdstiltak for komponenter ved forebyggende system funksjoner og hvordan disse kan svikte. Det er derfor viktig å koordinere aktivitetene som må gjøres ved vedlikehold på alle enheter slik at den kan opprettholde sin krevde funksjon og bedriften kan ha et effektivt vedlikehold og unngå svikt.

I mai 2022 skjedde gasslekkasjen på Statfjord B hvor ett av avvikene var dårlig merking av utstyret. 3 juli 2022 oppsto brannen på Mongstad hvor det ikke var noe avvik på merkingen av utstyret. Og 7 juli 2022 hadde Ptil tilsyn på Åsgard A hvor merking av utstyr var et forbedringspunkt.

Dette kan tyde på at plattformene og basene innad i bedriften har fått med seg pålegget Equinor fikk på SFB og er dermed mer oppmerksom i forhold til viktigheten med merkingen av utstyret. Dette på grunn av at Mongstad har større kapasiteter til lagring og oppbevaring er det lettere å ha kontroll og en god oversikt over utstyret og merkingen av dette. Ute på en plattform og i et forsyningsskip er tilgjengeligheten og rom for lagring mye mindre, som kan gjøre at det blir vanskeligere å holde en god oversikt og ett system.

Alle rapportene har brudd på enten styring av barrierer, mangelfullt vedlikehold og HMS. 3 av hendelsen har skjedd i løpet av de siste 3 årene og er derfor veldig representative for dagens samfunn. Den siste rapporten er en oppfølging av tidligere tilsyn som viser at de ikke har klart å forbedre alle punktene. De kan alle knyttes opp mot hverandre i forhold til likheter på avvik og forbedringspunkter, i forhold til den bærekraftige utviklingen verden er i.

9.0 Diskusjon

Denne delen av oppgaven blir forskningsspørsmålene svart på som skal brukes senere for å besvare problemstillingen. Forskningsspørsmålene skal gi en økt forståelse for hvorfor aktivitetsforskriftene er så viktige for HMS i petroleumsvirksomheten og gi et grunnlag for refleksjon og diskusjon for hvordan å forebygge de gjentagende avvikene i rapportene. Forskningsspørsmålene skal også gi en dypere forståelse av hvordan økt bevissthet rundt

avvik og mangelfullt vedlikehold kan påvirke sikkerheten, bærekraftigheten og logistikken i bransjen.

Forskningsspørsmålene:

- Hvorfor er aktivitetsforskriftene et grunnleggende og viktig lovverk for petroleumsvirksomheten?
- Hvor viktig er vedlikehold for å opprettholde god HMS?
- Hvordan påvirkes logistikk av mangelfullt vedlikehold?
- Hvilke barrierer blir brutt i Ptil rapportene? Og hvordan kan analysen av rapportene bidra til å hjelpe virksomheter i petroleumsnæringen med å forbedre barrierene?
- Hvordan kan vedlikehold hjelpe virksomheter i petroleumsnæringen til å bli mer bærekraftig?

Hvorfor er aktivitetsforskriftene ett grunnleggende og viktig lovverk for petroleumsvirksomheten?

Aktivitetsforskriftene er viktige innenfor petroleumsvirksomheten slik at det skal være et likt lovverk for alle bedriftene innenfor virksomheten som alle må arbeide mot. Aktivitetsforskriftene setter krav til bedriftene i forhold til HMS på arbeidsplassen og skal beskytte arbeiderne og miljøet for at uønskede hendelser ikke skal oppstå på arbeidsplassen. Det er spesielt for petroleumsvirksomheter offshore lokalisert på norsk sokkel.

Aktivitetsforskriftene er delt inn i 20 kapitler og kapittel 9 om vedlikehold er det kapittelet som er mest relevant for denne oppgaven. Vedlikehold kapittelet går grundig til verks i alt innenfor vedlikehold. Det setter krav til bedrifter i petroleumsnæringen om hvordan de skal klassifisere utstyr og systemer med utgangspunkt i konsekvenser ved HMS. Vedlikehold og vedlikeholdsprogrammer skal inneholde registrert og oppdatert data, det skal legges en plan for utføring av vedlikehold og kontinuerlig forbedring på grunnlag av dataen som er samlet inn. Aktivitetsforskriftene er et viktig og grunnleggende lovverk fordi den skal bidra til trygge arbeidsplasser og beskytte miljøet. Ved å kreve risikovurderinger og risikohåndtering av ulike risikoer som kan oppstå, og ved reguleringer i forhold til kvalitet og kompetanse på utstyr. Slike vurderinger og håndtering kan forebygge uønskede hendelser som skade på materiell eller personell.

Hvor viktig er vedlikehold viktig for å opprettholde god HMS?

God HMS handler om å redusere risiko og farer for å unngå ulykker og hendelser som kan påvirke helse, miljø og sikkerhet. Prioritering av vedlikehold er viktig for å unngå stans i produksjon på grunn av manglende prediktivt vedlikehold. Hvis en svikt har oppstått på et utsyr må det utføres korrigerende vedlikehold for å få utstyret tilbake til sin krevde funksjon, men ved å utføre prediktivt vedlikehold gir det en mulighet til å ligge foran svikten. For å opprettholde god HMS på arbeidsplassen er det viktig å passe på at svikt og feil ikke oppstår på enheter som kan føre til fare på arbeidsplassen, som for eksempel gasslekkasje. Dermed gjør det at vedlikehold er viktig for god sikkerhet på arbeidsplassen, men også for helse og miljø.

Gasslekkasje er en vedlikeholds feil som burde blitt fikset før svikten inntreffer ved å bruke prediktivt vedlikehold. Gassen kan være helse skadelig for arbeiderne og det kan ha store miljø konsekvenser som forurensning. Gasslekkasjen som skjedde på Statfjord B, hvor det var mangel på prediktivt vedlikehold, blir alternativet korrigerende vedlikehold. Dette er vedlikehold som må gjennomføres etter at en svikt eller feil allerede har oppstått. Dette er veldig ugunstig, da korrigerende vedlikehold medfører både store kostnader og kan være veldig tidkrevende. En slik type vedlikehold har også en tendens til å føre til uforutsette driftsavbrudd som kan påvirke produksjonen svært negativt.

Hvordan påvirkes logistikken av mangelfullt vedlikehold?

For å få en god flyt i arbeidet er det viktig med en god logistikk som vil si at planlegging, lagring og administrasjon av håndtering av materialer og produkter i en bedrift. Mangelfullt vedlikehold kan føre til en rekke med konsekvenser for bedriften, arbeiderne og kundene. På en oljerigg kan en svikt på en enhet føre til en stor revisjonsstans dersom en lar det bli større enn den egentlig var, noe som kan skape store problemer for bedriften, som at det kan oppstå store økonomiske tap og forsinkelser. Rapporten fra Statfjord B var om en gasslekkasje på to rør, denne vedlikeholds feilen førte til en økt risiko for at en ulykke og helseskader kunne ha oppstått på dem som har arbeidet rundt disse rørene. Mangelfullt på vedlikeholdet kan også føre til at levetiden til utstyret kan bli redusert og de må byttes ut tidligere enn planlagt som også resulterer i høyere kostnader og forsinkelser i logistikken.

Mangelfullt vedlikehold kan også påvirke logistikken på flere måter. Som nevnt tidligere, kan svikt på en enhet som eller komponent føre til at planlagte oppgaver og aktiviteter ikke kan holde frem, og dermed skape forsinkelser i hele logistikkprosessen. Dette kan igjen føre til at tidsplaner ikke blir overholdt og det kan oppstå negative konsekvenser for både bedriften, arbeiderne og kundene.

Hvilke barrierer blir brutt i Ptil rapportene? Og hvordan kan analysen av rapportene bidra til å hjelpe virksomheter i petroleumsnæringen med å forbedre barrierene?

Det er flere typer barrierer som blir brutt, deriblant tekniske, organisatoriske og operative barrierer. Eksempler på tekniske barrierer som blir påvist brudd i granskingsrapporten om Mongstad, er en brann-detektor som var ute av drift i området hvor brannen oppsto. Ved dette tilfellet hevdet Equinor at et (CCTV) kamera erstattet den defekte brann-detektoren for området. Det kan diskuteres om dette er en god nok erstatning for den tiltenkte barrieren, da en brann-detektor naturligvis vil gi raskere varsling og være med på å forminske skadeomfanget.

Det ble også brutt flere organisatoriske barrierer ifølge rapportene. Som for eksempel manglende rutiner for oppfølging av vedlikehold og utilstrekkelig opplæring av personell. Som tidligere nevnt i oppgaven er dette brudd på §22 i Aktivitetsforskriften hvor det sies «*Arbeidstakerne skal gis nødvendig opplæring i sikkerhet og helsemessige forhold, og opplæringen skal foregå i arbeidstiden. Det skal settes kriterier for hva som er nødvendig opplæring*» (Lovdata, 2022, §22).

Både på Mongstad og Statfjord B kan vi se eksemplet på brudd av operative barrierer som er knyttet til bedre sikring av handlingsmønster ved uønskede hendelser. På Mongstad ble det som tidligere nevnt, ikke meldt om eller rapportert om tidligere hendelser ved stikkflammer fra flenser i A-1400 anlegget. Og hendelser med antennelse av hydrogenrik gass ble ikke rapportert til Ptil. Dette tyder på at det er et behov for å forbedre varsling- og rapporteringssystemene for fare- og ulykkesituasjoner på anlegget. På Statfjord B hadde ikke personalet som fikk ansvaret for alarmreaksjonslaget den nødvendige kompetansen og opplæringen for å håndtere situasjonen som oppsto. Dette viser oss at det er viktig å sikre at personell som blir satt i slike ansvarsområder får riktig og tilstrekkelig med opplæring for å håndtere slike situasjoner.

Hvordan kan vedlikehold hjelpe virksomheter i petroleumsnæringen til å bli mer bærekraftig?

Petroleumsnæringen er ansvarlig for store deler av materiell og energi flyten, i en verden hvor det er begrenset med ressurser. Bærekraft handler om å dekke dagens behov uten å ødelegge for fremtidens generasjoner. Begrepet omfatter at ressurser som er brukt må bli tatt vare på og at det kan oppnås ved hjelp av vedlikehold på ressursene får å få lenge leve tid og dermed bedre utnyttelse av ressursene.

Økonomisk sett er også vedlikehold bærekraftig for bedriften da det gir dem mulighet til å forlenge levetiden, noe som gjør at bedriften slipper å kjøpe nytt.

Nedenfor er 5 punkter som forklarer hvorfor vedlikehold er bærekraftig:

- **Forlenge levetiden til ressursene.** Dette reduserer behovet for hyppige utskiftninger og nyanskaffelser.
- **Redusert ressursforbruk.** Ved å optimalisere driftsytelse kan vedlikehold bidra til å redusere ressursforbruket.
- **Forebygging av uforutsette hendelser og nedetid.** Ved hjelp av forebyggende vedlikehold kan man forhindre driftsstans og forebygge økt ressursforbruk.
- **Optimalisere energieffektivitet.** Installering av energieffektive systemer og utnytte automatiseringsteknologi som er med på å redusere karbonavtrykket og annen miljøpåvirkning.
- **Fokus på sikkerhet og helse.** Ved identifisering og håndtering av mulige farer kan man redusere arbeidsrelaterte skader og ulykker.

Økonomiske forhold: Vedlikehold kan bidra til at bedrifter blir mer bærekraftige på flere måter. Effektivt vedlikehold kan være med på å redusere kostnader knyttet til driftsstans og uforutsette reparasjoner. Ved å opprettholde utstyr og infrastruktur og god standard, kan bedriftene unngå store økonomiske tap og opprettholde en jevn produktivitet. Dette bidrar til bedriftens bærekraftige og langsiktige lønnsomhet.

Sosiale forhold: Arbeidsmiljø og sikkerhet for ansatte kan forbedres ved jevnlig og nøye planlagt vedlikehold. Om utstyr og fasiliteter blir jevnlig vedlikeholdt, reduseres risikoen for arbeidsulykker og helseproblemer på arbeidsplassen. Dette er noe som fører til økt trivsel, bedre arbeidsmoral og lavere sykefravær blant ansatte. Det vil si at bedrifter som tar

vare på sine ansatte gjennom vedlikeholdstiltak, styrke sitt omdømme og opprettholde sitt forhold til samfunnet rundt seg.

Miljømessige forhold: Vedlikehold kan være med på å redusere ressursforbruk og avfallsmengden til bedrifter. Ved å holde infrastruktur og utstyr i god stand, forlenges levetiden og forebygger behovet for hyppig utskifting av ressurser. Dette kan være med på å redusere ressursutnyttelsen forbundet med konsum og produksjon, spesielt i petroleumsnæringen.

Videre kan vedlikehold inneholde tiltak for energieffektivisering og en mer miljøvennlig praksis som for eksempel rutinemessige inspeksjoner, diverse energisystemer eller implementeringer av grønnere teknologier. Disse eksemplene viser et begrenset utvalg av vedlikeholdstiltak som har potensiale til å fremme bedriftens bærekraft og oppfylle bedriften eller organisasjonens satte miljømål. Bærekraftig vedlikehold kan sees på som et av «bærekraftsmålene» i petroleumsindustrien. Som nevnt tidligere innebærer dette blant annet å ta vare på utstyr, anlegg og infrastruktur på en måte som minimerer miljøpåvirkningene og bidrar til langsiktig bærekraftighet. Petroleumsindustrien har historisk sett gitt fra seg et stort avtrykk på miljøet, og det kan derfor sees på som en nødvendighet å implementere praksiser og teknologier som reduserer denne påvirkningen.

Et vedlikeholdsprogram kan være et betydelig bidrag til mer bærekraftig vedlikehold. Ved å implementere et strukturert vedlikeholdsprogram kan en organisasjon eller en bedrift oppnå flere bærekraftige fordeler. For det første kan et vedlikeholdsprogram bidra til å forlenge levetiden til utstyr og eiendeler. Ved å utføre jevnlig vedlikehold, inspeksjoner og reparasjoner kan man redusere slitasjen og forhindre feil og skader. Dette fører til en lengre levetid på utstyret og redusere behovet for hyppige utgifter eller nyanskaffelser. Som et resultat av dette reduseres ressursforbrukene og avfallsmengden forbundet med produksjon transport av nytt utstyr. For det andre kan et vedlikeholdsprogram bidra til å optimalisere driftsyttelsen. Ved å overvåke og vedlikeholde utstyr regelmessig, kan man identifisere ineffektivitet, energitap eller andre problemer som kan påvirke ytelsen av en bedrift. Ved å rette opp disse problemene kan man oppnå økt energieffektivitet, redusert ressursforbruk og utbedre driftsresultatet til bedriften.

Videre kan et vedlikeholdsprogram også inkludere implementering av bærekraftige praksiser og nye teknologier. For eksempel kan man vurdere å bruke miljøvennlige materiale, energieffektivt utstyr eller forbedre selve vedlikeholdsmetoden. Dette kan være med på å redusere karbonavtrykket og andre negative miljøkonsekvenser som kan forekomme ved vedlikeholdsaktiviter. Samlet sett kan et godt og velutviklet vedlikehold være med på å redusere ressursforbruket, avfallsmengde og miljøpåvirkninger, og dermed være med på dannelsen av en mer bærekraftig utvikling.

10.0 Konklusjon

Problemstilling: «Hvordan kan analyse av Ptil rapportene bidra til å forberede HMS, vedlikehold og forebygge fremtidige hendelser i bedrifter?».

Det foreligger et større antall avvik i rapportene fra SFB og ÅSA i forhold til Mongstad og Hammerfest LNG. Dette kan skyldes at førstnevnte anlegg er en oljerigg og sistnevnte er en FPSO, begge lokalisert offshore med begrenset tilgang på materiell og personell sammenlignet med Mongstad og Hammerfest LNG som er landbaserte anlegg.

Basert på besvarelsen av denne oppgaven og drøftingen over, kan man konkludere med at de gjentakende typene av barrierer som blir brutt i Ptil rapportene er tekniske, operative og organisatoriske barrierer. Det viser seg at det er et stort behov for å forbedre varsling- og rapporteringssystemene på anleggene til Equinor. Samt sikring av at relevant personell har den nødvendige kompetansen som kreves for å håndtere kritiske situasjoner. For å forbedre barrierene kan man implementere en mer systematisk tilnærming for å identifisere, analysere og håndtere disse barrierene. Dette er mulige tiltak som kan bidra til å redusere forekomsten av uønskede hendelser samt skader på arbeidsplasser generelt i petroleumsindustrien.

Samlet sett kan man også konkludere med at riktig type vedlikehold kan være avgjørende for å opprettholde god HMS på arbeidsplassen. Prediktivt vedlikehold kan være en svært effektiv tilnærming for å forebygge feil og svikt på essensielt utstyr, og kan bidra til å redusere skader og ulykker på arbeidsplassen.

I forhold til rapportene som er analysert i løpet av denne oppgaven, ser man at industri 4.0 er noe de ikke er like godt kjent til. Vedlikeholdsprogram og mangel på vedlikehold er et avvik som går igjen i alle rapportene. Industri 4.0 er et eksempel på noe de bør implementere mer av i bedriften for å forebygge fremtidige hendelser. Data teknologien er noe som utvikler seg mer og mer. Equinor og andre bedrifter i petroleumsindustrien må være konkurransedyktig i forhold til dette. Ikke bare hjelper Industri 4.0 med å forebygge uønskede hendelser, men også effektivisere logistikken. Med et system som gir god informasjonsflyt i bedriften, vil de lettere holde kontroll på forsyningskjeden og oversikt over hva som blir gjort og gi et mer effektivt vedlikehold. Dersom det er noe galt med en enhet vil dette komme i systemet til en avdeling, som videre kan informere om at det trengs vedlikehold, hvor neste ledd bestiller vedlikehold eller ny enhet. Alt dette vil bli gjort i ett og samme system, det er en ryddig og enkel oversikt for alle. En får i tillegg mulighet til å se når ting er bestilt og når det sist var bestilt.

Bærekraft er en viktig del av det man kaller samfunnsansvaret, og det har blitt en global trend å ha fokus på dette både i næringslivet og ellers i samfunnet. FN har definert 17 bærekrafts mål som er særdeles viktige for å kunne oppnå bærekraftig utvikling. Klima, økonomi og sosiale forhold er de tre aller viktigste områdene man må fokusere på. Ptil-rapportene kan være med på å bidra til denne bærekraftige utviklingen ved å sørge for at petroleumsindustrien foretar seg sine jobber på en sikker og ansvarlig måte.

Mest relevante bærekraftsmål i forhold til vedlikehold mener vi er mål nr. 12, da dette som nevnt tidligere omhandler bærekraftig forbruk og produksjon. Gjennom en gransking kan Ptil oppdage om maskinene er nye eller om det er blitt gjort vedlikehold på. Gjennom ERP-systemer kan en se alt av historikk på enheter, så hvis bedriftene ofte kjøper nye enheter vil dette vises i systemet inne på enheten. Det samme gjelder hvis det er blitt utført vedlikehold på, alt dette vil en kunne oppdage lett. Dersom det har kommet til punktet at det blir oppdaget en feil på en enhet så er en mer bærekraftig måte å utføre korrigerende vedlikehold for å få enheten tilbake til sin krevde funksjon.

I noen av rapportene vi har analysert har det vært avvik på opplæring og bemanning på arbeidsplassen når hendelser har oppstått. Dette inngår i bærekraftsmål nr. 8, i forhold til at det kan tyde på ledige arbeidsplasser som ikke er fylt. Dersom dette er et forbedringspunkt som ofte blir oppdaget gjennom rapportene til Ptil vil det åpne seg for flere arbeidsplasser hos bedriften.

I tre av rapportene vi har analysert har det oppstått hendelser som er både farlig for miljø, mennesket og økonomien. Det var en gasslekkasje på Statfjord B og brann på både Mongstad og Hammerfest LNG. Disse tre hendelsene bryter alle tre elementene som forskningsrådet mener må til for å oppnå en bærekraftig utvikling. Gjennom disse rapportene har Ptil undersøkt grunnlaget for hvorfor hendelsen har oppstått og kan gjennom dette forhindre at det vil skje igjen i fremtiden. Ettersom hendelsene har oppstått er det for sent å utføre forebyggende vedlikehold og korrigerende. Det disse Ptil rapportene kan hjelpe med i fremtiden for bedriften er at de kan lære av feilene og utføre forebyggende vedlikehold oftere og da spesielt på de stedene som har utløst alvorlige hendelser som gasslekkasje og brann.

Som tidligere nevnt vil teknologier som IoT og AI spille en viktig rolle i fremtiden, også innenfor bærekraftig vedlikehold. Ved å benytte seg av sensorer og nettverkstilkoblinger kan man samle inn og analysere data i sanntid. Dette legger til rette for prediktivt vedlikehold som gjør det lettere å forutse eller forhindre feil eller driftsproblemer før de oppstår. I tillegg til å iverksette teknologiske tiltak for å sikre bærekraftig, er det også viktig å implementere bærekraftige prinsipper i hele verdikjeden. Dette kan innebære reduksjon i energiforbruk, forbedring av energieffektivitet, implementering av resirkuleringssystemer. Ved å ta i bruk bærekraftige tiltak kan petroleumsindustrien bidra til en mer bærekraftig fremtid og samtidig opprettholde sin rolle som en viktig aktør i energibransjen.

Innenfor rammene av visjonen society 5.0, er bærekraft en sentral faktor, med betydelig innvirkning på fremtidens petroleumsindustri. Petroleumstilsynets tilsynsrapporter spiller en viktig rolle i å veilede og regulere denne sektoren med tanke på bærekraftige praksiser og metoder. Society 5.0 prøver å implementere teknologi i samfunnet på en måte som er både bærekraftig og som bidrar til å løse samfunnsproblemer. Ptils tilsynsrapporter tar hensyn til denne visjonen ved å vurdere og overvåke implementeringen av teknologier som IoT og 3D-printing. Disse teknologiene har et potensiale til å spille en avgjørende rolle innen petroleumsindustrien, da de kan være med på å forbedre operasjonell effektivitet, redusere utslipp og optimalisere ressursforvaltning.

Ptil spiller en nøkkelrolle når det kommer til å forsikre seg om at selskaper i petroleumssektoren følger satte retningslinjer og forskrifter for å minimere miljøpåvirkninger og sosiale konsekvenser. Gjennom sine tilsynsrapporter identifiserer Ptil

potensielle utfordringer knyttet til teknologiimplementeringer og veileder industrien mot bærekraftige løsninger. Ved å iverksette bærekraftige prinsipper og retningslinjer i petroleumsindustrien i tråd med society 5.0-visjonen, kan teknologiene som tidligere nevnt (Iot) og (3D-printing) bidra til en mer bærekraftig og ansvarlig fremtid for hele petroleumssektoren.

Analyse av Ptils rapporter kan spille en avgjørende rolle i forbedringen av helse, miljø og sikkerhet (HMS), vedlikehold og forebygging av fremtidige hendelser. Ved å implementere prinsipper for World Class Maintenance (WCM), verdi drevet vedlikehold, styringssløyfen og barrierestyring kan man oppnå en mer bærekraftig og sikker petroleumsindustri. Analyse av Ptil-rapporter kan være med på å identifisere områder hvor HMS og vedlikehold kan forbedres for å oppnå verdensledende standarder i World Class Maintenance. Ved å sette søkelys på optimalisering av vedlikeholdsprosesser og ytelse kan man forbedre driftssikkerhet og kostnadseffektivitet. Gjennom analyse av Ptil-rapportene kan man også identifisere spesifikke vedlikeholdsutfordringer og områder som krever forbedring for å oppnå WCM-standarder.

Verdidrevet vedlikehold er et prinsipp som vektlegger verdiskapende vedlikeholdsaktiviteter som legger stor vekt på ressursallokering. Ved å identifisere og fokusere på de mest kritiske og verdiskapende delene av «anleggene» kan man optimalisere vedlikeholdsarbeidet og forhindre fremtidige hendelser. Analyse av Ptil-rapporter gir innsikt i tidligere hendelser og avvik, som videre kan brukes til å identifisere verdifulle vedlikeholdsarbeid for å redusere risiko og forbedre effektiviteten.

Styringssløyfen er en systematisk tilnærming for kontinuerlig forbedring av HMS og vedlikehold. Ved å gjennomføre analyser av Ptil-rapportene kan man identifisere svakheter og muligheter for forbedringer. Dette kan gjøres gjennom styringssløyfens elementer: planlegging, utførelse, kontroll og læring. Analyse av tidligere hendelser og avvik kan bidra til implementering av effektive kontrollmekanismer og videre læringsutbytte for å unngå gjentakelse av feil innen HMS og vedlikehold.

Barrierestyring har hovedfokus på å identifisere, etablere og vedlikehold av barrierer for å forhindre alvorlige hendelser. Ved å analysere Ptil-rapporter kan man identifisere manglende eller svake barrierer og implementere tiltak for å forbedre beskyttelsesnivået.

Ptil-rapportene gir innsikt i barrieresvikt og kan brukes videre til å styrke barriere gjennom riktig type vedlikehold, opplæring av og ytterligere kontrollaktiviteter.

Samlet sett kan analyser av Ptil-rapportene i henhold til prinsippene nevnt over: WCM, verdidrevet vedlikehold, styringssløyfen og barrierestyring bidra til å forbedre HMS, vedlikehold og forebygge fremtidige hendelser. Ved å lære av tidligere erfaringer, og ved implementering av best mulig praksis kan man oppnå mer effektiv og sikker drift, samtidig som man sikrer en bærekraftig og ansvarlig tilnærming.

11.0 Referanseliste (alfabetisk)

Aktivitetsforskriften, Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten, 04.mai. 2010

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-29-613>

Alrifay, Moath, Tang Sai Hong, Azizan As'array, Eris Elianddy Supeni, and Chun Kit Ang. 2020. "Optimization and Selection of Maintenance Policies in an Electrical Gas Turbine Generator Based on the Hybrid Reliability-Centered Maintenance (RCM) Model" Processes, 04.06.2020

<https://doi.org/10.3390/pr8060670>

Andersen Bjørn, Rolstadås Asbjørn, Schjølberg Per. 1999. «Produksjons- og driftsteknikk», Trondheim: Tapir

Anfinsen Kjell Arild, «Rapport etter gransking av brann i luftinntak til GTG4 på Hammerfest LNG, Melkøya», Petroleumstilsynet, 20.04.2021

<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2021/equinor---hammerfest-lng---gransking-av-brann/>

Anfinsen Kjell Arild, «Rapport etter gransking av brann på Mongstad 3.7.2022», Petroleumstilsynet, 20.12.2022

<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2023/equinor--mongstad--gransking-av-brann/>

Arbeidsmiljøportalen, 2023 «styringsløyfen: fullt forsvarlig arbeidsmiljø på min arbeidsplass?» <https://www.arbeidsmiljoportalen.no/bransje/petroleum/styringsloyfen>

Arbeidstilsynet, «Sikkert Vedlikehold» 30.02.23

<https://shorturl.at/ehiEK>

Auflem Kjell Marius, «Rapport etter gransking av gasslekkasje på Statfjord B 23.5.2022», Petroleumstilsynet, 20.02.2023

<https://www.ptil.no/tilsyn/granskingsrapporter/2023/equinor--statfjord-b--gransking-av-gasslekkasje/>

Campbell & Jardine, 2001, «RCM vedlikehold»

<https://xn--plitelighet-x8a.no/metoder-og-verktoy/rcm-vedlikeholdsprogramm/>

Dahlum Sirianne, 2021, «Validitet», Store Norske Leksikon

<https://snl.no/validitet>

Deepak Prabhakar, 2014, « CBM, TPM, RCM and A-RCM - A Qualitative Comparison of Maintenance Management Strategies»

<https://shorturl.at/EGNT5>

Delaware, 2023, «Smart Maintenance», 17.03.23

<https://www.delaware.pro/en-nl/solutions/smart-maintenance>

Emaint, 2021, “What is World Class Maintenance”, 15.11.2021

<https://www.emaint.com/what-is-world-class-maintenance/>

Emerald Insight: Rona Bahreini, Leila Doshmangir, Ali Imani «Influential factors on medical equipment maintenance management» 23.11.17

[https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-11-2017-](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-11-2017-0082/full/pdf?title=influential-factors-on-medical-equipment-maintenance-management-in-search-of-a-framework)

[0082/full/pdf?title=influential-factors-on-medical-equipment-maintenance-management-in-search-of-a-framework](https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JQME-11-2017-0082/full/pdf?title=influential-factors-on-medical-equipment-maintenance-management-in-search-of-a-framework)

Equinor, 2023, «Anstendig arbeid og økonomisk vekst», 03.02.2023
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/anstendig-arbeid-og-oekonomisk-vekst>

Equinor, 2023, «Bærekraft i Equinor», 22.05.2023
<https://www.equinor.com/no/baerekraft>

Equinor, 2023, «Kort fortalt om Equinor», 16.02.2023
<https://cdn.equinor.com/files/h61q9gi9/global/c7d271a85db5bf8aec2fad0739d8ac2bb6064ae3.pdf?22104-kort-fortalt-om-equinor-2023.pdf>

Equinor, 2023, «Livet i havet», 02.02.2023
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/livet-i-havet>

Equinor, 2023, «Startskuddet har gått for Norges havvindeventyr», 22.05.2023
https://www.equinor.com/no/magasin/startskuddet-har-gatt-for-norges-havvindeventyr?utm_campaign=vindkraft_ads&utm_medium=ppc&utm_source=google&gclid=EAIaIQobChMI_Mjros-I_wIV6wkGAB1O5g96EAAYASAAEgJ3O_D_BwE

Equinor. 2023. «Statfjord – Området». 2023
<https://www.equinor.com/no/energi/statfjord>

Equinor. 2022. «Produksjonen i gang ved Hammerfest LNG». 02.07.2022
<https://www.equinor.com/no/nyheter/20220601-produksjonen-i-gang-ved-hammerfest-lng>

Equinor, 2022, «Om uhellet er ute. Orientering om sikkerhet og beredskap ved Equinor Mongstad» 10.06.2022
<https://cdn.equinor.com/files/h61q9gi9/global/280a0bcd0fe32e5c91631c0b2e41750d28227de1.pdf?informasjon-til-naboene-fra-equinor-mongstad-2022.pdf>

FN-sambandet, «Ansvarlig forbruk og produksjon», 02.05.2023
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/ansvarlig-forbruk-og-produksjon>

FN-sambandet, «FNs bærekraftsmål», 04.04.23
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

Gabor Heredi-Szabo. 2022. «Industry 5.0: Det neste steg for industriell produksjon?»
<https://knowhow.distrelec.com/no/tingenes-internett-iot/industry-5-0-det-neste-steg-for-industriell-produksjon/#:~:text=S%C3%A5kalte%20Society%205.0%20er%20et,fordel%20for%20hver%20enkelt%20person.>

Gøran Sildnes Gedde-Dahl. 2022. «Prediktivt vedlikehold – Hva, hvorfor og hvordan»
07.09.2022
<https://www.prevas.no/Nyheter-og-Pressemelding/2022-09-07-Prediktivt-vedlikehold---Hva-hvorfor-og-hvordan#:~:text=Prediktivt%20vedlikehold%20er%20en%20form,sensordata%20gjennom%20statistikk%20og%20maskinl%C3%A6ring.>

Hofstad Knut. 2019. «Oljekvivalent», Store Norske Leksikon
<https://snl.no/oljeekvivalent>

Innretningsforskriften, Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten, 07.mai. 2010
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-29-634>

Jacobsen, Dag Ingvar. 2015. «Hvordan gjennomføre undersøkelser?». Oslo: Cappelen Damm AS

Mark Haarman & Guy Delahay, Mainnovation, The Netherlands, «Value driven maintenance & asset management», September/Oktober 2018
<https://www.mainnovation.com/publications/value-driven-maintenance-asset-management/>

Nasjonale Sikkerhetsmyndighet «Grunnprinsipper for fysisk sikkerhet» 02.10.20
https://nsm.no/getfile.php/134285-1601623568/NSM/Filer/Dokumenter/Grunnprinsipper%20for%20fysisk_sikkerhet.pdf

Norsk Petroleum, 2019, «Hvordan dannes petroleum?», 21.03.2019

<https://www.norskpetroleum.no/petroleumsressursene/hvordan-dannes-petroleum/>

Norsk Petroleum, 2023, «Statfjord», 22.03.2023

<https://www.norskpetroleum.no/fakta/felt/statfjord/>

Norsk Petroleum, 2023, «Åsgard», 20.04.2023

<https://www.norskpetroleum.no/fakta/felt/asgard/>

Oljedirektoratet, Basisstudie vedlikeholds styring, «Metode for egenvurdering av vedlikeholds styring», 01.05.1998

Petroleumstilsynet, 2017, «Barrierenotat», 15.03.17

<https://www.ptil.no/contentassets/43fc402b97e64a7cbabdf91c64b349cb/barrierenotat--2017.pdf>

Petroleumstilsynet, 2023, «Hva er tilsyn?», 02.03.2023

<https://www.ptil.no/tilsyn/tilsynsrapporter/om-tilsyn/>

Petroleumstilsynet, 2018, «Integrert og helhetlig risikostyring i petroleumsindustrien», 18.06.18

<https://www.ptil.no/contentassets/8d93722526cb4c57a5068e680be90a7b/integrert-og-helhetlig-risikostyring-i-petroleumsindustrien.pdf>

Petroleumstilsynet, 2020, «Petroleumstilsynet sin rolle og ansvarsområdet», 09.01.2020

<https://www.ptil.no/om-oss/rolle-og-ansvarsomrade/>

Petroleumstilsynet, Eileen Brundtland, 2014, «Vedlikehold på etterskudd» 23.12.2014

<https://www.ptil.no/fagstoff/utforsk-fagstoff/reportasjer/2014/vedlikehold-pa-etterskudd/>

Petroleumstilsynet, 2023, «Ord og Utrykk», 28.03.2023

<https://www.ptil.no/fagstoff/ord-og-uttrykk/>

Petroleumstilsynet, 2018, «§ 17 Risikoanalyser og beredskapsanalyser», 01.01.2018
<https://www.ptil.no/regelverk/alle-forskrifter/styringsforskriften/V/17/>

Petroleumstilsynet, 2018, «§51 Særskilte krav til prøving av utblåsingssikring og annet trykkkontrollutstyr» 1. januar 2018
<https://www.ptil.no/regelverk/alle-forskrifter/aktivitetsforskriften/IX/51/?expandGuideline=true&hideParagraph=true>

Petroleumstilsynet, 2015, «§ 5 Barrierer», 01.01.15
<https://www.ptil.no/regelverk/alle-forskrifter/styringsforskriften/II/5/>

PricewaterhouseCoopers, Dr. Reinhard Geissbauer, Jesper Vedso, Stefan Schrauf, «Industri 4.0: Building the digital enterprise» 01.07.22.
<https://www.pwc.no/no/publikasjoner/industry-building-your-digital-enterprise-april-2016.pdf>

Rammeforskriften (petroleumsvirksomheten), Forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg, 16.februar. 2010
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-02-12-158>

Regjeringen, 2021, «Internasjonale Klimaforhandlinger», 05.10.2021
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/de-internasjonale-klimaforhandlingene/id2741333/>

Regjeringen, 2023, «Sikkerhet i petroleumsvirksomheten» 25.04.23
<https://www.regjeringen.no/no/tema/arbeidsliv/arbeidsmiljo-og-sikkerhet/innsikt/sikkerhet-i-petroleumsvirksomheten/id568598/>

Store norske leksikon, 2023, «Logistikk» 19.05.23 <https://snl.no/logistikk>

Standard NS-EN 13306:2017

Store Norske Leksikon, Arne Gunnarsjaa, 2021, «Vedlikehold», 28.04.2021
<https://snl.no/vedlikehold#:~:text=Vedlikehold%20er%20et%20fellesbegrep%20som,bygningssanlegg%2C%20bygningssmilj%C3%B8%20og%20andre%20arkitekturverk>

Styringsforskriften, Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg, 04.mai. 2010

<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-04-29-611>

Tomlingson Paul D, 2007, «Achieving World Class Maintenance Status», Engineering and Mining Journal, Vol. 208, Iss 2: 38-40

<https://www.proquest.com/docview/195215562/fulltextPDF/F860206E2C8A4B6CPQ/1?accountid=40814>

Tomlingson, Paul D. 2014. "World-Class Maintenance: An Ambitious Worthwhile Goal: Engineering, Geology, Mineralogy, Metallurgy, Chemistry, etc." Engineering and Mining Journal 215 (6): 130-132.

<https://www.proquest.com/scholarly-journals/world-class-maintenance-ambitious-worthwhile-goal/docview/1540764127/se-2>

Wiger Kristi, «Tilsyn med styring av barrierer på Åsgard A», Petroleumstilsynet, 07.07.2022

<https://www.ptil.no/tilsyn/tilsynsrapporter/2022/equinor--asgard-a--barrierestyring/>

Yuko Harayama, Ph.D. Hitachi, 2017, «Society 5.0: Aiming for a New Human-centered Society» 02.08.2017

https://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017_06/pdf/p08-13_TRENDS.pdf