

Snorre Røe

Produksjonsstyring gjennom en felles ytelsesindikator (KPI)

Masteroppgave i Organisasjon og ledelse

Spesialisering: Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold

Veileder: Jørn Vatn

Februar 2020

Snorre Røe

Produksjonsstyring gjennom en felles ytelsesindikator (KPI)

Masteroppgave i Organisasjon og ledelse
Spesialisering: Sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold
Veileder: Jørn Vatn
Februar 2020

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for maskinteknikk og produksjon



Kunnskap for en bedre verden

Forord

Denne avhandling er utarbeidet for en mastergrad i organisasjon og ledelse. Mastergraden er skrevet i forbindelse med spesialisering i faget sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold ved institutt for maskinteknikk og produksjon, ved Norges teknisk-naturvitenskapelig universitet.

Avhandlingen er utført i året 2019 og frem til 1. februar 2020.

Avhandlingen er blitt gjennomført med empiri fra Equinor ASA sine anlegg på land, i Norge og Danmark. Anleggene som inngår i porteføljen er raffineriene Kalundborg og Mongstad, Kårstø prosessanlegg, Kollsnes prosesserings anlegg, Sture oljeterminal, Tjeldbergodden industrianlegg og Hammerfest LNG fraksjoneringsanlegg. Avhandlingen er ikke gjennomført på oppdrag for selskapet, men i samråd med produksjonslederne ved Hammerfest LNG og Tjeldbergodden.

Prosjektideen kom opp etter at Hammerfest LNG ble omorganisert, og dermed skulle rapportere til et annet forretningsområde i selskapet. Det opprinnelige forretningsområdet benyttet en felles Key Performance Indicator (KPI) til måling av produksjonsytelse, og målingen ga grunnlag for å ta ut læring ved hver installasjon eller samlet for forretningsområdet. Etter omorganiseringen inngår Hammerfest LNG i et forretningsområde der det ikke er benyttet en felles KPI for måling av produksjonsytelse. Ønske om å undersøke muligheten til å etablere en felles KPI for å kontrollere produksjonsytelsen ved landanleggene, som igjen kan benyttes til å ta ut læring ved anleggene og samlet for forretningsområde, ga opphav til prosjektideen «Produksjonsstyring gjennom en felles ytelsesindikator (KPI)».

Avhandlingen vil være til interesse for alle som jobber med forvaltning av anlegg og verdier innenfor petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri. Særlig interesse vil det være for de som arbeider med regularitet og pålitelighetsstyring. Avhandlingen vil også være til interesse for masterstudenter, ved institutt for maskinteknikk og produksjon ved Norges teknisk-naturvitenskapelig institutt.

Hammerfest, 2. februar 2020

Snorre Røe

Erkjennelser

Jeg vil takke min arbeidsgiver, som har gitt meg muligheten til å gjennomføre mastergraden. Jeg vil også gi en særlig takk til Tore Knudsen som viste vei, Unni Merete Skorstad Fjær, Per Henry Gonsholt, Jostein Voldset, Andre Førre, Rune Waage, mine kollegaer i Produksjonsstøtte ved Hammerfest LNG og Drift- og vedlikeholdsstyring som ga meg handlingsrom til å gjennomføre studiet.

Tusen takk til min veileder Jørn Vatn for konstruktive innspill, støtte og motivasjon underveis i arbeidet med oppgaven. Skype-møtene med han har vært til inspirasjon, og gitt energi til å jobbe med avhandlingen.

Til sist vil jeg takke min familie som har støttet, hjulpet og gitt meg den tiden jeg har hatt behov for, slik at jeg har kunnet fullføre studiet.

S.R

Kortfattet sammendrag

Å forstå komplekse produksjonsprosesser og hvor godt de yter, er en krevende oppgave, selv med dagens teknologi. Ved å summere opp ytelse, og kombinerer de med andre mål eller målinger, uttrykker man det enn kaller Key Performance Indicators (KPIer). Ved å benytte KPIer i forvaltning av anlegg, og til å forstå hvordan anlegg yter, gir også muligheten å identifisere trender og forbedringspunkter.

I dag benytter ikke landanleggene til Equinor en felles KPI som måler produksjonsytelsen. Mangelen på en felles ytelsesindikator og lik tapsregistrering for produksjonen, kan medføre økt risiko for at man ikke identifiserer læringsmuligheter for optimal verdiskapelse ved anleggene, eller samlet for forretningsområdet.

Equinors offshore installasjoner benytter en felles ytelsesindikator for produksjonen. Metoden for rapportering av produksjonsytelse for offshore installasjonene er nedfelt i selskapets styringssystem, og bygger på anerkjent standarder. Forvaltning av anlegg og verdier er ikke et nytt tema, og fokuserer i dag på maksimal verdiskapning for organisasjonen. Avhandlingen ser tilbake i tid på hva som har påvirket utviklingen innen fagområdet og om teori, litteratur, standarder, selskapets styringssystem, og empiri fra forretningsområdet kan sannsynliggjøre hypotesen om at det er mulig å komme frem til en felles KPI for produksjonsstyring for landanleggene til Equinor

For den som ikke er kjent med terminologien innenfor forvaltning av anlegg og verdier, vil finne definisjonslisten i kapittel 1.7 som god støtte.

Abstract

Understanding complex production processes and how well they perform is a demanding task, even with today's technology. By summing up performance, and combining them with other goals or measurements, express what called Key Performance Indicator (KPI). Using KPIs in asset management to understand how plants performs, also provides the opportunity to identify trends and points of improvement.

Today, Equinor's onshore facilities do not use a common KPI that shows the output of the production. The lack of a common KPI and an equal loss record for production, can lead to an increased risk of not identifying learning opportunities for optimal value creation at the plants, or overall for the business area.

Equinor's offshore installations use a common performance indicator for production. The method for reporting production performance for offshore installations is embodied in the company's management system and is based on recognized standards. Asset management is not a new topic, and today focuses on maximizing value creation for the organization. This thesis looks back in time to what has influenced the development in the theme, and whether theory, literature, standards, the company's management system, and empiricism from the business area can likelihood the hypothesis if it's possible to establish a joint production KPI for Equinor's onshore facilities.

For those who are unfamiliar with the terminology of asset management, the definition list in Chapter 1.7 will find good support.

Innhold

Forord.....	
Erkjennelser	i
Kortfattet sammendrag	ii
Abstract.....	iii
1 Introduksjon.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Målsetninger	4
1.3 Forskningsspørsmål.....	4
1.4 Forskningsdesign og metode	5
1.5 Bidrag	6
1.6 Avgrensinger	6
1.7 Definisjonsliste	6
1.8 Figurliste.....	8
1.9 Tabelliste.....	8
2 Teori og litteratur.....	9
2.1 Teoretisk bakgrunn	10
2.1.1 Total Quality Management (TQM).....	11
2.1.2 Total productive maintenance (TPM)	12
2.1.3 Reliability centered maintenance (RCM)	13
2.1.4 Asset management	14
2.1.5 Production assurance.....	15
2.1.6 Key performance Indicator (KPI).....	16
2.2 Litteratursøk.....	17
2.2.1 Relevante standarder.....	18
2.2.2 Physical asset management (PAM).....	21
2.2.3 Demings teori.....	23
2.2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)	26
2.2.5 Key Performance Indicator (KPI).....	27

3	Analyse av Equinors styringssystem.....	31
3.1	Styringssystemet til Equinor ASA	31
3.2	Ambisjon til handling og bruk av prestasjonsindikatorer	32
3.3	KPI for uplanlagt stans	33
3.4	KPIer for måling av produksjonsytelse der Equinor er teknisk tjenesteleverandør	33
3.5	KPIer for måling av produksjonsytelsen ved offshore installasjonene	33
3.6	Pågående arbeid for implementering av felles KPI for landanleggene	34
4	Empiri	35
4.1	Valg av spørsmål til spørreundersøkelse og intervju	35
4.2	Spørreundersøkelse	39
4.3	Intervju	39
4.4	Resultat fra spørreundersøkelse og intervju	39
5	Analyse	44
5.1	FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?	44
5.2	FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjonen?.....	46
5.3	FS3: Er det mulig å foreslå en felles eksisterende KPI, eller utlede en ny KPI for produksjon?..	48
5.4	FS4: Hva skal KPIen benyttes til?	51
5.5	FS5 Hvilke andre KPIer må KPI for produksjonsmåling sees i sammenheng med?	53
5.6	FS6 Hva er sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer?	54
6	Drøfting	57
6.1	FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?	57
6.2	FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjonen?.....	59
6.3	FS3: Er det mulig å foreslå en felles eksisterende KPI, eller utlede en ny KPI for produksjon?..	62
6.4	FS4: Hva skal KPIen benyttes til?	65
6.5	FS5 Hvilke andre KPIer må KPI for produksjonsmåling sees i sammenheng med?	68
6.6	FS6 Hva er sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer?	71
7	Forslag til metodikk for utarbeidelse og bruk av felles ytelsesindikator for produksjon	73
7.1	Forslag til metodikk for utarbeidelse av ytelsesindikator for produksjon	73
7.2	Forslag til bruk av indikator til produksjonsstyring.....	74

8	Konklusjon.....	75
8.1	Sammendrag og Konklusjoner	75
8.2	Anbefalinger for videre arbeid.....	75
9	Akronym og forkortelser.....	76
	Vedlegg	78
A1	Indikatorer i Forretningsområdet	78
	Referanseliste	81

1 Introduksjon

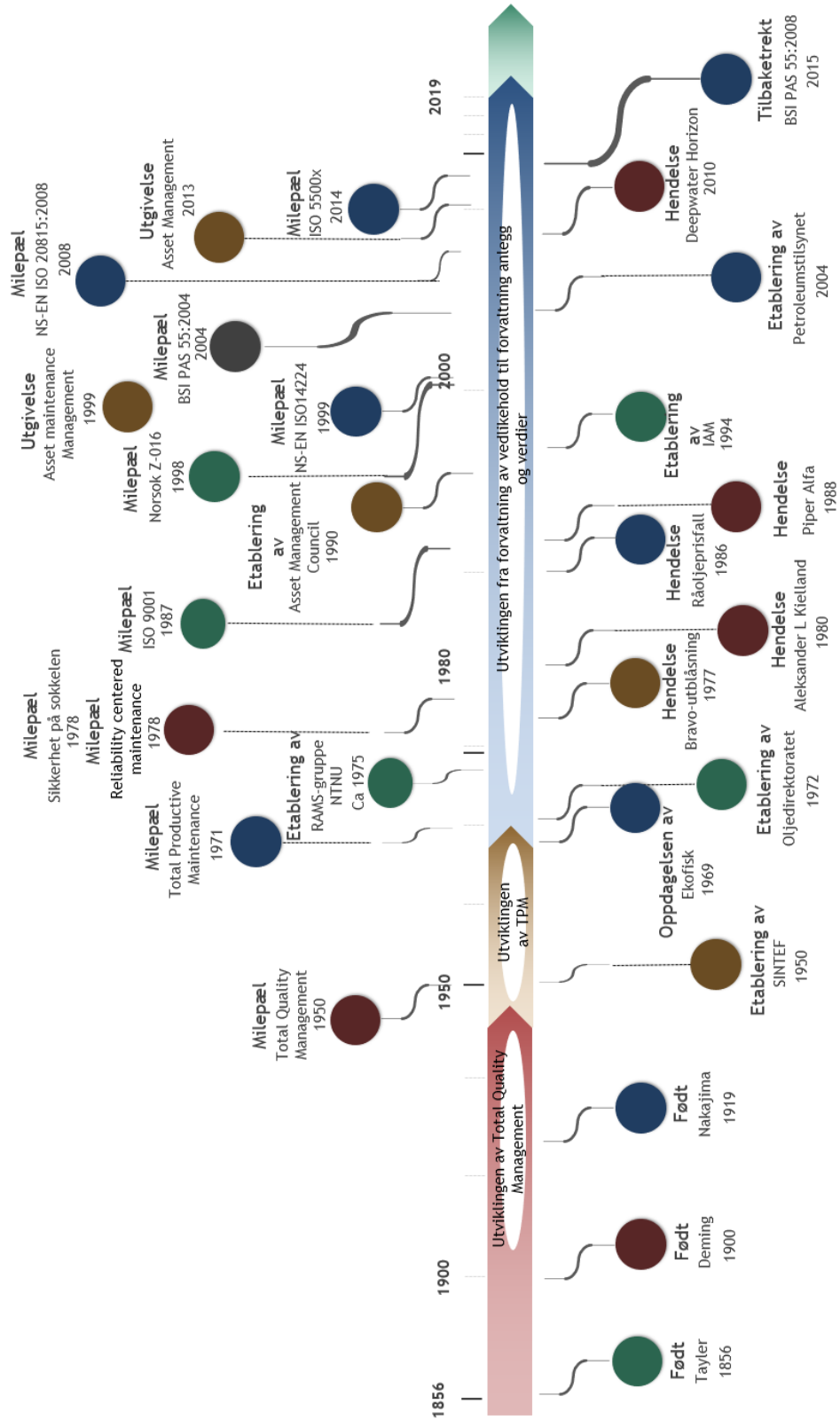
1.1 Bakgrunn

Å lære av situasjoner eller hendelser er sentralt i forvaltning av anlegg og verdier. Det gjelder både for å unngå uønskede hendelser, eller gripe muligheter. Med begrensede driftsmidler og råvarer, handler det ofte om å utnytte de så godt som mulig for å oppnå størst mulig verdiskapning. En måte å sikre optimal verdiskapning, er gjennom kontinuerlig læring. Å ta ut kontinuerlig læring følger ofte en klassisk metode med forbedringssirkelen; planlegg, utfør, kontroller og korriger.

Forvaltning av anlegg og verdier benytter ofte KPIer til kontrollfunksjonen i forbedringssirkelen. For en eier med flere fabrikker som produserer litt forskjellige produkter, kan det være en utfordring med kontrollfunksjonen. Utfordringen består særlig i å finne en KPI som kvantifiserer i hvilken grad man har oppnådd tiltenkt produksjon. Forretningsområdet som styrer Equinors petroleumsanlegg på land benytter ikke en felles KPI for produksjon. Mangelen på en felles KPI kan medføre forhøyet risiko for at man ikke identifiserer læringsmuligheter for optimal verdiskapelse ved anleggene, eller samlet for forretningsområdet.

Hva sies om forvaltning av anlegg og verdier (på engelsk, og heretter benyttet i avhandlingen; asset management), og bruk av KPIer til dette formålet?

«Asset management er ikke noe nytt. Mennesker og organisasjoner har forvaltet anlegg og verdier i lang tid», (IAM, 2015). Deming var en av pionerene når det gjald utviklingen av Total quality management (TQM), som igjen var viktig for utviklingen av asset management som fagområde. Deming blir omtalt som faren til planlegg-utfør-kontroller-korriger sirkelen. Sirkelen er høyst relevant også i dagens asset management.



Figur 1 Asset management, utvikling og historisk tidslinje, sett med norske petroleumsbriller

Fagområdet utviklet seg særlig i Japan, etter å ha blitt introdusert til forebyggende vedlikehold og statistiske metoder av Deming, og videreutviklet seg mot Total productive maintenance (TPM). TPM strekker seg etter å utnytte alt utstyr så effektivt som mulig ved å eliminere sløsing og tap forårsaket av utstysrfeil, forlenget oppstartstid, redusert hastighet, feil kvalitet, osv. som leder til redusert produksjon (Kiran, 2017). Fra midten av 70 tallet utviklet det seg en gruppe ved Norges Tekniske Høgskole (NTH), som arbeider med reliability, availability, maintenance, og safety (RAMS) (Rausand, 2019). RAMS-gruppens medlemmer sier at implementering av Demings forbedringssirkel er essensiell i planlegging (Rødseth, et al., Feb. 2015). I 1978 tok utviklingen ett nytt skritt ved å introdusere Reliability centered maintenance (RCM), men «det var ikke før på 1980-tallet at begrepet «Asset management» begynte å bli brukt i privat og offentlig sektor, relatert til fysiske anlegg i ulike deler av verden», (IAM, 2015).

Britiske, The Institute of asset management (IAM), var en av bidragsyterne i arbeidet med å etablere standarden ISO 55000:2014 – Forvaltning av anlegg og verdier, og som faset ut standarden BSI PAS 55:2008 - Management system structure. IAM knytter utviklingen innenfor forvaltning av fysiske anlegg, også til utviklingen i oljeindustrien i Nordsjøen. På norsk side av kontinentalsokkelen ga oppdagelsen av Ekofisk behov for forvaltning av Norges interesser, og oljedirektoratet ble etablert. For å oppfylle kravene i regelverket til petroleumsvirksomheten i Norge, viser veiledningene ofte til at de er oppfylt dersom anerkjente standarder er lagt til grunn. Utviklingen av standarder som NORSOK, NS-EN og ISO har derfor vært en viktig del av asset management innenfor petroleumsvirksomheten.

Wilsons bok «Asset management» er en del av pensumet for spesialiseringen i sikkerhet, pålitelighet og vedlikehold ved NTNU. Forfatteren har fornyet tittelen fra først utgave, som bar tittelen «Asset maintenance management», utgitt i 1999. Endring av tittel på boken kan illustrere en generell endring i teorien. Der teorien går fra fokus på vedlikeholdsstyring, til å fokusere på helhetlig forvaltning av anlegg og verdier. Wilson viser også til den klassiske forbedringssirkelen; planlegg, utfør, kontroller og korriger. Wilson skriver at forvaltningen av anlegg og verdier handler om mer enn å produsere mest mulig, det handler om å skape størst mulig verdi.

Asset management er et fagområde i konstant utvikling. Forvaltningen har gått fra å fokusere på scientific management (Nye, 1998), vedlikeholdsbasert livssyklus kostnad, til fokus på å

optimalisere verdiene som genereres. Innenfor fagområdet har fokuset på utvikling av vedlikeholdsstrategier vært stor og indikatorer til bruk i vedlikeholdsstyringen er utviklet i ett bredt utvalg, noe som vises i standarden, Vedlikehold – Hovedindikator for ytelse innenfor vedlikehold (NS-EN 15341, 2007). Indikatorer til bruk i regularitet og pålitelighetsstyring har hatt en mer begrenset utvikling, selv om utvikling går fremover med standarden, Automatiseringssystemer og integrering – KPIer for styring av produksjonsvirksomhet (ISO 22400-2, 2014).

Eksistensen av standarder for regularitet og pålitelighetsstyring for petroleumsindustrien og asset management, samt at offshore installasjonene benytter en felles ytelsesindikator for produksjon, bygger under teoremet om at det er mulig med produksjonsstyring gjennom en felles ytelsesindikator for landanleggene til Equinor.

1.2 Målsetninger

Hovedformålet med denne masteravhandling er å undersøke teoremet om at det er mulig å komme frem til en felles KPI for produksjonsstyring for landanleggene til Equinor, og hvordan bør KPIen i så fall være?

- Undersøke organisasjonens mulighet til å komme frem til en felles KPI, til å styre sin produksjonsytelse.
- Om mulig foreslå en eksisterende felles KPI, eller utlede en ny felles KPI.
- Drøfte organisasjonens mulighet for kontinuerlig læring ved bruk av felles KPI, slik at produksjonsytelsen optimaliseres.

1.3 Forskningsspørsmål

Felles ytelsesmål for produksjon er ikke benyttet ved landanleggene. Dilemmaet er å utarbeide et felles ytelsesmål, når landanleggene har forskjellige prosessanlegg, alder, produkter, størrelser og lagringsmuligheter. Landanleggene består av to oljeraffineri, ett LNG-fraksjoneringsanlegg, to gassbehandlingsanlegg, en oljeterminal og ett anlegg som inneholder metanolanlegg, gassmottaksterminal og luft separasjonsanlegg.

Dilemmaet leder til følgende forskningsspørsmål (FS):

FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?

FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjon?

FS3: Er det mulig å foreslå en felles eksisterende KPI, eller utlede en ny KPI for produksjon?

FS4: Hva skal KPIen benyttes til?

FS5: Hvilke andre KPIer må KPI for produksjonsmåling sees i sammenheng med?

FS6: Hva er sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer?

1.4 Forskningsdesign og metode

Masteravhandlingens forskningsdesign og metode for å undersøke dette videre er:

1. Forskningsdesign for oppgaven følger en deduktiv tilnærming.
2. Metoden følger en kvalitativ tilnærming for empiri.
 - a. Denne kartleggingen er gjennomført ved hjelp av spørreskjema rettet mot anleggsdirektørene, produksjonslederne, energi og produksjonsoptimaliseringsgruppe (EPOG)-lederne og vedlikeholdslederne. Ved å inkludere vedlikeholdslederne i undersøkelsen, gir avhandlingen empiri fra et annet perspektiv enn fra produksjon. Vedlikeholdslederne har ofte god erfaring med KPI-orientert styring av vedlikehold, noe som kan gi synsvinkler man ellers ikke ville fått.
 - b. Intervju av øverste lederen i forretningsområdet for å få fyldigere og mer detaljert beskrivelse på spørsmålene i spørreundersøkelsen.
 - c. Besvarelsene er benyttet til å se etter kausale sammenhenger, og diskusjon opp mot forskningsspørsmålene.
3. Metoden er avsluttet med en normativ tilnærming.
 - a. Resultatet fra analysen, er benyttet til å diskutere funn opp mot forskningsspørsmålene, og fremstille forslag til metodikk for utarbeidelse og bruk av felles ytelsesindikator for produksjon.

1.5 Bidrag

- Til avhandlingen er det utarbeidet prosjektplan.
- I avhandlingen er det utviklet en figur som illustrerer asset management sin utvikling og historisk tidslinje sett med norske petroleumsbriller.
- I avhandlingen er det er utviklet et intervju og spørreskjema.
- I avhandlingen er det utledet forslag til metodikk for utarbeidelse og bruk av felles ytelsesindikator for produksjon.
- Forskeren er selv en del av organisasjonen som er gjenstand for innhenting av empiri, og har arbeidet med produksjonsoptimalisering på system- og anleggsnivå. Dette påvirker den systematiske tilnærmingen til teori og litteratur, samt bidrar i tolkningen av informasjonen som ligger i datamaterialet.

1.6 Avgrensinger

- Forskingen er avgrenset til at den har foregått med innhenting av empiri i Equinor ASA.
- Forskingen er avgrenset til å fokusere på fysiske anlegg.
- Forskingen er avgrenset til å fokusere på petroleumsindustri, petrokjemiskindustri og naturgassindustri.
- Forskingen er avgrenset til å ha fokus på produksjonsstyring og ta ut kontinuerlig læring.
- Avhandlingen tar ikke høyde for hvordan en eventuell implementering av en felles KPI skal foregå.

1.7 Definisjonsliste

Tabell 1 Definisjonsliste

Asset management	Koordinert aktivitet i en organisasjon for å realisere verdi fra anlegg og verdier (NS-ISO 55000, 2014).
Benchmarking	Sammenligning av produkter, arbeidsmåter eller lignende ut fra gitte kriterier eller standardverdier, særlig for å oppnå forbedringer (SNL, 2019).
Midtstrøms	Virksomhetskategori som involverer foredlings-, lagrings- og transportsektoren i petroleumsindustrien (NS-EN ISO 20815, 2018).

Nedstrøms	Virksomhetskategori som oftest brukes i petroleumsindustrien for å beskrive etterproduksjonsprosesser (NS-EN ISO 20815, 2018).
NGL	De tyngre fraksjonene i et naturgassreservoar, som kondenserer til væske når de produseres (under normal temperatur og trykk). NGL brukes noen ganger om hverandre med kondensat, men anses ofte til å omfatte alle væsker, inkludert LPG (Equinor, 2020).
On Stream factor	On Stream= I drift og leverer. On Stream factor for prosess enhet= Timer On stream / timer i perioden (Equinor ASA, 2019).
Oppstrøms	Virksomhetskategori for petroleumsindustrien som involverer leting og produksjon (NS-EN ISO 20815, 2018)
Production assurance	Production assurance kan defineres som «implementerte aktiviteter for å oppnå og vedlikeholde en ytelse som er optimal iht. overordnet økonomi, og til samme tid, i samsvar med gjeldende rammeverk», (NS-EN ISO 20815, 2018, p. 11).
Production availability	Produksjonstilgjengelighet: Forholdet mellom produksjon og planlagt produksjon, eller annen referanseverdi, over et spesifikt tidsrom (NORSOK Z-016, 1998), (NS-EN ISO 20815, 2018).
Produksjonskapasitet	Produksjonskapasitet er definert som informasjon avledet fra produksjonsevne, og produktspesifikk kapasitetsplanlegging. Dette inkluderer oppstilling av kapasiteten som er planlagt for definerte produkter, med gjeldende og forventet kapasitet (NEK IEC 62264-1, 2013).
Pålitelighet	Enhetens evne til å oppfylle krevd funksjon under gitte forhold innenfor et gitt tidsintervall (NS-EN 13306:2017, 2019).
Taksonomi	Prosessen med å navngi og klassifisere utstyr inn i grupper med et større system iht. deres likheter og ulikheter (NS-EN ISO 14224, 2016).
Tilgjengelighet	Enhetens evne til å være i en tilstand til å utføre oppgaven, under gitte forhold, som kreves og slik det kreves, forutsatt at de nødvendige eksterne ressurser er stilt til rådighet (NS-EN 13306:2017, 2019).

1.8 Figurliste

Figur 1 Asset management, utvikling og historisk tidslinje, sett med norske petroleumsbriller	2
Figur 2 Teoriens tidslinje, inklusiv relevante standarder.	10
Figur 3 Tilgjengelighet til et system som består av enheter i serie. Tilpasset fra (Wilson, 2013).	13
Figur 4 Model for styring av vedlikehold utledet fra (NORSOK Z-008, 2017).	13
Figur 5 Eksempel på produksjonsscenario i et gitt tidsrom, (NS-EN 13306:2017, 2019).	15
Figur 6 Beregningseksempler for produksjonsbasert tilgjengelighet, (NS-EN 13306:2017, 2019).	16
Figur 7 Kriterier for tema: «Standarder».	21
Figur 8 Modell for å sikre kapabilitet, og de fire prinsippene for asset management. Tilpasset fra (Wilson, 2013, pp. 12-13).....	22
Figur 9 Kriterier for tema: «Physical asset management».	23
Figur 10 Kriterier for tema: «Deming».	25
Figur 11 Kriterier for tema: «OEE».	27
Figur 12 Kriterier for tema: «Key Performance Indicator eller KPI».	30
Figur 13 Produksjonsytelse definisjoner benyttet i Gassco, (Gassco, 2019)	33
Figur 14 Utledning av formler for PE_{Total}	73
Figur 15 Styring av produksjon, utviklet fra modell for styring av vedlikehold (NORSOK Z-008, 2017).	74

1.9 Tabelliste

Tabell 1 Definisjonsliste	6
Tabell 2 KPIer vs. Benchmarking (NS-EN ISO 14224, 2016, p. 240).	20
Tabell 3 Red-Line management vs. Blue Line management.	29
Tabell 4 Begrunnelse for spørsmål i spørreundersøkelse og intervju.	35
Tabell 5 Besvarelse fra spørreundersøkelse og intervju	39
Tabell 6 Akronym og forkortelser	76
Tabell 7 Indikatorer som er benyttet på MIS-tavlene innen forretningsområdet	78

2 Teori og litteratur

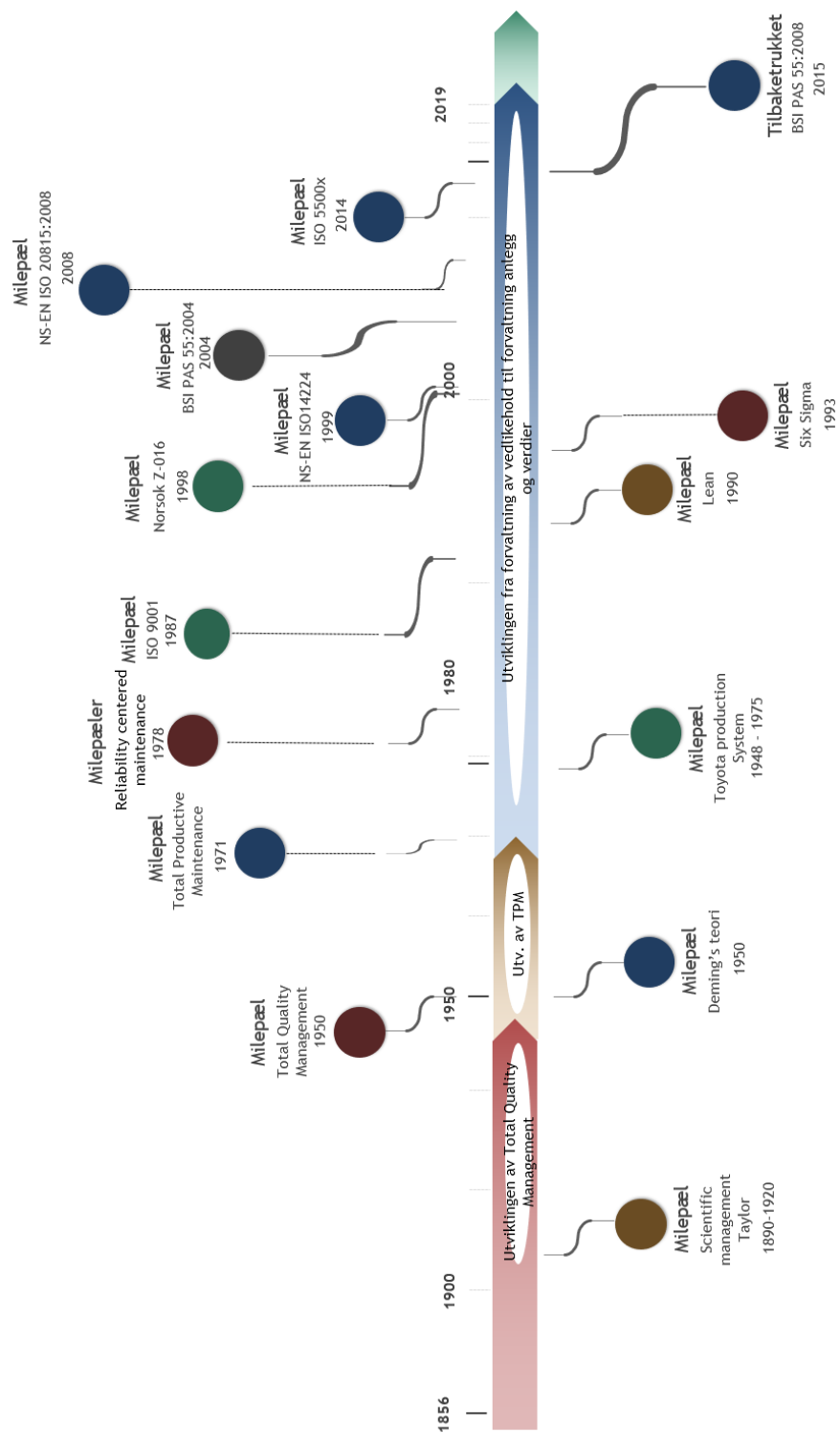
Kapitlet gir introduksjon til teori og litteratur innenfor asset management med fokus på produksjon og bruk av KPIer. Litteratursøk er utført for å undersøke spesielle temaer i detalj. Ved søk i Google på «asset management» oppnår man 713.000.000 treff, og tilsvarende søk i NTNU Universitetsbiblioteket oppnår man 5.266.467 treff. Det store antall treff viser dette er et fagområde som opptar mange. Asset Management kan gjelde både fysiske og immaterielle verdier, denne avhandling avgrensers seg til å omfatte fysiske verdier. Ved søk på «physical asset management» i NTNU Universitetsbiblioteket oppnår man hele 1.759.348 treff, noe som fortsatt er et stort antall.

Asset management som fagområde begynte på en måte med scientific management (Nye, 1998), og systematisk analyse av hver enkelt arbeidsoppgave. Bruk av statistiske metoder til å finne utfordringer og deres årsaker, ga nye muligheter til kontroll i selskaper (Deming, 1986). Deming var en av de første til å utvikle og ta metodene i bruk. Han introduserte metodene med suksess i Japan, der han er ansett som faren til kvalitetskontroll (Tribus, 1988). Total quality management (TQM) fokuserer på kunden i sentrum, høy kvalitet på produkter og tjenester, medvirkning fra toppledelsen og ut til den enkelte ansatte, forpliktelse til stadig kvalitetsforbedring og innovasjon, kontinuerlig forbedring av prosessene som brukes til fremstilling av produkter og tjenester, og kunnskap basert på vitenskapelige metoder (Hoogervorst, et al., 2005).

TPM er en metode som utviklet seg fra TQM på begynnelsen av 1950. TPM fokuserer på kontinuerlig forbedring av effektiviteten til alt utstyr (Kiran, 2017). TPM benytter KPIen equipment effectiveness (OEE), som er en målemetode for å overvåke og forbedre effektiviteten av produksjonsprosesser. Toyota production system (TPS) utviklet seg i samme tidsrom frem til midten av syttiårene. TPS fokuserer på å unngå overbelastning og inkonsekvens, og å fjerne sløsing i organisasjonen.

I slutten av syttiårene tok utviklingen seg ett nytt skritt ved å introdusere Reliability centered maintenance (RCM). RCM kan defineres som, "en prosess som brukes for å bestemme hva som må gjøres, for å sikre at enhver fysisk eiendel fortsetter å gjøre det brukerne vil at den skal gjøre, i sin nåværende driftssammenheng", (NTNU, 2019). RCM argumenterer for at den er en av de mest benyttede metodene for å identifisere det mest kostnadseffektive vedlikeholdsprogrammet for et anlegg (NTNU, 2019).

2.1 Teoretisk bakgrunn



Figur 2 Teoriens tidslinje, inklusiv relevante standarder.

I 1987 ble kvalitetssikringsstandarden ISO 9001 utgitt. «Prinsipper for kvalitetsledelse er: Kundefokus, lederskap, mennesker engasjement, prosessanekgang, forbedring, bevisbasert beslutningstaking og relasjonsledelse», (NS-EN ISO 9001, 2015). Lean, slank, eller veltrimmet produksjon fokuserer på å ta bort sløsing i organisasjoner. Six Sigma er et kvalitetsstyringssystem som ble utviklet av Motorola, og fokuserer på økt kvalitet på produktene fra et produksjonssystem.

Behov for felles oppskrift for noe som skal produseres eller utføres, har medført utviklingen av standarder (Standard Norge, 2019). Eget kapittel for relevante standarder er laget med tanke på at de uttrykker et forslag til løsning innenfor asset management, regularitet og produksjonsstyring, vedlikeholdsstyring, bruk av KPIer og livssyklus kostnader.

Temaene som belyses ekstra i teorien følger en kjede i den historiske tidslinjen fra TQM til TPM, til physical asset management, production assurance og avsluttes med bruk av KPIer. Teorier for Lean og Six Sigma er ikke nærmere utdypet eller studert i litteraturstudiet. Begrunnelsen for ekskluderingen, er at de ville gitt et begrenset bidrag til belysning av avhandlingens hovedformål.

2.1.1 Total Quality Management (TQM)

Kvalitet kan bli definert til rett leveranse, til rett sted, til rett tid, til pris. Kvalitetskontroll hadde i begynnelsen hovedfokus på produksjonsprosessen som leverer sluttproduktet til ekstern kunde. Å benytte statistiske metoder til innsamling av data fra produksjonsprosessen, var vist særlig interesse, men det fanget ikke alt. Viktige områder for kvalitetsforbedring var ikke adressert. Det åpnet opp for å tenke utenfor produksjonsprosessen, til å tenke på hele selskapet. Det medførte et videre syn på kvalitetskontroll, og ga grunnlaget for konseptet TQM. Når tankene om kvalitet utviklet seg, kom det frem at alle organisatoriske aktiviteter måtte integreres og koordineres. Filosofien til TQM hviler på tre prinsipper, kunde fokus, kontinuerlig forbedring, og involvering av de ansatte (Hoogervorst, et al., 2005), (Feigenbaum, 1993). Deming estimerte at kun 3 prosent av mulig forbedring, kom fra statistisk kvalitetskontroll av kjerneprosessen, og at hele 97 prosent hadde med endring av andre organisatoriske aspekter (Hoogervorst, et al., 2005). Med den nye TQM-teorien som kom på 90 tallet, var den beste metoden til å produsere varer og tjenester på en raskere og rimeligere måte, å gjøre varene og tjenestene bedre. Den beste måten å få det til er å oppmuntre alle i selskapet, til å bidra med sine ferdigheter og kunnskaper. Feigenbaum beskrev

tre punkter som ledelsen måtte ha. 1. En klar og detaljert forståelse av hva, og hvordan kunder og selskaper handler i dagens internasjonale marked, 2. Et grundig grep om kvalitetsstrategien, som gir forretningsgrunnlaget for tilfredstillelse av disse kundene. 3. En ledelse med kunnskap om å være tett på, for å skape det nødvendige bedriftsmiljøet for kvalitet og kvalitetsledelse, (Feigenbaum, 1993).

2.1.2 Total productive maintenance (TPM)

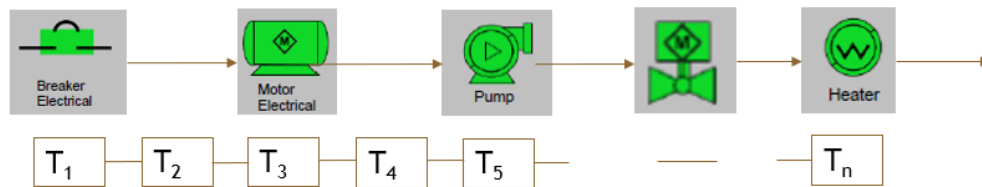
T står for «Total» involvering av de ansatte. Begrepet «Total», betyr også total effektivitet for utstyret. P står for «Productive», som indikerer produksjonen av varer og tjenester som møter kundenes forventninger. M står for «Maintenance», og er vedlikeholdet som holder utstyret og anlegget i god tilstand (Kiran, 2017). Det tas til orde for at TPM strekker seg etter å bruke alt utstyr så effektivt som mulig ved å eliminere bortkastet tid og tap pga. feil på utstyr, økt tid for oppstart, redusert produksjonshastighet, og manglende kvalitet, etc. som til sist gir redusert produksjon. Målet med TPM er å bevare anlegget eller utstyret i en god tilstand, uten å forstyrre den daglige produksjonen. For å oppnå dette målet, er det behov for forebyggende- og prediktivtvedlikehold. Ved å følge filosofien for TPM, skal det være mulig å minimere uplanlagte utstysfeil. Utviklingen av den nåværende filosofien bak TPO, spores tilbake til tidlig femtitallet, når en gruppe Toyota-selskaper, hadde fremskritt med å ta i bruk metoden. På grunn av stor grad automatiserte produksjonsprosesser, ble vedlikeholdet komplekst, og skapte behov for mer spesialisert vedlikeholdsutøvelse. Gruppen av Toyota-selskaper, ledet av Nakajima, også kalt faren til TPM, besluttet å overføre rutinevedlikehold til driftsoperatørene, og la vedlikeholdsavdelingene konsentrere seg om større vedlikeholdsjobber. Denne praksisen foretlet konseptet med TPM (Kiran, 2017).

Total productive maintenance er en videre utvikling av TQM, og omhandler hele organisasjonen (Kiran, 2017), (Jain, et al., 2014), (Rizzo, 2008). Måten dette gjøres på er ved å søke optimalisering av ytelsen til produksjonssystemene. TPM involverer hele organisasjonen. Det gjelder ut til alle avdelinger, arbeidere og ledere, og målet er å sikre effektiv drift av produksjonssystemene i hele deres levetid. Hovedkonseptene i TPM består av åtte punkter. Selvstyrt vedlikehold, fokusert vedlikehold, planlagt vedlikehold, kvalitet i vedlikeholdet, utdanning og trening, TPM også for de som arbeider på kontorene, ledelse som fremmer utvikling, og sikkerhet, helse og miljø. TPM benytter indikatoren (OEE). OEE kvantifiserer hvor

gått en produksjonsenhet yter, relatert mot design kapasiteten i det gitte tidsrommet som produksjonsenhet er tenkt å være i drift. OEE er produktet av kategoriene tilgjengelighet, ytelse og kvalitet. Formålet er å identifisere og å eliminere tap i hver av kategoriene (Kiran, 2017), (Rizzo, 2008), (Jain, et al., 2014), (Sivaram, et al., 2014).

2.1.3 Reliability centered maintenance (RCM)

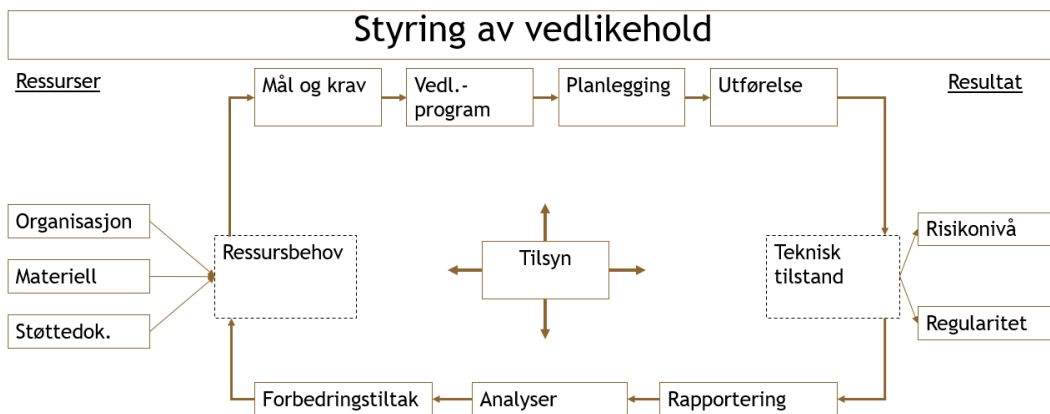
RCM er en systematisk vurdering av hvordan systemer virker, og hvordan funksjoner kan feile. Denne kunnskapen benyttes til å velge vedlikeholdsstrategier og sette aksjoner for utstyret, slik at de mitigerer med HMS-, operasjonelle- og økonomiske-konsekvenser som slike feil medfører. Fokuset i RCM er på å ivareta funksjonen i systemet, og ikke systemet i seg selv (Marvin Rausand, 2004), (NEK EN 60300-3-11, 2009). En kjede av enheter vil ha lavere tilgjengelighet jo lengre kjeden er. Dette skyldes at når man vurderer den totale tilgjengeligheten til en kjede av enheter, blir de individuelle tallene multiplisert som avbildet i figur 3 (Wilson, 2013).



$$\text{Tilgjengelighet: } T_{(\text{sys})} = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 \times \dots \times T_n$$

Figur 3 Tilgjengelighet til et system som består av enheter i serie. Tilpasset fra (Wilson, 2013).

Behov for styring av vedlikehold (Oljedirektoratet, 1998), medførte utarbeidelsen av den helhetlige modellen for styring av vedlikehold (NORSOK Z-008, 2017).



Figur 4 Model for styring av vedlikehold utledet fra (NORSOK Z-008, 2017).

2.1.4 Asset management

Asset management fokuserer på forvaltning av anlegg og verdier. Physical asset management (PAM) skiller seg ut fra asset management ved at man fokuserer på fysiske verdier slik som anlegg, fabrikker, bygninger eller infrastruktur. Kompleksiteten i dagens industri legitimerer behovet for PAM som en egen disiplin. (Hastings, 2015). PAM fokuserer på alt som påvirker anlegget, og er en systematisk tilnærming for hvordan anlegget kan forvaltes.

The Institute of asset management (IAM) var en av bidragsyterne i arbeidet med å etablere standarden ISO 55000:2014 – Forvaltning av anlegg og verdier, og som faset ut standarden BSI PAS 55:2008 - Management system structure. IAM knytter også utviklingen innenfor forvaltning av fysiske anlegg til utviklingen av oljeindustrien i Nordsjøen, spesielt Piper Alpha ulykken og 1980-tallets oljepris fall. Det var behov for radikale endringer, og det ble oppdaget at små, dynamiske, multidisiplin arbeidslag, som forvaltet hver enkelt installasjon med fokus på installasjonens levetid, ga grunnlag for innovasjon som resulterte i store forbedringer i ytelse, sikkerhet og produktivitet.

«En organisasjons øverste ledelse, ansatte og interessenter bør implementere planlegging, ledelsesaktiviteter (For eksempel policyer, prosesser eller overvåkingstiltak) og overvåkingsaktiviteter for å utnytte muligheter og redusere risikoer til et akseptabelt nivå. Forvaltning av anlegg og verdier innebærer å balansere kostnader, muligheter og risikoer opp mot den ønskede prestasjonen til anlegg og verdier for at organisasjonen skal nå sine mål», (NS-ISO 55000, 2014). «Forvaltning av anlegg og verdier er basert på et sett grunnleggende prinsipper. **Verdi:** Anlegg og verdier finnes for å tilføre verdi til organisasjonen og dens interessenter. Forvaltning av anlegg og verdier har ikke fokus på anlegg og verdier i seg selv, men på verdien som anlegg og verdier kan tilføre organisasjonen. Verdien (som kan være materiell eller immateriell, økonomisk eller ikke økonomisk) skal bestemmes av organisasjonen og dens interessenter i samsvar med organisasjonens mål. **Samordning:** Forvaltning av anlegg og verdier omsetter organisasjonens mål til tekniske og økonomiske beslutninger, planer og aktiviteter. Beslutninger om forvaltning av anlegg og verdier (tekniske, økonomiske og driftsmessige) samlet gjør det mulig for organisasjonen å nå sine mål. **Lederskap:** Lederskap og bedriftskultur er avgjørende faktorer for realisering av verdi. Lederskap og forpliktelse fra alle ledelsesnivåer er vesentlig for vellykket etablering, drift og forbedring av forvaltning av anlegg

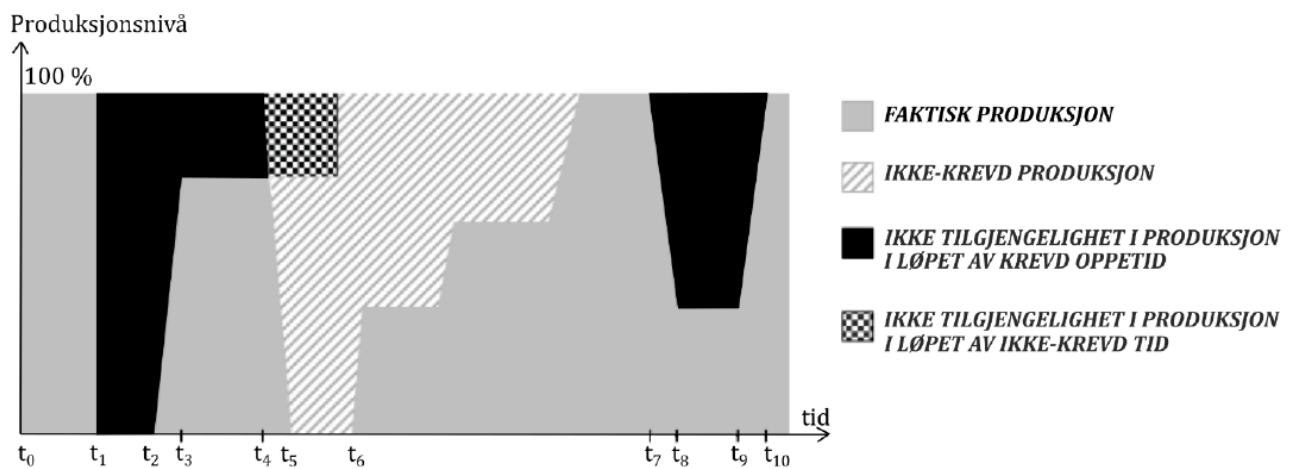
og verdier i organisasjonen. **Forsikring:** Forvaltning av anlegg og verdier gir forsikring om at anlegg og verdier vil oppfylle med dem. Behovet for forsikring kommer fra behovet for å styre en organisasjon på en effektiv måte. Forsikringen gjelder anlegg og verdier, forvaltningen av dem og system for forvaltning av anlegg og verdier», (NS-ISO 55000, 2014, pp. 5-6).

Utarbeidelsen av ISO 55000 har blitt hyllet som en av de viktigste nye standardene på mange år. O'Hanlon, en ekspert på asset management og medlem av teknisk komité som utarbeidet ISO 55000, poengterer viktigheten av tre lover for asset management: 1. Asset management handler ikke om forvaltning av eiendeler, det handler om å levere forretningsverdi. 2. Beslutninger skaper verdi fra anlegg og ressurser. 3. Kultur spiser strategi til lunsj (O'Hanlon, 2014).

2.1.5 Production assurance

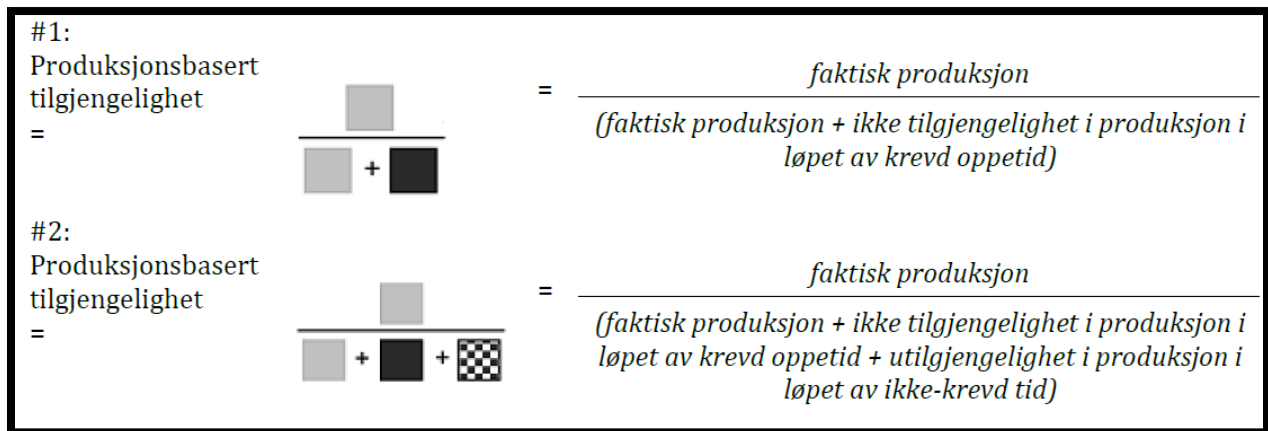
Production assurance kan defineres som «implementerte aktiviteter for å oppnå og vedlikeholde en ytelse som er optimal iht. overordnet økonomi, og til samme tid, i samsvar med gjeldende rammeverk», (NS-EN ISO 20815, 2018, p. 11). Analyser for production assurance er i praksis ofte utført ved hjelp av nettverk modellering, eller Monte Carlo simuleringer. Basert på nettverket og sannsynlighetsfordelingen for utstyres levetid og utbedringstid, utarbeider simuleringsverktøyet prediksjoner/estimer, og usikkerhetsfordelinger for produksjonstilgjengeligheten.

Figur 5 viser et eksempel på produksjonsscenario i en gitt periode (for enkelhets skyld er det ikke tatt hensyn til mulige eksterne ikke-fungerende tilstander)



Figur 5 Eksempel på produksjonsscenario i et gitt tidsrom, (NS-EN 13306:2017, 2019).

Berengingseksempler på produksjonstilgjengelighet avhengig av hierarkiet av hendelser (utilgjengelighet i produksjon, ikke-krevd tid osv.):



Figur 6 Beregningseksempler for produksjonsbasert tilgjengelighet, (NS-EN 13306:2017, 2019).

2.1.6 Key performance Indicator (KPI)

KPIer er nøkkeltall eller viktige ytelsesindikatorer. «En KPI er definert som en metrisk måling på hvor godt organisasjonen eller individet utfører en operativ, taktisk eller strategisk aktivitet som er kritisk for den nåværende, og fremtidige suksessen til organisasjonen», (Rødseth, et al., Feb. 2015). Alternativ definisjon er, kvantifiserbart nivå som viser i hvilken grad man har oppnådd et kritisk mål, (ISO 22400-1, 2014). KPIer kan grupperes på forskjellig måter, avhengig av deres tiltenkte bruk (ISO 22400-1, 2014), f.eks. kostnader, tid, kvalitet eller prosess, produkt og produksjon. Det er også mulig å vekte elementene som inngår i formelen for KPIen, slik at enkelte element har en større påvirkning på KPIen. KPIer velges fordi brukeren ønsker å fokusere på utfallet til en prosess, uten at det settes begrensning på virkemidlene for å nå utfallet. Valg og bruk av KPIer innenfor en produksjonsbedrift kan illustreres med følgende steg: 1. Identifisere operasjoner eller operasjonselement som skal evalueres; 2. Bestemme mål som skal realiseres ved hjelp av indikatoren; 3. Beskrive operasjonelle aksjoner som benyttes ved bruk av indikatorer for å realisere forventingene; 4. Definere evalueringskriterier og tilknyttede målinger for ytelsesindikatorer; 5. Velge KPIer; 6. Vurdere ytelse, opp mot målsetningene som er satt for KPIene; 7. Utføre relevante aksjoner for å oppnå målsetningene (ISO 22400-1, 2014).

Wilson tar til orde for at KPIer kan med fordel benyttes som forretningspråk som alle i organisasjonen forstår. Tidligere var det ofte slik at en leder i et selskap, typisk var en ingeniør

som hadde gjort karriere, og var forfremmet. Det medførte at seniorledelsen bestod av personell som var kjent med drift- og vedlikeholdsmiljøet. Slik er det ikke bestandig i dag, og informasjon skal være kortfattet. En leder som bruker sin tilmålte tid i møter med overordnet ledelse til å prate om tekniske detaljer, vil risikere å miste ledelsens oppmerksomhet. Ved å benytte forretningsspråk, slik som KPIer i kommunikasjonen med overordnet ledelse, for videre å diskutere hvordan man skal lukke gap, og måle forbedring med indikatorer, vil lederen oppnå suksess. Lederen vil kunne vise at enheten støtter veikartet, og det overordnede forretningsmålet (Wilson, 2013, p. 155).

Det taes til orde for at i dagens produksjonsmiljøer, er silotenking en utfordring som kan lede til suboptimaliserende resultater. For å håndtere denne utfordringen, argumenterer RAMS-gruppens medlemmer for en integrert tilnærming som de kaller for Integrated planning (IPL). Innenfor dette rammeverket skapte de en ny vedlikeholdsindikator som de kaller Profit los indicator (PLI). PLI bygger videre på OEE og sløsing i produksjonen, og fremstilles som ett finansielt mål, der en lav PLI verdi, indikerer en god finansiell situasjon. Når man kalkulerer PLI, må man forstå konseptet med livsløpsoverskudd, og relevante PLI-elementer må identifiseres. Videre argumenteres det for at det er mulig å benytte PLI for benchmarking mellom forskjellige selskaper, men det er behov for forsiktighet pga. forskjellig kontekst og forhold (Rødseth, et al., Feb. 2015).

2.2 Litteratursøk

For å komme nærmere det ukjente, er det søkt dypere i litteraturen etter relevante artikler som kan belyse forskningsspørsmålene i avhandlingen. Fagområdet, asset management er brutt ned til å søke dypere på physical asset management, da det er oppfølging av produksjonen ved fysiske anlegg som er målsetningen. Flere steder i teorien refereres det til Deming, noe som skaper behov for å se nærmere på Demings teori. Fra nyere teori fremkommer indikatoren OEE. Det kan se ut som flere benytter OEE som underlag for utledning av nye KPIer, noe som kan være utgangspunkt i søken etter en felles KPI for produksjonsstyring. For å undersøke om det er ny kunnskap om KPIer, søkes det dypere etter kvalitative artikler i litteraturen.

2.2.1 Relevante standarder

For å oppfylle kravene i regelverket til petroleumsvirksomheten i Norge, viser veiledningene ofte til at de er oppfylt dersom anerkjente standarder er lagt til grunn. Bruk av standarder har derfor vært en viktig del av asset management innenfor petroleumsvirksomheten.

NORSOK Z-016 forholder seg til regularitets styring og pålitelighetsteknologi. Standarden fokuserer på olje og gassproduksjon med tilhørende aktiviteter, men dekker også system- og utstyrspålitelighet og vedlikeholds ytelse i generelle trekk. Standarden tar til orde for at målet med systematisk regularitetsstyring er å bidra til samsvar mellom operasjonelle avgjørelser, og forretningsmessige mål. «Regularitetsstyring for å oppnå optimal økonomi for et anlegg gjennom sin levetid, medfører også oppfølging av helse, sikkerhet, miljø, kvalitet og menneskelig faktorer», (NORSOK Z-016, 1998). Hovedprinsippet for optimalisering av anlegg, er å velge den løsning som gir best økonomi innenfor rammebetingelsene. Derfor argumenteres det for i standarden at livsløpskostnad må være med i vurderinger hva angår optimalisering. Standarden foreslår hvordan regularitetsytelsen kan måles med volum eller tid.

- $\text{Produksjonstilgjengelighet} = \text{Produsert volum (Sm}^3) / \text{Referanseverdi (Sm}^3)$.
- $\text{Tilgjengelighet} = \text{Oppetid (timer)} / \text{Observasjonstiden (timer)}$

Standarden inneholder en liste over hendelser som kan påvirke regulariteten for produksjonssystemene. Listen anbefales å bli brukt til når man skal prediktere regularitet og rapportere historisk regularitet for et produksjonssystem (NORSOK Z-016, 1998).

Petroleumsindustrien har sin egen standard for regularitet og pålitelighetsstyring (NS-EN ISO 20815, 2018). Standarden argumenterer for at det er behov for en standardisert tilnærming for å oppnå optimal produksjonstilgjengelighet. Årsaken oppgis til å være at lønnsomheten i denne industrien er avhengig av påliteligheten, tilgjengeligheten og vedlikeholdsvennligheten av systemer og utstyr som er benyttet.

I 2008 ble standard for å samle inn pålitelighets- og vedlikeholdsdata for petroleums- petrokjemisk og naturgassindustri etablert. Innsamling av denne type data «kan være nyttig for å kommunisere operasjonell erfaring», (NS-EN ISO 14225, 2016), og benyttes f.eks. i RCM.

Norsk elektroteknisk komites standard for integrering av kontrollsystemer i bedrifter, omhandler asset management, men fra et annet perspektiv enn de andre standardene. Standarden tar til orde

for suksessfull integrering av kontrollsystemer krever identifisering av grenselinjene mellom bedriftsdomene, produksjonsvirksomheten og kontroll domene. Grenselinjene må identifiseres ved bruk av modeller som uttrykker funksjonene, ressurser, informasjon mellom produksjonsvirksomheten og kontroll domenet, og informasjon mellom domenene. Standarden definerer produksjonskapasitet til å være informasjon avledet fra tidligere vist produksjonsevne, og (produkt spesifikk) planlagt kapasitet. Dette inkluderer oppstilling av informasjon om planlagt kapasitet for definerte produkter, og nåværende og forventet fremtidig ytelsesstatus for personell, utstyr og materiell (NEK IEC 62264-1, 2013).

NS-ISO 55000:2014 – Asset management foreslår en oppskrift til etablering, implementering, vedlikehold og forbedring av et ledelsessystem for forvaltning av anlegg og verdier. Standarden tar til orde for at den kan brukes av alle organisasjoner, det er organisasjonen som bestemmer hvilke anlegg som skal inngå i bruken. «Et system for forvaltning av anlegg og verdier påvirker hele organisasjonen, inkludert interessenter og eksterne tjenesteleverandører. Det kan bruke, knytte sammen eller integrere mange av organisasjonens aktiviteter og funksjoner som ellers ville bli styrt eller drevet isolert. Prosessen med å etablere et system for forvaltning av anlegg og verdier krever en grundig forståelse av hvert av elementene og policyene, planene og prosedyrene som integrerer dem», (NS-ISO 55000, 2014).

Å bruke KPIer i styring av produksjonsvirksomheten i et selskap, er motivert av muligheten til å benytte de til å forbedre verdiskapelsen. Å måle ytelse, gjør det mulig for et selskap å kvantifisere alle sider av sin virksomhet. Målingene har størst verdi når de kan benyttes til å identifisere trender i forhold til spesifikke operasjonelle mål (ISO 22400-1, 2014). Det argumenteres for at analyser og rapportering av KPIer for produksjonsytelse skal være iht. relevant taksonomi (NS-EN ISO 20815, 2018). Produksjonstilgjengelighet for hele produksjonsanlegg er typisk rapportert i et høyere nivå i et hierarki, og produksjonsutilgjengelighet kan rapporteres for å reflektere produksjonstap på et lavere nivå i hierarkiet (NS-EN ISO 20815, 2018), (NS-EN ISO 14224, 2016).

Det taes til orde for at KPIer og benchmarking har en hårfin forskjell. Hovedforskjellen mellom KPI og benchmarking er bruken. KPIer brukes til daglig ledelse og forbedring med data fra interne systemer. Benchmarking foregår som et engangstilfelle eller med sjelden frekvens. Ved benchmarking er man en av flere organisasjoner innenfor samme prosess, der man sammenlignes

mot hverandre hvordan ytelsen er på nåværende tidspunkt (NS-EN ISO 14224, 2016). Dette illustreres i tabell 2.

Tabell 2 KPIer vs. Benchmarking (NS-EN ISO 14224, 2016, p. 240).

Karakteristikk	KPIer	Benchmarking
Formål	Følger fremdrift og effektivitet fra ledelse	Identifisere gap i nåværende ytelsesnivå
Frekvens	Når man forventer at forandring skal skje	Engangs/sjelden
Data kilde	Interne systemer	Eksterne kilder
Kontroll nivå	Kontinuerlig eller kortsiktig	Langsiktig
Antall påvirkende parametere	En eller flere	Mange
Nøyaktighet	Interessert i trend	Interessert i nøyaktige verdier
Mål	Satt, basert på mål	Ingen mål

Standarder som petroleumsindustrien må eller kan benytte når det gjelder asset management, regularitet og pålitelighetsstyring.

- NORSOK Z-008, Risk based maintenance and consequence classification
- NORSOK Z-016 - Regularity management & technology
- NS-EN ISO 20815:2018 – Petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri – Regularitet og pålitelighetsstyring
- NS-ISO 55000:2014 – Forvaltning av anlegg og verdier – Oversikt, prinsipper og terminologi
- NS-ISO 55001:2014 – Forvaltning av anlegg og verdier – Ledelsessystemer – Krav
- NS-EN ISO 14224:2016 Petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri – Innsamling og utveksling av pålitelighets- og vedlikeholdsdata for utstyr
- ISO 22400-1 – Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. Part1: Overview, concepts and terminology
- ISO 22400-2, Automation systems and integration – Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. Part 2: Definitions and descriptions

- NS-EN 13306:2017 Vedlikehold – Vedlikeholdsterminologi
- NS-EN 15341:2007 – Vedlikehold - Hovedindikator for ytelse innenfor vedlikehold
- NEK EN 60300-3-11:2009 Dependability management – Pet 3-11: Application guide – Reliability centered maintenance
- NEK IEC 62264-2013 -Enterprise-control system integration

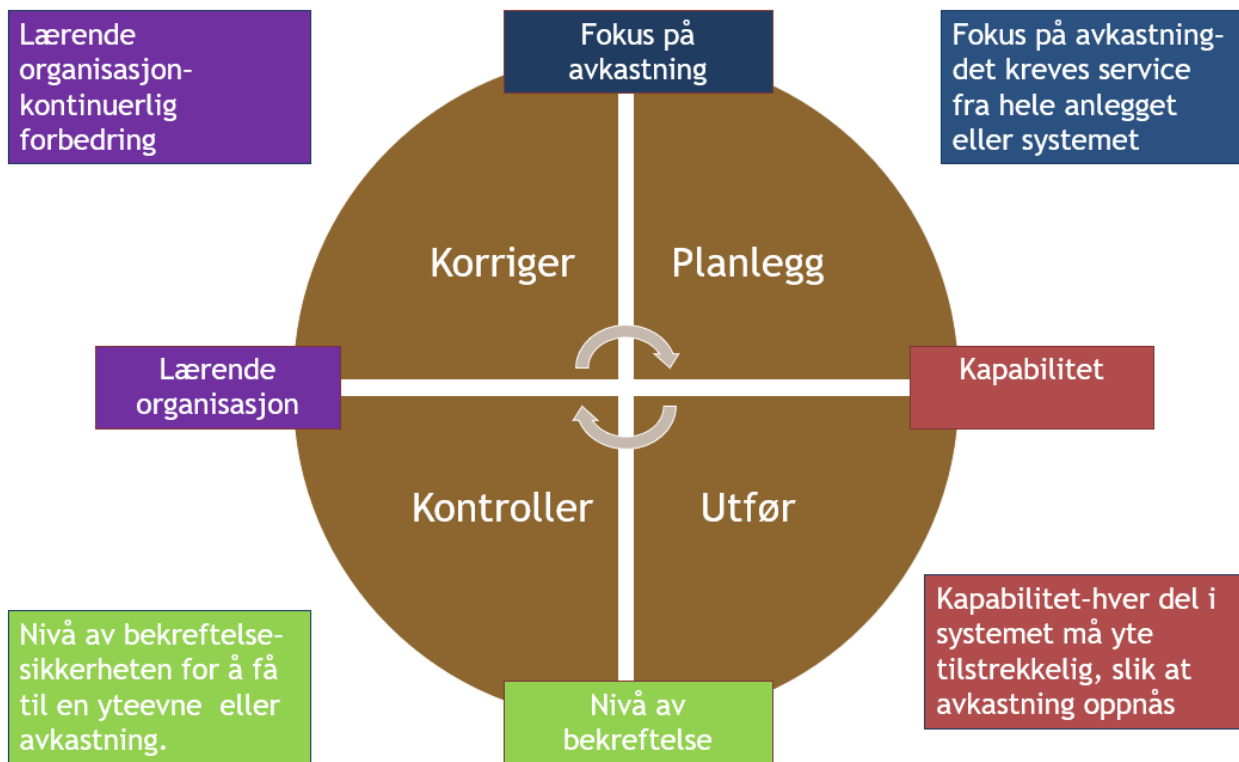
Inkluderings og ekskluderings kriterier				
Tittel inneholder		Material typer	Språk	Utgivelsesdato
NS-EN ISO, ISO, NORSOK		Standarder	Norsk og Engelsk	Fortsatt gyldig
Nr.	Inkluderings kriterier	Nr.	Ekskluderings kriterier	
1	Petroleum	1		
2	Regularitet	2		
3	Asset management	3		
4	Vedlikehold	4		
5	KPI	5		

Figur 7 Kriterier for tema: «Standarder».

2.2.2 Physical asset management (PAM)

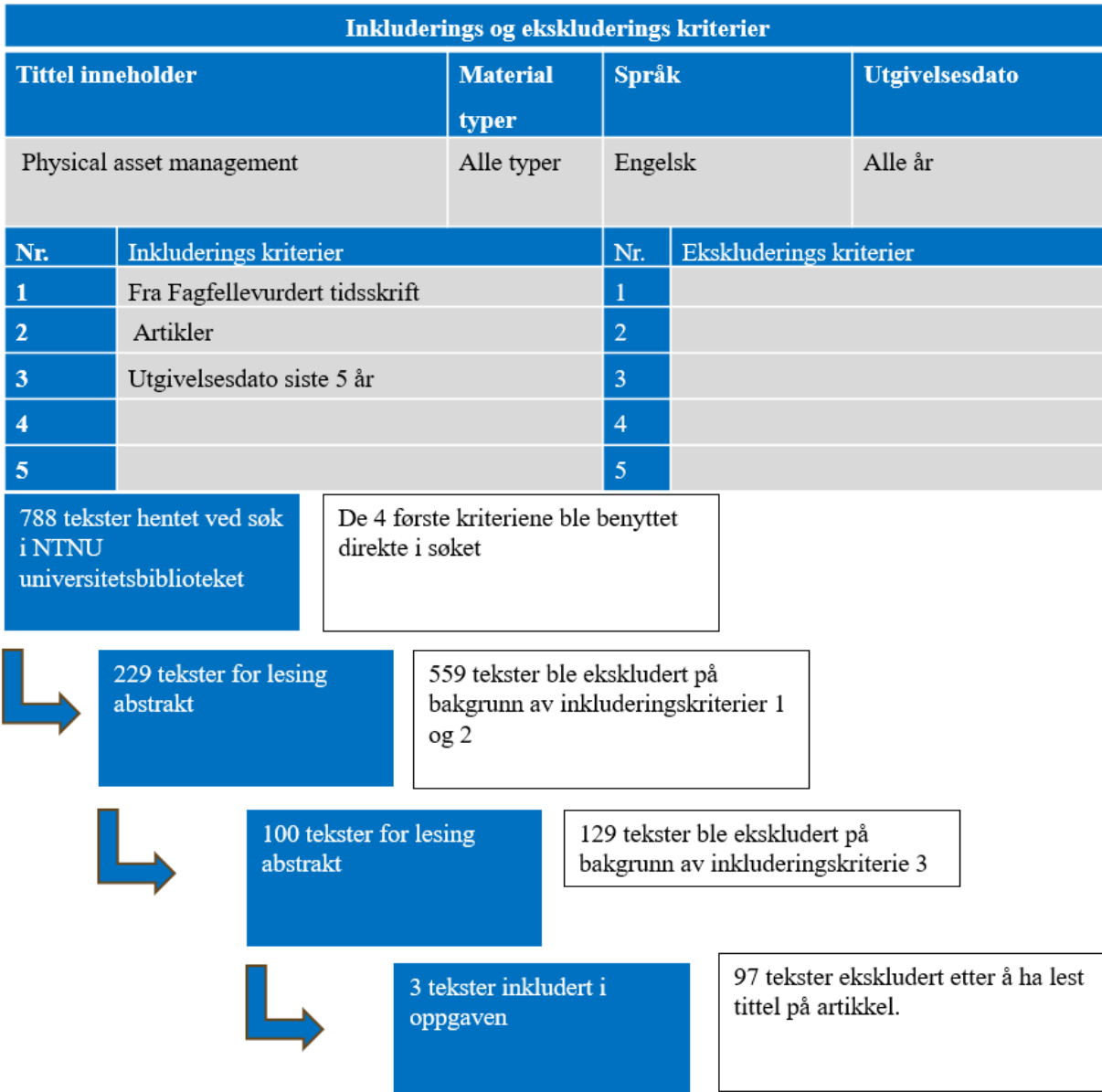
Wilson tar til orde for at et moderne syn på asset management består av to modeller på toppnivå, og de representerer god asset management. Fra begynnelsen med å tenke vedlikeholdsstyring, så man etter hvert at helhetlig tankegang måtte til, og en erkjennelse om at kun ved å påvirke hele livssyklusen, kan vedlikeholdsfunksjonen bli riktig definert og levert. Å forvalte anlegg og verdier gjennom hele sin livssyklus, med formål om å oppnå forretningsmål, er nå kjent som asset management. Wilson trekker frem behovet for å ha modeller for asset management, og han oppgir særlig to grunner. Først, for å gi eierorganisasjonen klarhet i hva den mener er viktigst hva angår asset management, og hvordan passer det i en mer effektiv helhet. For det andre, å gi muligheten til å kommunisere komplekse konsepter, på en slik måte at disse viktige elementene er forstått og knyttet til forretningsmål og personlige roller (Wilson, 2013). Et annet perspektiv sier at PAM har som hovedformål å øke verdi og inntjening ved det fysiske anlegget. For å oppnå dette er det behov for kontinuerlig forbedring av prosessene. Det forekommer at noen tror at PAM og vedlikehold er det samme. PAM har beveget seg videre, men vedlikehold er en av de

aller viktigste aktivitetene for god PAM (Burnett & Vlok, 2014). «Capability assurance model» som AM Council (AMC) har utarbeidet og setter øverst, tar Wilson frem i sin bok. Modellen gir en definisjon og en oversikt av asset management. Den nest viktigste modellen som AMC og Wilson tar frem er den de kaller, de fire prinsippene for asset management. Modellen omfatter en organisasjons behov for å ha fokus på avkastning, for å oppnå avkastningen kreves det kapabiliteter, kapabilitetene må være assosiert med muligheten til å levere, og til slutt, for å være i samsvar med utviklingen kreves det en lærende organisasjon (Asset Management Council, 2019), (Wilson, 2013).



Figur 8 Modell for å sikre kapabilitet, og de fire prinsippene for asset management. Tilpasset fra (Wilson, 2013, pp. 12-13).

Det tas til orde for at asset management har fått seg et løft med utgivelsen av ISO 55000 i 2014. Mangel av standard har medført at selskapene har funnet egne metoder for å bestemme hva beste praksis er, ISO 55000 bygger på PAS 55 som først kom ut i 2004 (Hollywood, 2014), (O'Hanlon, 2014).



Figur 9 Kriterier for tema: «Physical asset management».

2.2.3 Demings teori

Deming var en pioner når det gjaldt å benytte statistiske metoder for å finne hvilket som helst problem, og hva som var årsaken til problemet. Han er ansett i Japan som faren til kvalitetskontroll, og den som lærte japanerne hvordan de skulle produsere varer med høy kvalitet til lav pris. Han blir omtalt som faren til forbedringssirkelen; planlegg, utfør, kontroller og korriger. Ofte omtalt som Demings sirkel. Demings 14 punkter for forbedring av kvalitet og

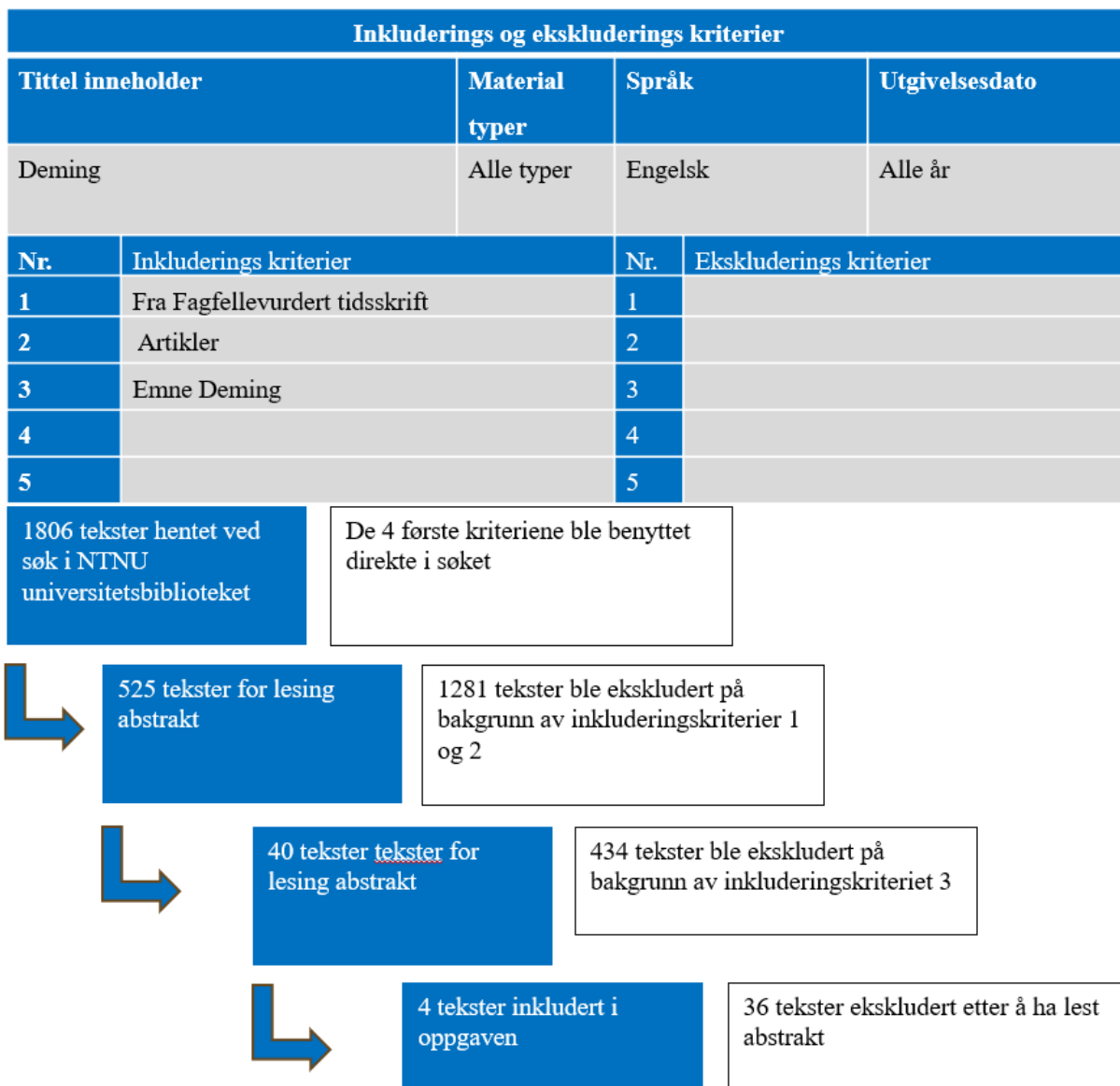
produktiviteten, samt 7 dødssynder er en filosofi som Deming mente man måtte mestres, ellers ville selskapet gå under (Tribus, 1988), (Deming, 1986), (Gartner & Naughton, 1988).

Demings metode var noe forskjellig fra TQM. Deming fokuserte på toppladelsen, og toppladelsens behov for å endre systemet. Deming påstod at for mye oppmerksomhet ble gitt til å korrigere individuelle arbeidere, og ikke nok innsats ble viet til å forbedre systemet. Demings tilnærming understreker at toppladelsen må implementere det han utdypet i sine 14 punkter og sitt system (Petersen, 1999), (Tribus, 1988), (Gartner & Naughton, 1988). Washbush tar til orde for at det alltid ser ut til å eksistere organisasjons- og produksjonssystemer i Demings verden. Ledelsens ansvar er å få justert disse systemene slik at de kan forbedres basert på analyser, gi arbeiderne handlingsrom til å gripe inn i produksjonen, som igjen kan lede til stolthet i sin arbeidsutførelse. Viktige spørsmål som ikke er direkte adressert av Deming er, hva er produktene og deres karakter, hva er prosessene og deres komponenter, hvordan er arbeid definert, og av hvem, hvordan er arbeiderne tildelt jobbene, hvordan er jobbene verdsatt, hvordan bli man ansatt, opplært, forfremmet og betalt, og hva er metoden for å bestemme hvilken investering som må gjøres. Washbush finner det rimelig å anta at siden Deming insisterte på at ledelsen er ansvarlig for «systemet», ligger også disse spørsmålene innenfor ansvarsområdet til ledelsen (Washbush, 2002).

I RAMS-gruppens artikkel fra 2015 som omhandler en ny indikator for tap av inntjening skriver de, «I et produksjonssystem der råmaterialer er omgjort til endelige produkter, er både produksjon- og vedlikeholdsplanlegging fundamentale deler av produksjonen. Videre er en essensiell del i planlegging å implementere Demings sirkel som følger logikken planlegg, utfør, kontroller og korriger. Den viktigste grunnen til å følge denne logikken er å sikre kontinuerlig forbedring i planprosessen og generere bedre resultater når det gjelder regularitet og redusert kostnader», (Rødseth, et al., Feb. 2015). Deming tar til orde for at alle i organisasjonen må involveres i å se etter forbedring, og stille forbedringsforslag. Alle må bruke ca. fem prosent av tiden på forbedringsarbeid, men kun selskapets statistikere og analytikere benytter 100 prosent av tiden på forbedring (Deming, 1986), (Tribus, 1988).

Deming var ikke tilhenger av målinger og bonus lignende ordninger, han mente at beslutningen om å måle og belønne de ansatte, måtte være basert på målinger der de virkelig kan påvirke utfallet eller resultatet (Finlow-Bates, 2000). Et annet perspektiv på individuelle

ytelsesindikatorer, setter spørsmål ved Demings 14 punkter ved følgende introduksjon. «De eneste menneskene som vil foreslå eliminering av individuelle ytelsesevalueringer, er de som aldri har vært ansvarlig for å lede andre», (Harrington, 1998). Harrington tar til orde for at vi som individer har seks behov som må oppfylles for at vi skal utmerke oss i vår jobb. Det er økonomisk sikkerhet, personlig selvtillit, personlig egenverd, personlig bidrag, personlig anerkjennelse og emosjonelle sikkerhet. Harrington oppsummerer med følgende «Kun måling og belønning av team, er en sikker vei til å oppnå middelmådighet, men å måle og å belønne individer, ærlige og rettferdige, resulterer i resultater i verdensklasse», (Harrington, 1998).



Figur 10 Kriterier for tema: «Deming».

2.2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

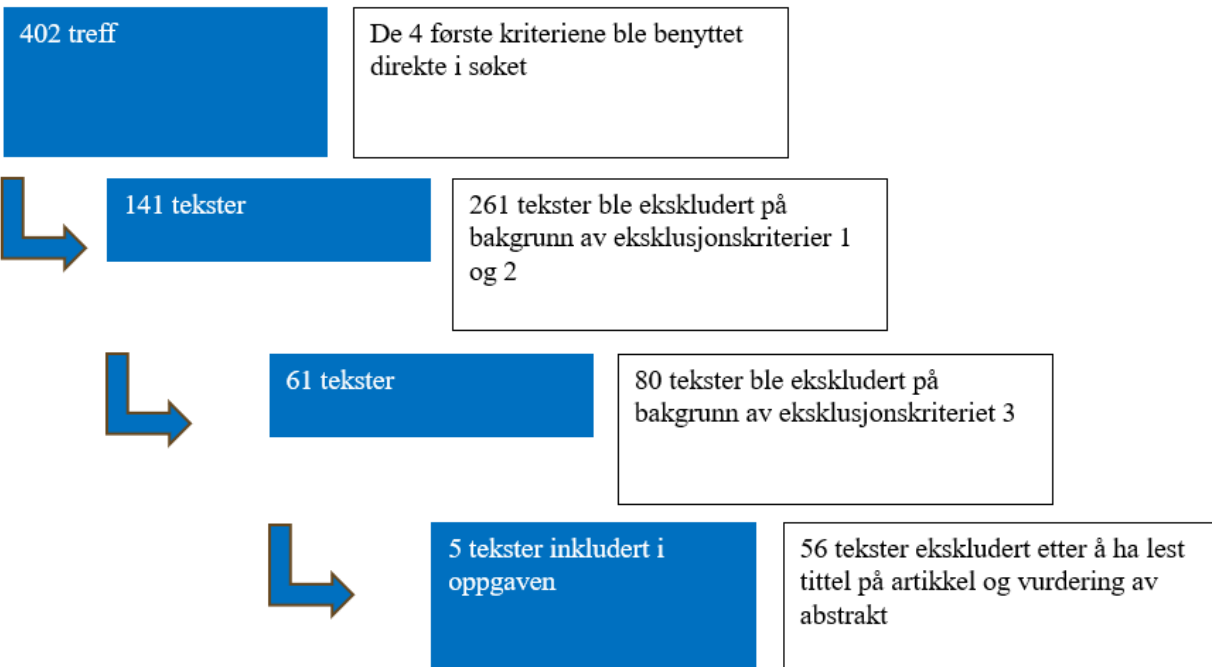
OEE har sitt utspring fra TPM og er et analyseverktøy for hvor godt en produksjonsprosess leverer. OEE uttrykkes i form av en kvantitativ målemetode som summen av tilgjengelighet x ytelse x kvalitet. OEE viser avvik i produksjonen, og avvikene kan benyttes til å identifisere forbedringspotensialet i produksjonsprosessen. OEE viser om avvikene treffer innenfor tilgjengelighet, ytelse eller kvalitet, men forteller ikke årsaken til avvikene (Heng, et al., 2019). (Irrhirane, et al., 2017), (Rødseth, et al., Feb. 2015), (Rødseth, et al., 2015).

Årsakene til avvik må identifiseres ved å se på de underliggende data. Når man kjenner årsakene til avvikene, kan man ta stilling til eventuelle aksjoner for å mitigere avvikene. Ved at det er et sett underliggende data, eller ytelsesindikatorer, gjør at personell kan se sitt bidrag til å oppnå den felles OEE. Strategien gjør at alle i teorien kan forstå og påvirke måloppnåelsen for OEE (Rødseth, et al., Feb. 2015), (Irrhirane, et al., 2017).

En egenskap med OEE, er at de tre faktorene er vektet likt. En annen egenskap er usikkerheten i målingen. «Konvensjonell formulering av OEE er basert på nøyaktig data, og resulterer i en verdi. Verdien kan være unøyaktig og medføre til villedede beslutningstakere. Usikkerheter bør derfor bli tatt i betraktning», (Heng, et al., 2019). Manuelle målinger er i seg selv en kilde til usikkerhet ved at feil avlesning eller feilskrivning av data (Heng, et al., 2019).

Mens TPM forholder seg til åtte pilarer, tar andre til ordet for de tre pilarer for OEE (Wanichko, 2015). Den første pilaren består av det tekniske aspektet. Pilaren er reist med tanke om å ha identifisert områdene som kan forbedre prosesstrøm og redusere flaskehalser. Den andre pilaren består av prosessene. Et av hovedmålene med å benytte OEE er å redusere det som kalles de seks store tapene, sammenbrudd, oppsett og justering, små stopp, redusert hastighet, oppstartvrak og produksjonsvrak. Dette er de mest vanlige årsakene til effektivitetstap i produksjon. Det tas til orde for at skall man oppnå full effekt av OEE, er det essensielt at alle prosesser blir analysert for å avdekke forbedringspunkter, og at man stiller de nødvendige verktøyene til rådighet for å oppnå forbedringene. Den tredje pilaren består av aktivt tilsyn. At alle i bedriften fra direktør ut til arbeiderne er kjent med filosofien som ligger bak bruk av OEE er svært viktig. Ledere og deres avdelinger bør være kjent med hva som er forventet av dem, og hvordan deres ytelse vil bli målt (Wanichko, 2015).

Inkluderings og ekskluderings kriterier				
Tittel inneholder		Material typer	Språk	Utgivelsesdato
OEE		Alle typer	Engelsk	Alle år
Nr.	Inkluderings kriterier	Nr.	Ekskluderings kriterier	
1	Fra fagfelleverderte tidsskrift	1		
2	Artikler	2		
3	Utgivelsesdato siste 5 år	3		
4		4		
5		5		



Figur 11 Kriterier for tema: «OEE».

2.2.5 Key Performance Indicator (KPI)

En KPI kan defineres som en metrisk måling på hvor godt organisasjonen eller individet utfører en operativ, taktisk eller strategisk aktivitet som er kritisk for den nåværende, og fremtidige suksessen til organisasjonen (Rødseth, et al., Feb. 2015), (ISO 22400-2, 2014). Det argumenteres for i litteraturen (Kaiser & Young, 2018), (Hester, et al., 2017) at ytelsesmåling og spesielt KPIer gir brukerne et øyeblikksbilde av tilstanden på det de måler, og spesielt hvor godt en bedrift oppnår sine mål. Selv om det i litteraturen er mange guider til å benytte KPIer, er det over 70

prosent som feiler. «Å utlede en KPI er ingen enkel regnskapsoppgave, det må til en dyp forretnings- eller prosessforståelse forståelse for å være suksessfull, inkludert en forståelse av organisasjonens mål og kontekst», (Hester, et al., 2017). En annen viktig oppside er at det gir visjon og mulighet til å feire suksess, noe som er viktig for motivasjonen til de ansatte (Wilson, 2013).

Når man arbeider med komparative analyser og sammenligning, er det viktig at de som sammenlignes er sammenlignbar. Dersom det skal utføres en sammenligning mellom forskjellige selskaper, skal deres markedsforhold, tjenester, anleggsstørrelse, kultur, lovgivning, produkt miks og alder være lignende. Det er også årsaken til at komparative analyser som baseres kun på indikatorer, vil bære risikoen med at de blir feiltolket (Wilson, 2013).

Det argumenteres for at KPIer i industrien kan bli klassifisert i tre grupper: 1. Vitenskapelig fremstilt KPIer som refererer til teknisk ytelse på anlegg, f.eks. produktkvalitet; 2. KPIer for vedlikehold som referer til oppetid, derav vedlikeholdstid og kostnader; 3. Økonomiske KPIer som referer til forretningsgevinst (Zhang, et al., 2017).

En forsknings som så på KPIer tilhørende et stort oljeselskap, sannsynliggjorde gjennom forskningen, at det er forskjellige tanker om definisjonen på startpunktet for hvilke verdier som skal inngå i en ytelsesindikator, og som da definerer KPIen. Flere av verdiene som var med å definere KPIene, pekte mot et prediktivt perspektiv (Banta, 2018). Tid som faktor i en KPI kan kanskje være den mest universelle målemetoden. Kostnad, eller inntjening pr tidsenhet for en produksjonslinje, anlegg, eller forretningsområde, kombinert med volum vil kunne ha en informasjonsverdi for beslutningstakere. En av de mest fundamentale målingene i forretningsverden er basert på kostnad per tidsenhet, det være seg påløpte kostnader, eller tapte muligheter. Indirekte kostander dukker av og til opp som økonomisk «fantom», når de faktisk er virkelige. Kost minimering kan være det bevegelige målet i virkelig tid, tar Time based management, til orde for (Edwards, 2018).

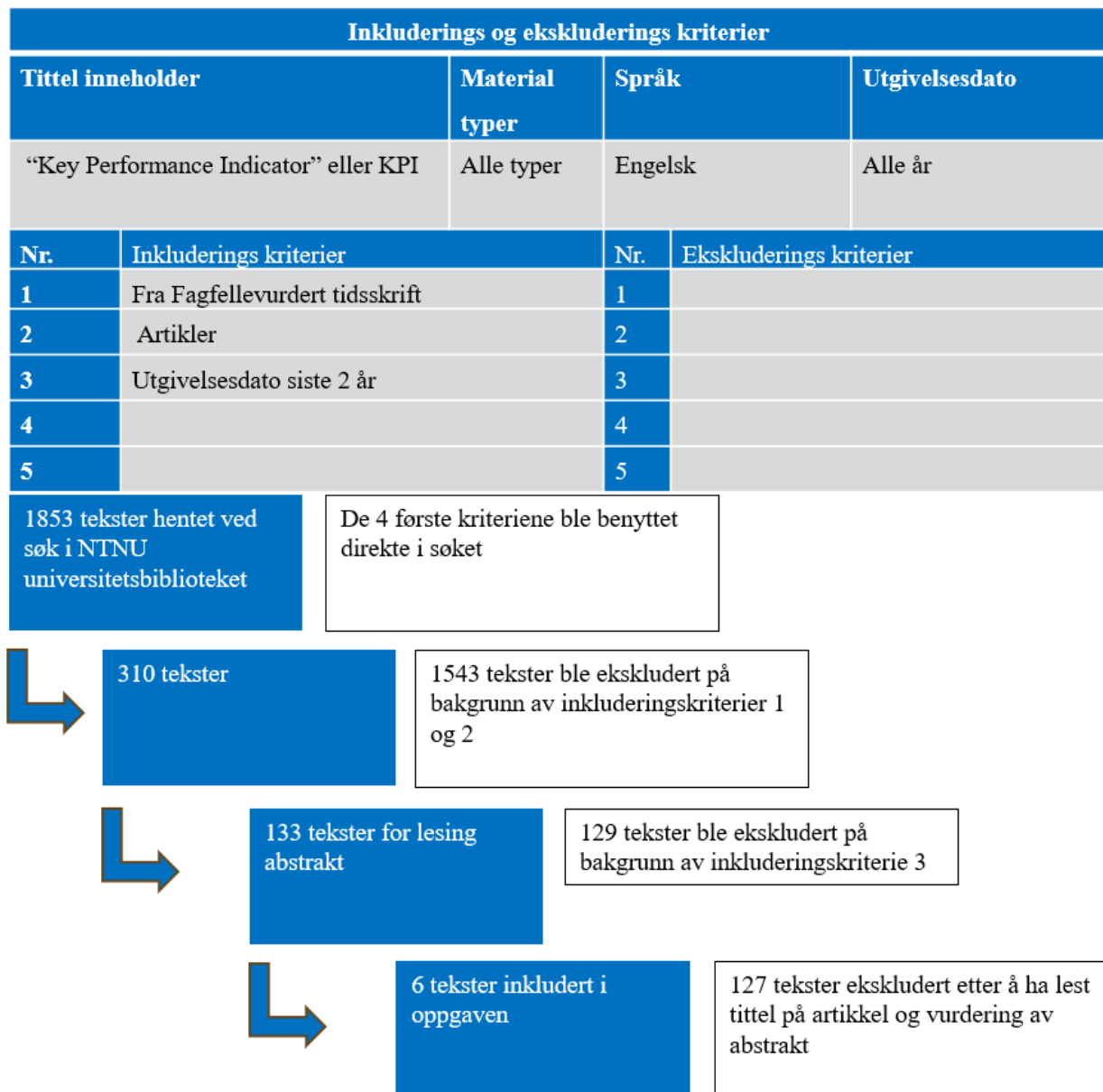
Å benytte KPI-drevet ledelse er ikke helt uten farer, (Kaiser & Young, 2018). De tar til orde for at å benytte utfall fra KPIer til å styre ledelsens bonuser, ofte medfører motsatt virkning, enn å motivere til innsats i organisasjonen. KPIer er best brukt som verktøy til å ta ut læring i organisasjonen. Til å identifisere avvik, og la selskapet og de ansatte samhandle mer effektivt.

«The blue-line management», en tilnærming som Kaiser og Young argumenterer for, har kun et mål. Å skape størst mulig verdi for organisasjonen. I den sammenheng, uttrykker de bekymring for at det å levere på KPI-mål, er ikke det samme som å styre mot langsiktig god helse for selskapet. Den blå linjen uttrykker et selskaps egenverdi, og da ikke aksjeverdien, men den faktiske verdien, som det tas til orde for er umulig å vite. Selv om den blå linjen ikke kan observeres, representerer den målet med en verdi drevet bedrift. Hver beslutning en bedrift tar, påvirker verdien av selskapet, og da den blå linjen. I motsetning til den blå linjen, benytter Kaiser og Young, The Red-Line Management. Den røde linjen uttrykker aksjeverdien av selskapet. «Aksjeverdien og selskapets virkelige egenverdi vil aldri være lik, sett bort fra når de krysser hverandre», (Kaiser & Young, 2018). Kaiser og Young sin sammenligning mellom Red-Line management vs. Blue Line management visualiserer to forskjellige tilnærminger til benyttelse av KPIer til asset management.

Tabell 3 Red-Line management vs. Blue Line management.

Red-Line Management	Blue-Line Management
Vilkårlige KPI-mål er satt for å levere på kortsiktig tid.	En kultur er bygd for å gjøre det rette, med et langsiktig perspektiv om det beste for organisasjonen.
Utfallet av KPIer benyttes til å bestemme forfremmelser, kompensasjoner og bonuser.	KPIer er en integrert del av data-basert innsats for kontinuerlig læring og tilpasning.
Ledere med viten og vilje justerer verdier for å levere på KPI-mål, som nedsetter deres moral, i tillegg til å ødelegge verdier.	Ledere fokuserer på deres innsats for å skape verdier, og benytter utfall av KPIer til å kontinuerlig bli bedre, forbedre moral og kapasitet.
KPIer er utarbeidet slik at uansett hva de måler, medfører økte lederbonuser	Uten et insentiv til å styre KPIer, vil de forbli objektiv, og dermed bli brukt som en mer pålitelig kilde for vurdering av ytelse, beslutte strategier, og allokere resurser.
KPIer er ofte feilaktig tatt for å være verdi drivere, slik at mennesker heller styrer utfallet	Utfall av KPIer er tydelig adskilt fra aksjonene som er verdi driverne.

av KPIen, enn å engasjere seg i prosessen for å skape verdi.	
Suksess er enkelt forbundet med å nå KPI-målet.	Hvordan prosessen styres, er mer viktig enn hva som skjer med hver enkelt KPI.
Høyere aksjeverdi er ofte erklært som et selskapsmål.	Høyere aksjepris er ikke et mål, men mer en belønning for verdiskapennede adferd.



Figur 12 Kriterier for tema: «Key Performance Indicator eller KPI».

3 Analyse av Equinors styringssystem

Analyse av Equinors styringssystem gir informasjon om hvorfor og hvordan produksjonen følges opp i selskapet. Analysen er utført ved å gjennomgå relevante deler av Equinors styringssystem. Videre er Management Information System (MIS) gjennomgått med fokus på bruk av ytelsesindikatorer. Relevant for avhandlingen er også forretningsområdets arbeid i 2019, der styringssystemet for landanleggene har vært gjennom en utviklingsprosess som omhandler å rapportere produksjon.

3.1 Styringssystemet til Equinor ASA

Petroleumsloven sier i §56 Styringssystem «Styringssystem som etableres etter loven § 10-6 for å sikre etterlevelse av myndighetskrav, skal ha som hovedmål å bidra til å sikre og forbedre kvaliteten på det arbeid som utføres i petroleumsvirksomheten», (Olje- og energidepartementet, 1997). Equinor etterlever myndighetskravene ved å ha etablert styringssystem, og beskriver rammeverket for prestasjoner på følgende måte, «når vi vet hva vi sikter mot, og forstår risikoene, etablerer vi klare aksjonsplaner for hvordan vi skal oppnå våre målsetninger. Ressursalokeringen er dynamisk, og vi oppdaterer våre prognoser når vi har ny informasjon. Oppfølgingen vår er fremoverskuende og tiltaksorientert. Vi måler fremdrift og resultater på en helhetlig måte ved bruk av prestasjonsindikatorer (KPIer) når det er relevant, kombinert med sunn fornuft», (Equinor, 2018). Videre sier styringssystemet, «Grunnleggende interne funksjonskrav, i selskapet setter krav til blant annet at operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål», (Equinor, 2016).

Styringssystemet til Equinor ASA, beskrives følgende formål med prosessområdet drift og vedlikehold. «Prosessområdet drift og vedlikehold (O&M) er etablert for å levere sikker, forutsigbar og lønnsom drift i samsvar med forskrifter, styrende dokumentasjon og driftsparametre. O&M omfatter alle aspekter ved drift, vedlikehold og modifikasjoner av anlegg samt i modifikasjons- og investeringsprosjekt for alle faser, fra før DG0 til og med DG4.

Grunnleggende krav: 1. Hvert anlegg skal ha en kompetent og kapabel organisasjon for å drive effektive operasjoner og styre risiko; 2. Operasjonell risiko skal identifiseres, vurderes og styres for alle aktiviteter og grensesnitt gjennom hele levetiden; 3. Ansvarsforhold og operasjonelle

grensesnitt skal beskrives for hvert anlegg; 4. Barrierestyring og praksis for sikkert arbeid skal være etablert og ivaretatt; 5. Operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere; 6. Driftsaktiviteter skal planlegges, utføres og monitoreres i et livsløpsperspektiv; 7. Det skal være etablert et planhierarki for drift som gir et realistisk fremtidsperspektiv, støtter nåværende forretningsmål og er omforent på tvers av verdikjeden; 8. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål; 9. Vedlikehold skal sørge for at alle system forblir sikre å operere og utfører nødvendige funksjoner når påkrevd; 10. Feilhåndteringsstrategi skal etableres for funksjonsfeil som kan eskalere til en uakseptabel situasjon; 11. Modifikasjonsprosjekter skal starte med et lean konsept og kun utvides dersom dette er begrunnet gjennom en «business case» som er omforent med anleggsmål og -strategier; 12. Driftsforberedelser i investeringsprosjekter og modifikasjoner skal sørge for sikker, bærekraftig og lønnsom drift og hensiktsmessige løsninger; 13. O&M skal spesifisere kostnadseffektive og verdiskapende arbeidsomfang samt behov for leverandørleveranser, inklusive krav og spesifikasjoner. O&M skal aktivt delta ved etablering av kontrakter; 14. O&M skal proaktivt håndtere kontrakter for å oppnå ønsket forretningsresultat; 15. Anlegg skal etterstrebe implementering av teknologiske løsninger som forsterker sikker og lønnsom drift; 16. Midlertidige og permanente driftsendringer skal styres gjennom en endringsprosess (MOC); 17. Teknisk dokumentasjon (LCI) som er nødvendig for å støtte anleggets forretningsmål skal etableres og holdes oppdatert», (Equinor, 2016).

3.2 Ambisjon til handling og bruk av prestasjonsindikatorer

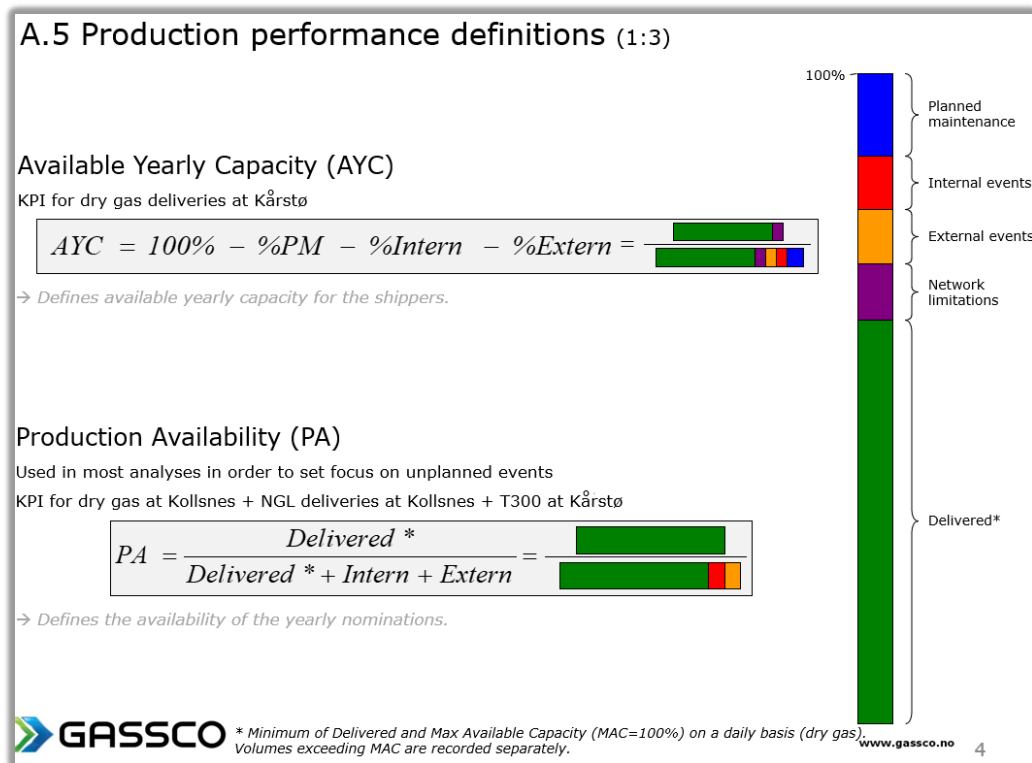
Equinor benytter MIS til å ta ambisjoner til handling. «I ambisjon til handling (AtA) oversetter vi formål, visjon og strategi til strategiske målsetninger, risiko, prestasjonsindikatorer, og aksjoner som beskriver hva vi ønsker å levere. Gjennom medarbeiderprosessen setter vi mål for hvordan vi skal levere individuelt og som team, samt mål for vår egen utvikling. Slik kan vi oppnå best mulig prestasjoner», (Equinor, 2018). AtA-oversikten er delt inn i fem områder: sikkerhet/sikring/bærekraft; mennesker og organisasjon; drift, marked; finans. Forretningsområdet og hvert enkelt anlegg har egen AtA-oversikt med utvalgte KPIer til å måle fremdrift og resultater for målsetningene. Oversikt over indikatorene er å lese i vedlegg kapittel A1- Indikatorer i forretningsområdet.

3.3 KPI for uplanlagt stans

Forretningsområdets AtA-oversikt viser at det eksisterer en KPI for månedlig måling av uplanlagte nedstengninger ved hvert anlegg, dog er KPIen ikke å finne på alle anleggs AtA-oversikter. Ny teknologi gjør det nå mulig å hente ut dagsverdier fra forrige døgn, slik at det er mulig å trende indikatoren. Data for planlagte stanser vil bli inkludert etter hvert.

3.4 KPIer for måling av produksjonsytelse der Equinor er teknisk tjenesteleverandør

Gassco er operatør for prosessanleggene Kårstø, Kollsnes og Nyhamna. Equinor har rollen teknisk tjenesteleverandør for Kårstø og Kollsnes. Gassco benytter KPIene Available Yearly Capacity (AYC) og Production Availability (PA), til å måle produksjonsytelsen.



Figur 13 Produksjonsytelse definisjoner benyttet i Gassco, (Gassco, 2019)

3.5 KPIer for måling av produksjonsytelsen ved offshore installasjonene

Equinors offshore virksomhet i Norge er samlet i forretningsområdet Undersøkelse og produksjon Norge (UPN). UPN benytter en felles ytelsesindikator for å måle produksjonsytelsen.

Indikatoren heter Produksjonseffektivitet (PE), og uttrykkes ved $\left(\frac{\text{Produksjon}}{\text{Produksjon}+\text{tap}}\right)$ (Equinor ASA,

2019). Tapene følger egne krav til registrering, «registrering av produksjonstap, potensialavvik og beregning av produksjonseffektivitet, gjøres for å stimulere til økt kvalitet på fremtidige prognoser, produksjonsoptimalisering, bidra til identifisering og prioritering av forbedringstiltak og gi grunnlag for styring av virksomheten, for å øke produksjonen/produksjonspotensialet», (Equinor ASA, 2019).

3.6 Pågående arbeid for implementering av felles KPI for landanleggene

Våren 2018 ble det på vegne av forretningsområdets produksjonsledernetverk utstedt mandat for etablering av produksjonsoptimaliserings-forum. En tilleggsoppgave i mandatet var å utrede tiltaksplan for implementering av felles KPI på tvers av anleggene for produksjonseffektivitet (PE). I forbindelse med ønsket om å innføre en felles PE indikator for benchmarking og læring på tvers av anleggene, så man som en konsekvens, at man måtte ta stilling til hva dette betyr for hvert enkelt landanlegg. Hvordan hvert enkelt anlegg registrerer produksjonen, analyserer forretningen, bruk av felles IT-verktøyer og utarbeidelse av årlige regularitets- og sårbarhetsanalyser (EPOG-forum MMP PM, 2019).

Forslaget til indikator ble PE, i styringssystemet ser man for seg at «beregning av produksjonseffektivitet skal gjøres for å stimulere til økt kvalitet på fremtidige prognoser og produksjonsoptimalisering», (Equinor ASA, 2020). «Produksjonseffektivitet beskriver hvor godt enheten utnytter kapasiteten i sitt anlegg samt avhengighet/utnyttelse av infrastruktur. Hvilket produkt som velges avgjøres av produksjonsstrategien for vedkommende anlegg», (Equinor ASA, 2020). Forslaget til ny felles KPI har vært gjennom høring i organisasjonen, høringskommentarene indikerer at anleggene er enig om å benytte PE, foruten om raffineriene som ikke ser seg tjent med denne indikatoren.

4 Empiri

For å undersøke hvordan ansatte i Equinor stiller seg til bruk av målstyring og bruk av en felles indikator i særdeleshet, er det foretatt spørreundersøkelse og et dybdeintervju med ledere og beslutningstakere i organisasjonen for landanleggene. Et spørreskjema er utviklet for innsamling av kvantitative og kvalitative data. Tabell 4 viser sammenhengen mellom spørsmål og forskningsspørsmål, samt begrunnelse for hvorfor spørsmålene vil belyse de overordnede forskningsspørsmål.

Intervju er gjennomført med identiske spørsmål som i spørreundersøkelsen. Det er gjort fordi besvarelsen i intervjuet vil da kunne benyttes sammen med besvarelsene i spørreundersøkelsen. Ved å intervju informanten fikk man mulighet til å få mer utfyllende informasjon, enn ved spørreundersøkelse.

4.1 Valg av spørsmål til spørreundersøkelse og intervju

Tabell 4 Begrunnelse for spørsmål i spørreundersøkelse og intervju.

Spørsmål:	Gir kunnskap om forskningsspørsmålnr.:	Begrunnelse for at det gir kunnskap:
Spørsmål 1: Hvilken rolle har De?	FS4: Hva skal KPIen benyttes til?	Gir kunnskap om det er konvergens mellom roller, anlegg, bruk og behov.
Spørsmål 2: Ved hvilket anlegg arbeider De?	FS4: Hva skal KPIen benyttes til?	Gir kunnskap om det er konvergens mellom roller, anlegg, bruk og behov.
Spørsmål 3: Benytter du prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved Ditt anlegg? KPI - Key Performance Indicator	FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri FS3: Er det mulig å foreslå en felles KPI (f.eks. PA, PE, OEE, PLI)	Gir kunnskap om KPIer benyttes eller ikke.

<p>Spørsmål 4: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hvilken eller hvilke benytter du, og hvordan beregnes/uttrykkes den/de?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri</p> <p>FS3: Er det mulig å foreslå en felles KPI (f.eks.PA, PE, OEE, PLI)</p>	<p>Gir kunnskap om hvilke KPIer som benytter og konvergens mellom anlegg.</p>
<p>Spørsmål 5: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hva benytter du indikatoren/indikatorene til?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri</p> <p>FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjon.</p> <p>FS4: Hva skal KPIen benyttes til?</p>	<p>Gir kunnskap om hvorfor KPIer benyttes, og muligheter for å akkumulere Pler til KPIer.</p>
<p>Spørsmål 6: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Er det systematisk bruk av deg på å analysere prestasjonene, og eventuelt hvor mye tid benytter du hver dag, uke eller måned?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri</p> <p>FS4: Hva skal KPIen benyttes til?</p>	<p>Gir kunnskap om hvor mye tid som benyttes med analyse av KPIer. Det forteller noe om indikatorene blir benyttet.</p>

<p>Spørsmål 7: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hvordan benytter du indikatoren/indikatorene?</p>	<p>FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjon. FS4: Hva skal KPIen benyttes til?</p>	<p>Gir kunnskap om bruken og muligheten for å finne felles indikatorer</p>
<p>Spørsmål 8: Dersom du <u>ikke</u> benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hva benytter du da til oppfølging av produksjonsytelse?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?</p>	<p>Gir kunnskap om andre metoder for oppfølging av produksjonsytelse.</p>
<p>Spørsmål 9: Forutsett at det benyttes prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved deres anlegg. Er det noen andre KPIer de mener at denne/disse må sees i sammenheng med? Eventuelt hvilke?</p>	<p>FS5: Hvilke andre KPIer må KPI for produksjonsmåling sees i sammenheng med?</p>	<p>Gir kunnskap om hvilke KPIer som oppleves å være viktige.</p>
<p>Spørsmål 10: Hvordan mener du man best kan måle fremdrift og resultater på en helhetlig måte for produksjonen ved deres anlegg?</p>	<p>FS3: Er det mulig å foreslå en felles KPI (f.eks.PA, PE, OEE, PLI)?</p>	<p>Gir kunnskap om det som oppleves som beste metode ved hvert anlegg og konvergens mellom anleggene og roller.</p>
<p>Spørsmål 11: Ønsker du å ha en felles KPI for produksjonsytelse i MMP PM?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?</p>	<p>Gir kunnskap om det er behov for felles KPI, og hvem som eventuelt vil benytte den.</p>
<p>Spørsmål 12: Dersom ja. Hvordan skulle den ha vært beregnet/uttrykt?</p>	<p>FS3: Er det mulig å foreslå en felles KPI (f.eks.PA, PE, OEE, PLI)?</p>	<p>Gir kunnskap om konvergens mellom anlegg og roller.</p>

<p>Spørsmål 13: Dersom ja. Hva vil du ha benyttet den til?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri? FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjon.</p>	<p>Gir kunnskap om konvergens mellom anlegg og roller hva angår bruk.</p>
<p>Spørsmål 14: Dersom Ja. Hvordan ville du ha benyttet den?</p>	<p>FS4: Hva skal KPIen benyttes til?</p>	<p>Gir kunnskap om konvergens mellom anlegg og roller hva angår bruk.</p>
<p>Spørsmål 15: Dersom Nei. Hvorfor ikke?</p>	<p>FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri? FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjon?</p>	<p>Gir kunnskap om konvergens mellom anlegg og roller hva angår behov.</p>
<p>Spørsmål 16: "Oppfølgingen vår er framoverskuende og tiltaksorientert. Vi måler fremdrift og resultater på en helhetlig måte ved bruk av prestasjonsindikatorer (KPIer) når det er relevant, kombinert med sunn fornuft», slik beskriver Equinor-boken rammeverket for prestasjoner. Hva er sunn fornuft kombinert med prestasjonsindikatorer for deg?</p>	<p>FS6: Hva er sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer?</p>	<p>Gir kunnskap om konvergens mellom anlegg og roller hva angår sunnfornuft kombinert med prestasjonsindikatorer.</p>

4.2 Spørreundersøkelse

For å få erfaringslære fra organisasjonen som gir kunnskap om forskningsspørsmålene, ble det gjennomført spørreundersøkelse. Utvalget er trukket med tanke på at personene er brukere av relevante KPIer, og vil være potensiell brukere av ytelsesindikator for produksjonsytelse.

Utvalgskriteriet er ved hvert anlegg: produksjonsleder; EPOG-koordinator; anleggsdirektør; vedlikeholdsleder. Av totalt 24 forespurte, svarte 9 personer på spørreundersøkelsen.

4.3 Intervju

Intervju er avholdt med forretningsområdets leder. Spørsmålene i intervjuet er tilsvarende som i spørreundersøkelsen. Årsaken til valg av kvalitativt intervju fremfor spørreundersøkelse, er for å få fyldigere og detaljert beskrivelse på spørsmålene, sett fra ett overordnet perspektiv i organisasjon.

4.4 Resultat fra spørreundersøkelse og intervju

Svarene i spørreundersøkelsen og intervju er i hovedtrekk kvalitativ. Av det totale utvalget på 25 personer, svarte 10 personer på spørreundersøkelsen og intervju. Antallet respondenter gjør at underlaget ikke kan brukes i en kvantitativ analyse med tanke på likheter og variasjoner, men besvarelsene kan brukes til kvalitativt bidrag i analysen og drøftingen. Besvarelsene er oppgitt i tabell 5. Det var likehetstrekk i besvarelsen som sannsynliggjør konvergens mellom raffineriene på en side, anleggene der Equinor er teknisk tjenesteyter på en annen, og en tredje side med de resterende anleggene. Besvarelsene er omskrevet for å sikre anonymitet i spørreundersøkelsen, slik at rolle ikke kan identifiseres opp mot anlegg og svarene på spørsmålene.

Tabell 5 Besvarelse fra spørreundersøkelse og intervju

Spørsmål:	Funn i spørreundersøkelsen og intervju
Spørsmål 1: Hvilken rolle har De?	Klarte ikke av undersøkelsen å se noen konvergens mellom rollene.
Spørsmål 2: Ved hvilket anlegg arbeider De?	Det var likehetstrekk i besvarelsen som sannsynliggjør konvergens mellom raffineriene på en side, anleggene der Equinor er teknisk tjenesteyter på en annen, og en tredje side med de resterende anleggene.
Spørsmål 3: Benytter du prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved Ditt anlegg? KPI - Key Performance Indicator	Alle utenom en person svarte ja.

<p>Spørsmål 4: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hvilken eller hvilke benytter du, og hvordan beregnes/uttrykkes den/de?</p>	<p>Her oppgis PE, SIF, TRIF, field cost, vedlikeholdskostnad, on-stream faktorer, samlet råoljegyennomløp, samlet bruttomargin, regularitet, uplanlagte stanser, 007, AYC, kvalitetskostander i MNOK, CO2-avvtrykk. Produsert mengde, kwh/produserte enhet, Nox.</p> <p>Det var likehetstrekk i besvarelsen som sannsynliggjør konvergens mellom raffineriene på en side, anleggene der Equinor er teknisk tjenesteyter på en annen, og en tredje side med de resterende anleggene.</p>
<p>Spørsmål 5: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hva benytter du indikatoren/indikatorene til?</p>	<p>Ukentlig/månedlig oppfølging/monitorering for risikostyring, produksjonsstyring og prioritering og forbedring.</p> <p>Benyttes til å måle nedetid for å kunne sammenligne med tilsvarende anlegg, og ta ut forbedring.</p> <p>Benyttes til å måle samlet råoljegyennomløp og gjennomløpet i de enkelte selvstendige delene av prosessanlegget.</p> <p>KPI-ene skal bidra til å skape et tankesett/positiv oppmerksomhet (en kultur i hele organisasjonen) på verdiskapende aktiviteter.</p> <p>PE blir en overordnet indikator fra mitt perspektiv.</p> <p>Til å vise at vi er på riktig vei, og kunne korrigere underveis.</p>
<p>Spørsmål 6: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Er det systematisk bruk av deg på å analysere prestasjonene, og eventuelt hvor mye tid benytter du hver dag, uke eller måned?</p>	<p>Ja, svarer de fleste, men også de som ikke bruker prestasjonsindikatorer for produksjon. Noen svarer også at det er mer sporadisk bruk.</p> <p>For de som svarer ja, benytter de ca. 1 time pr. uke, og den meste, 1-2 dager i uken.</p> <p>Ved å benytte Y3-kvalitets- forbedringsmeldinger i SAP, og oppfølging.</p> <p>Flere referer til systematisk behandling av kvalitetsforbedringsforslag i SAP.</p>
<p>Spørsmål 7: Dersom du benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hvordan benytter du indikatoren/indikatorene ?</p>	<p>Til ukentlig oppfølging i ledelsesmøter ved anlegg og innenfor forretningsområdet.</p> <p>Benyttes i ukentlig eller månedlig fremstilling, til å følge opp aksjoner på eventuelle problemer. Viser et situasjonsbilde over måneder.</p> <p>For de som er nærmest den daglige produksjonen, kan det se ut som de har konvergens med at de benytter flere parameterer til å optimalisere den daglige produksjon.</p> <p>Månedlig oppfølging i MIS med fokus på uplanlagte tap.</p> <p>Det nevnes også daglig oppfølging i EPOG-møter</p> <p>Benyttes til å måle leveranse og til å ta aksjoner/tiltak.</p> <p>Til å styre/sikre mål oppnåelse, og korrigere underveis.</p>

<p>Spørsmål 8: Dersom du ikke benytter prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved ditt anlegg. Hva benytter du da til oppfølging av produksjonsytelse?</p>	<p>Nesten alle lot være å svare på spørsmålet. En person svarte. Når PE ikke brukes, gjelder produksjonstall fra primær og sekundærprodukter.</p>
<p>Spørsmål 9: Forutsett at det benyttes prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjon ved deres anlegg. Er det noen andre KPIer de mener at denne/disse må sees i sammenheng med? Eventuelt hvilke?</p>	<p>Alle foruten om en besvarelsene bar preg av enighet om at de fleste indikatorer må sees i sammenheng. Særlig HMS og kostnad. Etterslep på sikkerhetskritisk- og vedlikehold generelt nevnes også. Lengde av stanser. Produksjon fra sekundærprodukter kunne vært med, men kan være vanskelig da råstoffet varierer i sammensetning. KPIene innen produksjon, energieffektivitet og utslipp må sees i sammenheng med hverandre for å få et balansert bilde på virksomhets ytelse.</p>
<p>Spørsmål 10: Hvordan mener du man best kan måle fremdrift og resultater på en helhetlig måte for produksjonen ved deres anlegg?</p>	<p>PE, SIF, TRIF, OPEX. -Som KPI: Jeg er av den oppfatning at PE er en god indikator som tar høyde for Tilgjengelighet på produksjonsanlegget, samt hvor stor grad man utnytter denne tilgjengeligheten. (Må oppfattes som en reaktiv indikator. I tillegg vil en rekke PIer (Prosessindikatorer) være nødvendig for å si noe om trender og mulige utfall i framtiden. (Som proaktive indikatorer). Det er viktig å notere seg at høyest mulig verdistrømming, alltid er det samme som høyest mulig verdiskapning. Ved å benytte verktøyet Process Plant Visualization (PPV) i bruk på alle anlegg i forretningsområdet. Bør i tillegg ha en indikator som viser produksjonsavvik ift. potensialet, men bedre systematikk for kategorisering av uplanlagt tap og hyppigere årsaksanalyser (R&V analyse månedlig f.eks.). Ved å finne frem til indikatorer som viser realtime bildet. Ved til hver en tid å bruke flere KPIer i sammenheng som måles opp mod ambisjon om sikker, pålitelig og effektiv drift. Vi må ha oppfølging av både gass og væske produksjon. Det bør også være måling på anleggsnivå med nedbrytning pr produksjons-tog eller anleggsdel slik at det blir enklere å differensiere. Via en helhetlig måltavle.</p>
<p>Spørsmål 11: Ønsker du å ha en felles KPI for produksjonsytelse i MMP PM?</p>	<p>Av 10 besvarelser, svarte: Nei: 4 personer Ja: 6 personer</p>

<p>Spørsmål 12: Dersom ja. Hvordan skulle den ha vært beregnet/uttrykt?</p>	<p>Det måtte vært en omregningsfaktor som var reell ift. at vi produserer forskjellige produkter og vi kunne sammenlignet hverandre ift. kost/inntjening/timeforbruk mm.</p> <p>Bør i tillegg ha en indikator som viser produksjonsavvik ift. potensialet, men bedre systematikk for kategorisering av uplanlagt tap og hyppigere årsaksanalyser (R&V analyse månedlig f.eks.).</p> <p>KPI-en kan gjerne uttrykke om anleggene er optimalisert ift. opp imot definert grenseverdi (enten denne grenseverdien er satt av markedet, eller det er tekniske begrensninger). Anlegget er i stand til å ta i bruk PE (produksjonseffektivitet) som indikator der PE = faktisk produksjon dividert på optimal/maksimal produksjon (ift. definert driftskonvolutt) – et faktortall mellom 0 og 1. Ved bruk av slik indikator mener vi det er viktig å kombinere denne med: - Tapsanalyser: Hva som gjør at PE < 1 (nedside). - «regnskap» over oppnådde varige forbedringer (oppside). Som uplanlagt stans. Mener ikke det er mulig å måle dette på annen måte. Vi må se på muligheten for å måle gass og væske produksjon på en objektiv måte. AYC er nesten identisk med PE, men det er mye historikk og kultur bygget inn i dagens differensiering.</p> <p>En person var usikker på hvordan den skulle vært beregnet/uttrykt. De som ikke ønsket en felles KPI lot være å svare på dette spørsmålet.</p>
<p>Spørsmål 13: Dersom ja. Hva vil du ha benyttet den til?</p>	<p>Vi sammenligner hverandre hele tiden og det er behov for dette ift. å drive effektiv og høste erfaringer av hverandre, lære av hverandre og synliggjøre hvor «gode vi er».</p> <p>Bedre systematikk for kategorisering av uplanlagt tap og hyppigere årsaksanalyser (R&V analyse månedlig f.eks.).</p> <p>MMP PM vil kunne bruke denne KPI-en til å se anleggenes verdiskaping på tvers – raskt få svar på fundamentale spørsmål som - produserer alle anlegg optimalt og hvorfor/hvorfor ikke gjør de det? I tapsanalysene – kan vi se en rød tråd over anleggene på årsakene til tap (menneskelige feil, instrumenter som går igjen, mm). Felles indikatorer gir bedre grunnlag for økt læring på tvers. Anlegget lokalt kunne implementere også denne på våre strategiske og operative arenaer. Det gjelder å finne KPI-er som stimulerer til kontinuerlig forbedring, og gjerne PE i kombinasjon med taps- og gevinstanalyser. På samme måte som vi skal feire «perfekte dager» på landanleggene i EQN hva HMS angår, kan en like gjerne bygge et tankesett i organisasjonen – fra operatør til direktør - der vi feirer «perfekte dager» også innen produksjon.</p> <p>Samme som i dag, men mulighet for å benchmarke mer på tvers. Dersom vi kunne hatt mer automatisk måling på flere nivå. kombinasjon av KPIer og f.eks. powerBI eller PPV plott er en bra ting.</p> <p>Ett helhetlig perspektiv for PM. Unngå å være flaskehals for UPN i verdikjeden.</p> <p>De som ikke ønsket en felles KPI lot være å svare på dette spørsmålet.</p>

<p>Spørsmål 14: Dersom Ja. Hvordan ville du ha benyttet den?</p>	<p>Hadde motivert mer til å drive forbedring, endring og effektivisere Equinor.</p> <p>-Kontinuerlig forbedring ved å slå fast rotårsak til uplanlagt tap. PE til å feire «perfekte dager» i produksjonen. PE kombinert med tapsanalyser til å: - skape et «sence of urgency»-tanke sett i organisasjonen ved negative avvik fra mål. - lære av rotårsaker til tap, og unngå at det skjer igjen. PE kombinert med «oversikt over varige forbedringer» for å bygge opp under behovet for - og gleden av - å kontinuerlig forbedre oss.</p> <p>Sammenligne anlegg på hvor gode de er til at sikre effektiv og stabil drift. «Identifisere flaskehals, ta ut læring og årsakssammenhenger».</p> <p>De som ikke ønsket en felles KPI lot være å svare på dette spørsmålet.</p>
<p>Spørsmål 15: Dersom Nei. Hvorfor ikke?</p>	<p>De som svarte nei, begrunner det med at anleggene er svært forskjellige. Det taes til orde for at det er forskjellige verdidrivere for raffinering og gassprosessering, og at det gir ingen mening å sammenligne så forskjellige anlegg som et gassbehandlingsanlegg og et raffineri ved en KPI alene.</p> <p>I tillegg er det en usikkerhet på verdien av å ha en felles KPI.</p> <p>De som ønsket en felles KPI lot være å svare på dette spørsmålet.</p>
<p>Spørsmål 16: "Oppfølgingen vår er framoverskuende og tiltaksorientert. Vi måler fremdrift og resultater på en helhetlig måte ved bruk av prestasjonsindikatorer (KPIer) når det er relevant, kombinert med sunn fornuft», slik beskriver Equinor-boken rammeverket for prestasjoner. Hva er sunn fornuft kombinert med prestasjonsindikatorer for deg?</p>	<p>Balansert målfokus. Med det mener jeg at prestasjonsindikatorer må brukes på riktig måte for å skape godt fokus og varig forbedring. Faren med ensidig fokus er at man vil legge for mye fokus på å nå indikatormålene og svekker helhetstenking/fokus. Kort sagt suboptimalisering. Imidlertid er KPI-ene svært viktige for å sette ambisiøs retning og mål for organisasjon/anlegg.</p> <p>All styring etter indikatorer medfører en risiko for sub-optimal styring. Sunn fornuft opp mot prestasjonsindikatorer er for meg at man må ta omkringliggende hensyn i betraktning i det daglige, for å forhindre sub-optimalisering.</p> <p>Jeg sitter i et operativt miljø og er innforstått med at utfordringer og uplanlagte hendelser kan skje når man minst aner det. Derfor er sunn fornuft og en reell tilnærming viktig for ikke la KPIene ta for stor del av fokuset i det daglige arbeidet.</p> <p>At man finner den eller de KPIer for det enkelte anlegg, som gir størst mening for oppfølging, når produksjonen skal optimaliseres innenfor for de rammer, som det enkelte anlegg er underlagt. Det er ikke sund fornuft å forsøke å etablere en felles KPI for alle anlegg uansett det enkelte anleggs utforming og påvirkning fra markedet, fordi det vil gi en så stor forenkling, at KPIen vil være uten verdi.</p> <p>Her er den sunne fornuft at det ikke brukes mer tid på å få felles indikatorer på to industrier som har forskjellige verdidrivere. Felles KPIer kan bidra til uoptimale prioriteringer.</p> <p>Alle prestasjonsindikatorer må ses i sammenheng for å unngå suboptimalisering eller uforsvarlig drift,</p> <p>At forstå at en KPI viser et øyeblikksbilde og må sees i sammenheng med andre KPIer. At man må forstå forutsetninger bak KPIene og hva de uttrykker og ikke minst ikke uttrykker.</p> <p>Bruke logikk. Finne ut hvorfor en KPI ikke er god. Statistikk og tall - se på årsaker, ta ut læring.</p> <p>Sunn fornuft her må være at vi evner å balansere utfordringer eller hindringer for produksjon til å optimalisere det som er mulig å få ut av anlegget for å maksimere verdiskapning.</p>

5 Analyse

Analysen beskriver valgt metode og redegjør, forklarer og vurderer funnene i teori, litteratur, empiri og Equinor sitt styringssystem. «Samfunnsvitenskapelig metode dreier seg om hvordan vi skal gå frem for å få informasjon om den sosiale virkeligheten, og ikke minst hvordan denne informasjonen skal analyseres, og hva den forteller oss om samfunnsmessige forhold og prosesser», (Johannessen, et al., 2016, p. 25).

Metoden som er benyttet i avhandlingen følger en deduktiv tilnærming der man ser om empirien bekrefter teorien eller ikke. Spørreundersøkelsen og intervjuet er gjennomført med en kvalitativ tilnærming. Spørreundersøkelsen og intervju er gjennomført med samme spørsmål. Intervju ble gjennomført med samme spørsmål som i spørreundersøkelsen, for å kunne utdype spørsmålene fra denne personens perspektiv, og samtidig kunne sammenligne de med besvarelsene i spørreundersøkelsen.

5.1 FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?

Analyser og rapportering av produksjonsytelser skal være iht. relevant taksonomi argumenter ISO 20185. Produksjonstilgjengelighet for hele produksjonsanlegg er typisk rapportert i et høyere nivå i et hierarki, og produksjonsutilgjengelighet kan rapporteres for å reflektere produksjonstap på et lavere nivå i hierarkiet (NS-EN ISO 20815, 2018), (NS-EN ISO 14224, 2016).

Petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri innbefatter enorme investeringer og operasjonelle kostnader. Lønnsomheten for disse industriene er avhengig av påliteligheten, tilgjengeligheten og vedlikeholdsvennligheten. Derfor argumenteres det behov for en standardisert og integrert pålitelighets tilnærming for å oppnå optimal produksjonstilgjengelighet (NS-EN ISO 20815, 2018). En metode som benyttes for å oppnå kontinuerlig forbedring, er å implementere Demings sirkel, planlegg – utfør – kontroller- korriger. Kontroll-delen i sirkelen benytter ofte KPIer til å gjennomføre måling mot bestemte verdier (Rødseth, et al., Feb. 2015), (Washbush, 2002), (Deming, 1986).

ISO 201815 er fremkommet gjennom internasjonalt samarbeid, og har mange likhetstrekk med den eldre NORSOK Z-016 som tar til orde for at målet med systematisk regularitetsstyring er å bidra til samsvar mellom operasjonelle avgjørelser, og forretningsmål.

ISO 201815 lister opp ytelsesmål for produksjonstilgjengelighet, som standarden mener kan være av prediktiv eller har historisk interesse. Anbefalt bruk av KPIer, er at de skal kun benyttes, dersom de er vurdert til at de gir verdi til organisasjonen (NS-EN ISO 20815, 2018), (Kaiser & Young, 2018).

Standarden for Asset management, ISO 55001 sier at «For å bestemme systemets omfang skal organisasjonen avgrense og fastlegge anvendelsesområdet til systemet for forvaltning av anlegg og verdier. Omfanget skal være rettet inn etter strategiplanen for forvaltning av anlegg og verdier (SAMP), og etter policyen for forvaltninga av anlegg og verdier. Organisasjonen skal definere porteføljen av anlegg og verdier som omfattes av systemet for forvaltning av dem», (NS-ISO 55001:2014, 2014). Noe tilsvarende sier NEK IEC 62264, et selskap er en samling av anlegg og områder, og representerer topp nivået av et rollebasert utstyrshierarki. Selskapet er ansvarlig for å bestemme hvilke produkter som skal produseres, ved hvilket anlegg og hvordan de skal bli produsert (NEK IEC 62264-1, 2013).

«Å utlede en KPI er ingen enkel regnskapsoppgave, det må til en dyp forretnings- eller prosessforståelse forståelse for å være suksessfull, inkludert en forståelse av organisasjonens mål og kontekst», (Hester, et al., 2017). Å bruke KPIer i styring av produksjonsvirksomheten i et selskap, er motivert av muligheten til å benytte de til å forbedre verdiskapelsen. Å måle ytelse, gjør det mulig for et selskap å kvantifisere alle sider av sin virksomhet. Målingene har størst verdi når de kan benyttes til å identifisere trender i forhold til spesifikke operasjonelle mål (ISO 22400-1, 2014). En annen viktig oppside er at det gir visjon og mulighet til å feire suksess, noe som er viktig for motivasjonen til de ansatte (Wilson, 2013).

Alle informantene utenom en person, sa de benyttet indikatorer til å måle produksjonen ved sitt anlegg. Det oppgis til å bli benyttet et bredt spekter av indikatorer, og hvordan de beregnes er med utgangspunkt fra forskjellige data. I Hva indikatorene benyttes til varier fra daglig, ukentlig, månedlig monitorering/oppfølging, og i hovedtrekk oppgis de til å bli benyttet for å kunne ta ut læring og forbedre organisasjonen.

I hovedtrekk oppgis det systematisk bruk av indikatorene ved de forskjellige anleggene og på overordnet forretningsområde. Dersom KPIer ikke benyttes for produksjonsytelse benyttes, oppgis det å benytte daglig volum av produserte mengder.

Ønske om å en felles KPI for produksjonsytelse er delt. De som er positiv til felles KPI, ønsker den for å vise et helhetlig perspektiv for forretningsområdet, høste erfaringer fra hverandre, og vise hvor «gode» vi er. For de som ikke ønsker en felles indikator, oppgis grunnen til i hovedtrekk å være at det ikke er mulig pga. anleggene og verdidriverne er forskjellige, og særlig trekkes forskjellene frem mellom gassbehandlingsanlegg og raffineri.

5.2 FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjonen?

Målet for et selskap som driver med produksjon, er å skape verdier (finansielle, sosiale, etiske, miljø osv.) for sine interessenter. Verdiene skapes ved å tilfredsstille noen markeds krav, gjennomført på en sikker og bærekraftig måte. Å lede en verdiskapningsprosess medfører evnen til å slutføre prosessen som planlagt, og kontinuerlig forbedre prosessen (ISO 22400-1, 2014), (NORSOK Z-016, 1998), (NS-ISO 55000, 2014), (NS-ISO 55001:2014, 2014) (IAM, 2015). Det tas til orde for at TPM strekker seg etter å bruke alt utstyr så effektivt som mulig ved å eliminere bortkastet tid og tap pga. feil på utstyr, redusere tid for oppstart, redusert produksjonshastighet, og manglende kvalitet, etc. som til sist gir redusert produksjon. Målet med TPM er å bevare anlegget eller utstyret i en god tilstand, uten å forstyrre den daglige produksjonen. Måten dette gjøres på er ved å søke optimalisering av ytelsen til produksjonssystemene. Optimaliseringen styres ved å måle KPIen Overall equipment effectiveness (OEE) (Kiran, 2017), (Rizzo, 2008), (Jain, et al., 2014). Wilson trekker frem behovet for å ha modeller for asset management, og han oppgir særlig to grunner til å ha det. Først gi eierorganisasjonen klarhet i hva den mener er viktigst, hva angår asset management, og hvordan det man mener er viktigst, passer i en mer effektiv helhet. For det andre, å gi muligheten til å kommunisere komplekse konsepter, på en slik måte at disse viktige elementene er forstått og knyttet til forretningssammenheng og personlige roller (Wilson, 2013).

«Et system for forvaltning av anlegg og verdier brukes av organisasjonen for å styre, koordinere og kontrollere aktiviteter for forvaltning av dem. Det kan forbedre risikokontroll og gi forsikring om at målene for forvaltning av anlegg og verdier vil bli oppnådd på en konsekvent måte», (NS-ISO 55000, 2014, p. 6). KPIer velges for å fokusere på brukernes behov og forventninger når det

gjelder utfallet fra produksjonsprosessene og oppfølging av regularitetsstyring (ISO 22400-1, 2014), (NORSOK Z-016, 1998). Alle prosessanlegg har en beskrevet produksjonskapasitet. Produksjonskapasiteten er den teoretiske største mulige produksjonsmengden som kan produseres ved anlegget (NEK IEC 62264-1, 2013). Det forekommer at noen tror at physical asset management og vedlikehold er det samme, men PAM har beveget videre, men vedlikehold er en de aller viktigste aktivitetene for god PM (Burnett & Vlok, 2014), (NS-EN 13306:2017, 2019). Ytelsesmåling for produksjonstilgjengelighet er brukt i analyser for prediktering eller planlegging, i tillegg til rapportering av historisk driftsyttelse.

Å forstå hverandre er essensielt i kommunikasjon. Wilson tar til orde for å benytte KPIer som forretningspråk mellom toppledelse og avdelingsledere (Wilson, 2013, p. 155).

Petroleumsloven sier i §56 Styringssystem «Styringssystem som etableres etter loven § 10-6 for å sikre etterlevelse av myndighetskrav, skal ha som hovedmål å bidra til å sikre og forbedre kvaliteten på det arbeid som utføres i petroleumsvirksomheten. Styringssystemet skal angi gjeldende myndighetskrav og i nødvendig utstrekning omfatte interne krav til og rutiner for etterlevelse av myndighetskrav, (Olje- og energidepartementet, 1997). Equinor har utarbeidet styringssystem (Equinor, 2018) som samsvarer med krav i petroleumsloven. Styringssystemet beskriver rammeverket for oppfølging av prestasjoner også ved hjelp av prestasjonsindikatorer (KPIer). Equinor stiller i sine grunnleggende funksjonskrav (Equinor, 2016), krav til operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak.

Grunnleggende krav i Equinor sitt styringssystem som særlig uttrykker behov til KPI for ytelsesmåling for produksjonen er: 1. Operasjonell risiko skal identifiseres, vurderes og styres for alle aktiviteter og grensesnitt gjennom hele levetiden; 2. Operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere; 3. Driftsaktiviteter skal planlegges, utføres og monitoreres i et livsløpsperspektiv; 4. Det skal være etablert et planhierarki for drift som gir et realistisk fremtidsperspektiv, støtter nåværende forretningsmål og er omforent på tvers av verdikjeden; 5. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål; 6. Vedlikehold skal sørge for at alle system forblir sikre å operere og utfører nødvendige funksjoner når påkrevd (Equinor, 2016).

Respondentene besvarte at prestasjonsindikatorer til å måle produksjonen benyttes under oppfølging og monitorering av, risiko, produksjon, prioritering og forbedring. Oppfølging er både daglig ved anleggene, ukentlig rapportering og månedlig fremstilling innenfor forretningsområdet. KPIene skal bidra til å skape et tankesett/positiv oppmerksomhet (en kultur i hele organisasjonen) på verdiskapende aktiviteter, og til vise at vi er på riktig vei, og kunne korrigere underveis. Respondenter besvarte at KPI for produksjonsytelse kunne bidra til systematikk for kategorisering av uplanlagt tap og hyppigere årsaksanalyser (R&V analyse månedlig f.eks.). Anleggene kunne implementere ytelsesindikator for produksjon på de strategiske og operative arenaer. Det gjelder å finne KPI-er som stimulerer til kontinuerlig forbedring, og gjerne ytelsesindikator for produksjon i kombinasjon med taps- og gevinstanalyser. På samme måte som vi skal feire «perfekte dager» på landanleggene i EQN hva HMS angår, kan en like gjerne bygge et tankesett i organisasjonen – fra operatør til direktør - der vi feirer «perfekte dager» også innen produksjon. Å ha KPI for ytelsesmåling for produksjonen, vil være med å avdekke flaskehalsen i verdikjeden, og følge med prestasjoner.

5.3 FS3: Er det mulig å foreslå en felles eksisterende KPI, eller utlede en ny KPI for produksjon?

ISO 55001 – Forvaltning av anlegg og verdier, tar til orde for at standarden kan brukes av alle organisasjoner, det er organisasjonen som bestemmer hvilke anlegg som skal inngå i bruken av standarden. Organisasjonen skal definere porteføljen av anlegg og verdier som omfattes av systemet for forvaltning av dem. Organisasjonen skal likeså bestemme hva som er nødvendig å overvåke og måle, og metoden for overvåking, måling, analyse og evaluering (NS-ISO 55001:2014, 2014).

Selv om det i litteraturen er mange guider til å benytte KPIer, er det over 70 prosent som feiler. «Å utlede en KPI er ingen enkel regnskapsoppgave, det må til en dyp forretnings- eller prosessforståelse forståelse for å være suksessfull, inkludert en forståelse av organisasjonens mål og kontekst», (Hester, et al., 2017). Tid som faktor i en KPI kan kanskje være den mest universelle målemetoden. Kostnad, eller inntjening pr tidsenhet for en produksjonslinje, anlegg, eller forretningsområde, kombinert med volum vil kunne ha en informasjonsverdi for beslutningstakere (Edwards, 2018).

Petroleumsindustrien, petrokjemisk industri og naturgassindustri har fått utviklet en egen standard for regularitet og pålitelighetsstyring. Standarden legger til rette for standardisert tilnærming for å oppnå optimal regularitet innen olje og gas industrien. (NS-EN ISO 20815, 2018). Produksjonstilgjengelighet og gjennomsnitts tilgjengelighet er ytelsesindikatorer som inngår i NS-EN ISO 20815. Alle prosessanlegg har en beskrevet produksjonskapasitet. Produksjonskapasiteten er den teoretiske største mulige produksjonsmengden som kan produseres ved anlegget (NEK IEC 62264-1, 2013). Uansett hvilke verdier som er brukt i en analyse, er det nødvendig å oppgi eksplisitt beregningsgrunnlaget (NS-EN ISO 20815, 2018), (NORSOK Z-016, 1998), da dataen spiller en viktig rolle i avgjørende beslutningstaking, risikovurdering, prioritering av mål og evaluering av resultater. Avhengigheten av data krever at de er kvalitetssikret og pålitelighetsvurdert (Zafar, et al., 2017).

Produksjonstilgjengelighet uttrykkes ved å ta raten av produksjon, delt på planlagt produksjon (eller hvilken som helst annen referanseverdi), over et gitt tidsrom. Dette målet er brukt ved analyser av avgrensede systemer, uten kompenserende elementer som erstatning fra andre produsenter, eller fra nedstrøms lager. Systemavgrensningen må defineres i hvert tilfelle. Produksjonseffektivitet (PE) er et begrep som ofte er benyttet av operatører for historisk produksjonstilgjengelighet, men er i prinsippet det samme målet som forutsatt produksjonstilgjengelighet. Referanseverdien som benyttes i beregningen kan være inngåtte salgsvolum, design kapasitet, planlagte produksjonsvolum uten nedetid, planlagte produksjonsvolum inklusiv nedetid (NS-EN ISO 20815, 2018), (NORSOK Z-016, 1998), (NS-EN 13306:2017, 2019).

Gjennomsnitts tilgjengelighet uttrykkes ved å ta raten mellom akkumulert oppetid, og lengden av observasjonstiden. Denne formelen er tilsvarende som for produksjonstilgjengelighet, men den vurderer kun to nivåer, 100 % og 0 % (NS-EN ISO 20815, 2018), (NS-EN ISO 14224, 2016), (NORSOK Z-016, 1998).

OEE er et analyseverktøy som viser hvor godt en produksjonsprosess leverer. I form av en kvantitativ målemetode uttrykkes verdien OEE, der hver av faktorene er vektet likt:

- $OEE = \text{tilgjengelighet} \times \text{ytelse} \times \text{kvalitet}$.

OEE viser om avvikene treffer innenfor tilgjengelighet, ytelse eller kvalitet, men forteller ikke årsaken til avvikene (Heng, et al., 2019), (Irhirane, et al., 2017), (Rødseth, et al., Feb. 2015). Årsakene til avvik må identifiseres ved å se på de underliggende data. Ved at det er et sett underliggende data, eller ytelsesindikatorer, gjør at personell kan se sitt bidrag til å oppnå den felles OEE. Strategien gjør at alle, i teorien kan forstå og påvirke måloppnåelsen for OEE (Rødseth, et al., Feb. 2015), (Irhirane, et al., 2017). Konvensjonell formulering av OEE er basert på nøyaktig data, og håndtering av usikkerheter i måledata bør derfor bli tatt i betraktning (Heng, et al., 2019).

Alle respondentene besvarte at de benyttet prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjonen ved sitt anlegg. Det fremkom ingen bruk av noen felles ytelsesindikator blant respondentene. Det var oppgitt likehetstrekk med bruk av ytelsesindikatorer for produksjon mellom raffineriene på den ene siden, der Equinor er teknisk tjenesteyter på en annen, og en tredje side med de resterende anleggene. Det ble oppgitt PE, SIF, TRIF, field cost, vedlikeholdskostnad, on-stream faktorer, samlet råoljegenomløp, samlet bruttomargin, regularitet, uplanlagte stanser, 007, AYC, kvalitetskostnader i MNOK, CO₂-avvtrykk, Nox-avtrykk, produsert mengde, energiforbruk pr. produserte enhet. På spørsmålet om det var ønsket en felles KPI for produksjonsytelse, og i så fall hvordan skulle den ha vært beregnet/uttrykt fremkom det blant respondentene flere forskjellige tilnærminger. Måling av uplanlagt stans var en av KPIene som ble tatt frem som eneste mulige felles måling. Andre tok til orde for volumbaserte målinger mot en referanseverdi, i kombinasjon med tapsanalyser. Noen tok til orde for å sammenligne kost/inntjening/timeforbruk mm.

I management information system (MIS) er det for forretningsområdet utarbeidet en felles KPI som måler uplanlagte nedstengninger pr. måned og år. Indikatoren er satt opp slik at den viser prosentvist antall stanser ved hvert anlegg, og forretningsområdet sett totalt, der hvert anlegg bidrar like mye. I styringssystemet til Equinor, arbeides det med å utvikle en arbeidsprosess for rapportering av produksjonseffektivitet (PE), innenfor forretningsområdet. PE vil her fremkomme ved at man rapporterer på alle produktene som kan produseres. Det gjøres via en fordelingsnøkkel for hvert produkt ved hvert anlegg, slik at produktene summeres opp i prosent, dersom det ikke har vært noen tap, vil produksjonen fremstå som 100%. Raffineriene ser ikke gevinst med at de tilslutter seg denne prosessen.

5.4 FS4: Hva skal KPIen benyttes til?

Å bruke KPIer i styring av produksjonsvirksomheten i et selskap, er motivert av muligheten til å benytte de til å forbedre verdiskapelsen. Å måle ytelse, gjør det mulig for et selskap å kvantifisere alle sider av sin virksomhet. Målingene har størst verdi når de kan benyttes til å identifisere trender i forhold til spesifikke operasjonelle mål (ISO 22400-1, 2014). En annen viktig oppside er at det gir visjon og mulighet til å feire suksess, noe som er viktig for motivasjonen til de ansatte (Wilson, 2013).

Ytelsesmåling for produksjonstilgjengelighet er brukt i analyser for prediktering (Banta, 2018) eller planlegging, i tillegg til rapportering av historisk ytelse. Ytelsesmålet inkluderer effekten av nedetid, forårsaket av et antall forskjellige hendelser. Hendelser registreres iht. produksjonstapskategorier (NS-EN ISO 20815, 2018), og det er avgjørende å spesifisere i detalj, hvilke hendelser som skal inkluderes, eller ekskluderes, når man beregner ytelsesmålet. Noe tilsvarende skrives at RAMS-gruppens medlemmer (Rødseth, et al., Feb. 2015), i tillegg uttrykker de behovet for bruk av Demings forbedringssirkel. I forhold til Demings filosofi, uttrykker Washbush at den ikke gir svar på vitale spørsmål om hva produktene består av, hvordan de prosesseres etc. (Washbush, 2002).

Demings metode med å benytte statistisk tilnærming for å forstå potensiale for forbedring, er en metode som kan avdekke avvik og bidra i planlegging, samt skaper et felles språk som både ledelsen og arbeidere kan forstå. Derfor lærte han elementær statistikk til arbeiderne. Statistisk tilnærming utledet til KPIer, gir mulighet til å trende verdier, og avdekke sammenhenger med andre hendelser. Kontroll-delen i Demings sirkelen benytter ofte KPIer til å gjennomføre måling mot bestemte verdier, (Washbush, 2002), (Deming, 1986). Wilson trekker frem behovet for å ha modeller for asset management, og han oppgir særlig to grunner. Først, for å gi eierorganisasjonen klarhet i hva den mener er viktigst hva angår asset management, og hvordan det man mener er viktigst, passer i en mer effektiv helhet. For det andre, å gi muligheten til å kommunisere komplekse konsepter, på en slik måte at disse viktige elementene er forstått og knyttet til forretningsammenheng og personlige roller (Wilson, 2013). Deming argumenterer for at hele organisasjonen må involveres i forbedringsarbeidet (Deming, 1986), (Tribus, 1988), (Gartner & Naughton, 1988).

De fleste respondentene svarer at de systematisk bruker prestasjonsindikatorer til å måle produksjonen, men det er også de som ikke bruker. Noen svarer at det er mer sporadisk bruk. I denne sammenheng refererer flere av respondentene til systematisk behandling av kvalitetsforbedringsforslag i SAP. Respondentene som har systematisk bruk av prestasjonsindikatorer for produksjon, svarer at de benytter ca. 1 time pr. uke, og den meste, 1-2 dager i uken. Respondentene var mest enig om at de benyttet prestasjonsindikatorer til ukentlig/månedlig oppfølging/monitorering for risikostyring, produksjonsstyring, prioritering og forbedring gjennom aksjoner og tiltak. De benyttes i ledelsesmøter ved anlegg og innenfor forretningsområdet. Andre svarte at de ble benyttet i MIS til å måle nedetid for å kunne sammenligne med tilsvarende anlegg, og ta ut forbedring.

Enkelte respondenter tok til orde for at KPI-ene skal bidra til å skape et tankesett/positiv oppmerksomhet (en kultur i hele organisasjonen) på verdiskapende aktiviteter. Til å vise at vi er på riktig vei, kunne korrigere underveis og viser et situasjonsbilde over måneder

Andre tok til orde for at ytelsesindikatorer for produksjon blir benyttet til å måle samlet råoljegyennomløp og gjennomløpet i de enkelte selvstendige delene av prosessanlegget. For de som er nærmest den daglige produksjonen, kan det se ut som de har konvergens med at de benytter flere parameterer til å optimalisere den daglige produksjon. Det nevnes også daglig oppfølging i EPOG-møter.

Respondentene som ønsker en felles ytelsesindikator svarer at det hadde motivert mer til å drive forbedring, endring, effektivisere Equinor, og kontinuerlig forbedring ved å slå fast rotårsaker til uplanlagt tap. PE til å feire «perfekte dager» i produksjonen. PE kombinert med tapsanalyser til å skape et «sense of urgency»-mindset i organisasjonen ved negative avvik fra mål. Lære av rotårsaker til tap, og unngå at det skjer igjen. PE kombinert med «oversikt over varige forbedringer» for å bygge opp under behovet for - og gleden av - å kontinuerlig forbedre oss. Sammenligne anlegg på hvor gode de er til at sikre effektiv og stabil drift. Identifisere flaskehalser, ta ut læring og årsakssammenhenger.

Styringssystemet til Equinor beskriver følgende særlige formål med prosessområdet drift og vedlikehold som kan relateres til behov og bruk av ytelsesindikatorer. Operasjonell risiko skal identifiseres, vurderes og styres for alle aktiviteter og grensesnitt gjennom hele levetiden.

Ansvarsforhold og operasjonelle grensesnitt skal beskrives for hvert anlegg. Operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere. Driftsaktiviteter skal planlegges, utføres og monitoreres i et livsløpsperspektiv. Det skal være etablert et planhierarki for drift som gir et realistisk fremtidsperspektiv, støtter nåværende forretningsmål og er omforent på tvers av verdikjeden. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål. Vedlikehold skal sørge for at alle system forblir sikre å operere og utfører nødvendige funksjoner når påkrevd. Feilhåndteringsstrategi skal etableres for funksjonsfeil som kan eskalere til en uakseptabel situasjon. Anlegg skal etterstrebe implementering av teknologiske løsninger som forsterker sikker og lønnsom drift. Midlertidige og permanente driftsendringer skal styres gjennom en endringsprosess (Equinor, 2016).

5.5 FS5 Hvilke andre KPIer må KPI for produksjonsmåling sees i sammenheng med?

KPIer velges for å fokusere på brukernes behov og forventninger når det gjelder utfallet fra produksjonsprosessene, uten å begrense virkemidlene til å nå disse utfallene. Som tidligere nevnt i kapittel 5.2, er målet for et selskap som driver med produksjon, å skape verdier (finansielle, sosiale, etiske, miljø osv.) for sine interessenter (ISO 22400-1, 2014). Lignende verdier nevnes ved oppfølging av regularitet. «Regularitetsstyring for å oppnå optimal økonomi for et anlegg gjennom sin levetid, medfører også oppfølging av helse, sikkerhet, miljø, kvalitet og menneskelige faktorer», (NORSOK Z-016, 1998). For asset management og systematisk ledelse, nevnes behovet for systemer for oppfølging av kvalitet, miljø, helse, sikkerhet og risiko (NS-ISO 55001:2014, 2014), (NS-EN ISO 20815, 2018). En av de mest fundamentale målingene i forretningsverden er basert på kostnad per tidsenhet, om det er påløpte kostnader, eller tapte muligheter (Edwards, 2018). Av respondentene, uttrykte alle foruten om en besvarelse, preg av enighet om at de fleste indikatorer må sees i sammenheng. Særlig HMS og kostnad. Etterslep på sikkerhetskritisk- og vedlikehold generelt nevnes også samt lengde av stanser.

Equinor sitt management information system (MIS) viser at overordnet i forretningsområdet benyttes indikatorer innenfor fem områder; sikkerhet, sikring og bærekraft – mennesker og organisasjon – drift – marked – finans. For oppfølging av drift, er det benyttet tre ytelsesindikatorer. De tre ytelsesindikatorerne er; etterslep sikkerhetskritisk vedlikehold, uplanlagte nedstengninger og TIMP. Indikatorene som vises på samme nivå/taksonomi som

driftsindikatorene, kan indikere at de er ytelsesindikatorer som må sees i sammenheng med KPI for produksjonsmåling. Alternativt er å tenke at hver indikator står alene.

Det taes til orde for at KPIene må være i samsvar med målene for anlegget. Dersom en KPI som er satt på et høyere taksonomisk nivå i organisasjonen, begynner å avvike, skal nivået under undersøkes nærmere for å finne forklaring på avviket. Taksonomien er illustrert i figur 8. Ingen KPI alene gir det komplette bilde av et anlegg. Derfor er det behov for å definere et utvalg av KPIer, som samlet indikerer fremdrift og trender for sikker drift av anlegget. Indikatorer for pålitelighets- og vedlikeholdsdata for utstyr vil også kunne være av interesse (NS-EN ISO 14224, 2016). Blant respondentene var det noen som tok til orde for at produksjon fra sekundærprodukter kunne vært med, men at det kunne være vanskelig da råstoffet varierer i sammensetning. Andre tok til orde for at KPIene innen produksjon, energieffektivitet og utslipp må sees i sammenheng med hverandre for å få et balansert bilde på virksomhets ytelse.

Oppnåelsen av høy regularitet er av begrenset betydning med mindre de tilknyttede kostnadene blir vurdert (NORSOK Z-016, 1998), noe som gjelder alle verdiene.

5.6 FS6 Hva er sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer?

Bruk av KPIer er for ledelse av produksjon og drift, motivert av muligheten til å bruke de til å forbedre verdiskapelsen for et selskap. Ved å måle ytelse, muliggjør et selskap, å kvantifisere alle sider av sine aktiviteter. Målet med KPIer er å assistere ledelsen med forbedring av virksomheten. KPIene er iht. organisasjonens målsetninger for anlegget eller driften, og forbedringer identifiseres og implementeres for å oppnå de planlagte målene for virksomheten (ISO 22400-1, 2014), (NS-ISO 55000, 2014), (NS-EN ISO 14224, 2016), (NS-ISO 55001:2014, 2014). Flere av respondentene i spørreundersøkelsen og intervju, tar til orde for at prestasjonsindikatorer må brukes på en slik måte at de skaper målfokus, setter retning for organisasjonen, og gir mulighet for kontinuerlig læring for å håndtere avvik fra måloppnåelsen. Det ble også besvart at man må forstå forutsetninger bak KPIene og hva de uttrykker og ikke minst ikke uttrykker. Sunn fornuft her må være at vi evner å balansere utfordringer eller hindringer for produksjon til å optimalisere det som er mulig å få ut av anlegget for å maksimere verdiskapningen.

Petroleumsloven sier i §56 Styringsystem «Styringsystem som etableres etter loven § 10-6 for å sikre etterlevelse av myndighetskrav, skal ha som hovedmål å bidra til å sikre og forbedre kvaliteten på det arbeid som utføres i petroleumsvirksomheten», (Olje- og energidepartementet, 1997). Styringsystemet til Equinor sier at «Grunnleggende interne funksjonskrav, i selskapet setter krav til blant annet at operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål», (Equinor, 2016). Styringsystemet uttrykker her at ytelsesmåling skal benyttes til å ta ut kontinuerlig læring, samt være basert på intern og ekstern benchmarking. Det kan forstås som en tilnærming til sunn fornuft, som beskrevet i Equinor-boken, og iht. krav i petroleumsloven.

KPIer alene, ikke er tilstrekkelig for nødvendig operasjonell utførelse og ledelse av et selskap. For mange indikatorer er det definert selskapsspesifikke terskler. KPIer gir et øyeblikksbilde av hvordan virksomheten yter i forhold til et mål. Når verdien av indikatoren går over, eller under terskelen, blir aksjoner initiert (ISO 22400-2, 2014), (Hester, et al., 2017). Når man arbeider med komparative analyser er det viktig at de som sammenlignes er sammenlignbar. Det er årsaken til at komparative analyser som baseres kun på indikatorer, vil bære risikoen med at de blir feiltolket (Wilson, 2013). Det var nevnt fra respondentene at i daglig arbeid med operativt arbeid, er det utfordringer og uplanlagte hendelser som må håndteres, og derfor er sunn fornuft og en reel tilnærming viktig for ikke la KPIene ta for stor del av fokuset i det daglige arbeidet.

Silotenkning er en utfordring der anleggene består av flere fagdisipliner og avdelinger, som igjen kan lede opp til et suboptimalt resultat (Rødseth, et al., Feb. 2015). Suboptimalisering gir i dette tilfellet, et uttrykk for ufornuft. En nøkkel ide i økonomistyring er at «Du får det du måler». Med andre ord, ytelsesmål har stor påvirkning på ledelsens adferd (Edwards, 2018). Flere av respondentene peker på risikoen med ensidig fokus på å nå indikatormålene, og svekket helhetstenkning, og man får økt sannsynlighet for suboptimalisering i organisasjonen. Det taes derfor til orde for at man må huske at prestasjonsindikatorer viser øyeblikksbilde, og alle prestasjonsindikatorer må ses i sammenheng for å unngå suboptimalisering eller uforsvarlig drift.

Bruk av KPIer til å bestemme ledelsen bonuser kan være mot sin hensikt, det argumenteres for at de er best brukt som instrument for organisatorisk læring ved å identifisere gap, slik at selskapet

og dets ansatte, kan samarbeide mer effektivt i et konstant endrende konkurranse- og teknologilandskap (Finlow-Bates, 2000), (Kaiser & Young, 2018), (Deming, 1986).

Fra et annet perspektiv tas det til orde for at vi som individer, har alle sammen seks behov som må oppfylles, for at vi skal utmerke oss i vår jobb. Det er økonomisk sikkerhet, personlig selvtillit, personlig egenverd, personlig bidrag, personlig anerkjennelse og emosjonelle sikkerhet (Harrington, 1998) «De eneste menneskene som vil foreslå eliminering av individuelle ytelseevalueringer, er de som aldri har vært ansvarlig for å lede andre», (Harrington, 1998).

«KPIer er uunnværlig for organisatorisk læring, men denne kritiske funksjonen, virker kun dersom ytelsesmålingssystemet er designet til å gjenspeile sannheten», (Kaiser & Young, 2018). Red- eller Blue-Line management spør (Kaiser & Young, 2018), og referer til tabell 3. Tabellen illustrerer to forskjellige veier når det gjelder bruk av KPIer.

Det var besvart blant respondentene viktigheten for at man må finne den, eller de KPIene, for det enkelte anlegg, som gir størst mening for oppfølging, når produksjonen skal optimaliseres innenfor de rammer som det enkelte anlegg er underlagt. Det er ikke sunn fornuft å forsøke å etablere en felles KPI for alle anlegg, uansett det enkelte anleggs utforming og påvirkning fra markedet, fordi det vil gi en så stor forenkling, at KPIen vil være uten verdi. Det taes også til ordet for at sunne fornuft, er å ikke benytte felles indikatorer på to industrier, som har forskjellige verdidrivere. Felles KPIer kan bidra til uoptimale prioriteringer.

6 Drøfting

Forskningen ser tilbake i tid på hva som har påvirket utviklingen innen asset management, om teori, litteratur, standarder, selskapets styringssystem, og empiri fra forretningsområdet kan sannsynliggjøre etableringen av en felles KPI for produksjonen til Equinor sine landanlegg.

Spørreundersøkelsen kunne gjennom analyse ha uttrykket kausale sammenhenger som er interessant for forskningen, dersom respondentene hadde vært flere. Intervjusituasjonen kunne også ha vært bedre utnyttet ved f.eks. ha intervjuet flere informanter, samt utdypet intervju spørsmålene ytterligere.

Bruk av case kunne ha vært formålstjenlig ut fra problemformulering og teori/metoder. Særlig med tanke på at raffineriene ser ut til å skille seg ut fra resten av anleggene. «En case kan være nok til å vise kvalitetene i noe, hvis den er kritisk, ekstrem, unik og spesielt rik på informasjon», (Rienecker & Jørgensen, 2013).

6.1 FS1: Er det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri?

I hovedtrekk oppgis det i empiri at indikatorer for produksjon brukes systematisk ved de forskjellige anleggene, og på overordnet forretningsområde. Dersom ikke KPIer for produksjonsytelse benyttes, oppgis det å benytte daglig volum av produserte mengder. Det oppgis å bli benyttet et bredt spekter av indikatorer, og de beregnes med utgangspunkt fra forskjellige datakilder. Indikatorene benyttes til daglig, ukentlig og månedlig monitorering og oppfølging, og i hovedtrekk oppgis de til å bli benyttet for å kunne ta ut læring og forbedre organisasjonen.

Standarder er utviklet innen asset management (NS-ISO 55000, 2014), KPIer for styring av produksjonsprosesser (ISO 22400-1, 2014) og vedlikehold (NS-EN 13306:2017, 2019), samt regularitet og pålitelighetsstyring (NS-EN ISO 20815, 2018), (NORSOK Z-016, 1998). Anbefalt bruk av KPIer, er at de skal kun benyttes, dersom de er vurdert til at de gir verdi til organisasjonen (NS-EN ISO 20815, 2018), (Kaiser & Young, 2018). At standardene har likhetstrekk er ikke overraskende, da de er fremkommet innenfor de samme standardiseringsorganisasjonene, og ofte refererer til hverandre. En fordel med å forholde seg til standarder er at de er omforent i en større sammenheng, og er ofte ansett til å være en anerkjent

tilnærming i forhold til deres fagområde. Oljedirektoratet viser ofte til at krav i gjeldende forskrifter er dekt ved å benytte anerkjente standarder (Olje- og energidepartementet, 1997). I forhold til forskningsspørsmålet, argumenterer standardene for at det er behov for en standardisert og integrert pålitelighets tilnærming for å oppnå optimal produksjonstilgjengelighet (NS-EN ISO 20815, 2018). En metode som benyttes for å oppnå kontinuerlig forbedring, er å implementere Demings sirkel: planlegg; utfør; kontroller; korriger. Kontroll-delen i sirkelen benytter ofte KPIer til å gjennomføre måling mot bestemte verdier (Rødseth, et al., Feb. 2015), (Washbush, 2002), (Deming, 1986). I den anledning er det viktig at, «Organisasjonen skal definere porteføljen av anlegg og verdier som omfattes av systemet for forvaltning av dem», (NS-ISO 55001:2014, 2014), en noe lik tilnærming er å si at, selskapet er ansvarlig for å bestemme hvilke produkter som skal produseres, ved hvilket anlegg og hvordan de skal bli produsert (NEK IEC 62264-1, 2013).

Gjennom analyse av Equinors styringssystem og måltstyringstavle, fremkom det at det eksisterer en felles ytelsesindikator for forretningsområdet. Omforeningen i forretningsområdet om KPIen uplanlagt stans, gir grunnlag for, og til dels bekrefter at det er funnet relevant å ha felles KPI for produksjonsytelse. Basert på besvarelsene i spørreundersøkelsen og gjennomgang av MIS, fremkommer det som om at denne KPIen ikke er kjent og benyttet ved alle anlegg. At den ikke var kjent og benyttet, kan komme fra hvilket perspektiv man besitter i organisasjonen. Avhengig av perspektiv, kan behovet og relevansen for en felles KPI, være annerledes for forretningsrådets ledelse, anleggsdirektørene, produksjonslederne, og for de som arbeider med daglig produksjonsoptimalisering ved hvert enkelt anlegg.

«Å utlede en KPI er ingen enkel regnskapsoppgave, det må til en dyp forretnings- eller prosessforståelse for å være suksessfull, inkludert en forståelse av organisasjonens mål og kontekst», (Hester, et al., 2017). Å bruke KPIer i styring av produksjonsvirksomheten i et selskap, er motivert av muligheten til å benytte de til å forbedre verdiskapelsen. Å måle ytelse, gjør det mulig for et selskap å kvantifisere alle sider av sin virksomhet. Målingene har størst verdi når de kan benyttes til å identifisere trender i forhold til spesifikke operasjonelle mål (ISO 22400-1, 2014). En annen viktig oppside er at det gir visjon og mulighet til å feire suksess, noe som er viktig for motivasjonen til de ansatte (Wilson, 2013).

Ønske om å en felles KPI for produksjonsytelse er delt, viser intervju og spørreundersøkelsen. Det er nesten like mange som ikke ønsker, som ønsker. For de som sier ja, oppgis en grunn til å være, for å vise et helhetlig perspektiv for forretningsområdet, høste erfaringer fra hverandre, og vise hvor «gode» vi er. De som ikke ønsker en felles indikator, oppgir grunnen til i hovedtrekk å være at det ikke er mulig pga. anleggene og verdidriverne er forskjellige, og særlig trekkes forskjellene frem mellom gassbehandlingsanlegg og raffineri.

Det fremkommer av empiri, at noen mener det ikke er mulig å komme frem til en felles KPI pga. forskjellene på anleggene. Denne tilnærmingen kan støttes av standardene, teori og litteratur, som viser til viktigheten av å sammenligne, sammenlignbare anlegg og verdier (NS-EN ISO 20815, 2018). Samtidig sier selskapets styringssystem, «vi måler fremdrift og resultater på en helhetlig måte ved bruk av prestasjonsindikatorer (KPIer) når det er relevant, kombinert med sunn fornuft», (Equinor, 2018).

Fra et asset management perspektiv er det rimelig å anta at en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri, vil gi en viss nyttig informasjon og felles språk for ledelse og beslutningstakere i forretningsområdet og ved hvert anlegg. Det er viktig at en felles KPI er basert på data som er sammenlignbar mellom anleggene, og for å styre risikoen med feiltolkninger er det viktig ved komparative analyser mellom anleggene, at de ikke kun baseres på indikatorer. Antagelsen om at det er nyttig informasjon, gjør det relevant å ha en felles KPI for petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri.

6.2 FS2: Hvorfor vil et selskap ha KPI for ytelsesmål for produksjonen?

Det taes til orde for at KPIer velges for å fokusere på brukernes behov og forventninger når det gjelder utfallet fra produksjonsprosessene og oppfølging av regularitetsstyring (ISO 22400-1, 2014), (NORSOK Z-016, 1998). Ytelsesmåling for produksjonstilgjengelighet er brukt i analyser for prediktering eller planlegging, i tillegg til rapportering av historisk driftsyttelse (NS-EN ISO 20815, 2018). Empiri ga uttrykk for at ytelsesindikatorer for produksjonen benyttes under oppfølging og monitorering av, risiko, produksjon, prioritering og forbedring.

Å benytte KPIer som forretningspråk (Wilson, 2013, p. 155) mellom ledelse og ut til anlegg og avdelinger, vil kunne være en kommunikasjonsmetode som skaper felles forståelse i organisasjonen. Felles forståelse vil kunne forbedre analyser av tapsføringer, og forenkle

utarbeidelse og implementering av forbedringstiltak som samsvarer med strategien, og det overordnede forretningsmålet. Tilsvarende uttrykker også empiri for at KPIene skal bidra til å skape et tankesett/positiv oppmerksomhet, en kultur i hele organisasjonen på verdiskapende aktiviteter, og til vise at vi er på riktig vei, og kunne korrigere underveis.

Målet for et selskap som driver med produksjon, er å skape verdier (finansielle, sosiale, etiske, miljø osv.) for sine interessenter. Verdiene skapes ved å tilfredsstille noen markeds krav, gjennomført på en sikker og bærekraftig måte. Å lede en verdiskapningsprosess medfører evnen til å slutføre prosessen som planlagt, og kontinuerlig forbedre prosessen. TPM sies å strekke seg etter å bruke alt utstyr så effektivt som mulig. Målet med TPM er å bevare anlegget eller utstyret i en god tilstand, uten å forstyrre den daglige produksjonen. Måten dette gjøres på er ved å søke optimalisering av ytelsen til produksjonssystemene (Kiran, 2017), (Rizzo, 2008), (Jain, et al., 2014). Målet med KPIer er å assistere i styringen av selskapets forbedringsarbeid. Forbedring er et viktig bidrag for suksessfulle selskaper. Empiri gir uttrykk for en forståelse om at KPI for produksjonsytelse skal bidra til systematikk for kategorisering av uplanlagt tap og hyppigere årsaksanalyser. Ytelsesindikatorer og benchmarking kan være svært effektive i å identifisere forbedringsområder. KPIer bør utvikles for områder der et selskap ønsker forbedring. I tillegg til å måle KPIer, er det nødvendig å sammenligne resultatene mot måltall. Dette gjøres for å identifisere eventuelle avvik og årsaker til avvik (ISO 22400-1, 2014), (NORSOK Z-016, 1998), (NS-ISO 55000, 2014), (NS-ISO 55001:2014, 2014) (IAM, 2015), (NS-EN ISO 14224, 2016).

Fra et myndighetsperspektiv settes det krav til lignende behov og mål, men da til etablering av styringssystem for operatørene i petroleumsvirksomheten. Hovedmålet med styringssystemet er å bidra til å sikre og forbedre kvaliteten på det arbeid som utføres i petroleumsvirksomheten (Olje- og energidepartementet, 1997). Equinor sitt styringssystem beskriver på følgende måte rammeverket for prestasjoner; «Når vi vet hva vi sikter mot, og forstår risikoene, etablerer vi klare aksjonsplaner for hvordan vi skal oppnå våre målsetninger. Ressursalokeringen er dynamisk, og vi oppdaterer våre prognoser når vi har ny informasjon. Oppfølgingen vår er fremoverskuende og tiltaksorientert. Vi måler fremdrift og resultater på en helhetlig måte ved bruk av prestasjonsindikatorer (KPIer) når det er relevant, kombinert med sunn fornuft», (Equinor, 2018). «Grunnleggende interne funksjonskrav, i selskapet setter krav til blant annet at operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og

ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål», (Equinor, 2016). Styringssystemene man ser i petroleumsvirksomheten kan sammenlignes med behovet for asset management-modeller som Wilson løfter frem. Først gi eierorganisasjonen klarhet i hva den mener er viktigst hva angår asset management, og hvordan det man mener er viktigst, passer i en mer effektiv helhet. For det andre, å gi muligheten til å kommunisere komplekse konsepter, på en slik måte at disse viktige elementene er forstått og knyttet til forretningssammenheng og personlige roller (Wilson, 2013).

Grunnleggende krav i Equinors styringssystem uttrykker at operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres for å identifiseres operasjonell risiko, vurdere og styre alle aktiviteter og grensesnitt gjennom et livsløpsperspektiv. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål (Equinor, 2016). Disse grunnleggende krav i styringssystemet gjenspeiles i empiri, som gir uttrykk for at det gjelder å finne KPIer som stimulerer til kontinuerlig forbedring, og gjerne ytelsesindikator for produksjon i kombinasjon med taps- og gevinstanalyser. Å ha KPI for ytelsesmåling for produksjonen, vil være med å avdekke flaskehalsen i verdikjeden, og følge med prestasjoner.

Alle prosessanlegg har en beskrevet produksjonskapasitet. Produksjonskapasiteten er den teoretiske største mulige produksjonsmengden som kan produseres ved anlegget (NEK IEC 62264-1, 2013). Å vite utnyttelsesgraden av produksjonskapasiteten kan være en nyttig informasjon for ledelse og beslutningstakere. «Effektiv kontroll og styring av en organisasjons anlegg og verdier er vesentlig for å realisere verdi gjennom styring av risiko og muligheter for å oppnå den ønskede balansen mellom kostnader, risiko og prestasjon», (NS-ISO 55000, 2014, p. 4). Andre standarder tar til orde for at analyse av produksjonsytelse skal bli planlagt, gjennomført, brukt, og oppdatert på en kontrollert og organisert måte (NS-EN ISO 20815, 2018, p. 43).

Benchmarking er benyttet ved flere av anleggene som utgjør empiri i denne avhandling. Benchmarkingen gjøres av eksterne selskaper. Benchmarkingen gir en sammenligning av individuelle ytelser på forskjellige driftsmål, i forhold til en rekke forskjellige gruppekategorier på tvers av forskjellige geografier, konfigurasjoner og ytelsesnivåer (McKinsey, 2019), (Solomon Associate, 2019), (Phillip Townsend Associated, 2019).

Selskapene som tilbyr benchmarking, argumenterer for at deres mål er å levere validert, komparativ informasjon som lett kan brukes til å ta beslutninger og iverksette tiltak for å forbedre ytelsen i hele bedriften. For det enkelte anlegg å vite hvordan de står seg mot tilsvarende anlegg, og få råd og veiledning for å forbedre seg mot trendsetterne som leverer best kan være nyttig. Men på den andre siden, er det fortsatt bare det enkelte anlegg i forretningsområdet som har nytte av denne informasjonen. Et dilemma for benchmarking er at den gjennomføres sjelden, noe som skaper et gap i informasjonen mellom hver måling.

Informasjonsbehovet for å kunne lett ta beslutninger og iverksette tiltak for å forbedre ytelsen i hele bedriften, gir rimelig grunnlag til å anta at KPI for ytelsesmål for produksjonen er noe et selskap vil ha.

6.3 FS3: Er det mulig å foreslå en felles eksisterende KPI, eller utlede en ny KPI for produksjon?

Standarden for forvaltning av anlegg og verdier, tar til orde for at den angir krav til system for forvaltning av anlegg og verdier, som kan brukes av alle organisasjoner. Det er organisasjonen som bestemmer hvilke anlegg som skal inngå i bruken av standarden. Organisasjonen skal definere porteføljen av anlegg og verdier som omfattes av omfanget til systemet for forvaltning av dem (NS-ISO 55001:2014, 2014). Forretningsrådets portefølje av anlegg er definert, og porteføljen følges opp blant annet av et felles utvalg av KPIer som fremkommer i MIS. Er det da mulig å benytte en felles ytelsesindikator for produksjon?

Svaret er umiddelbart, ja på forskningsspørsmålet. Empiri og analyse av selskapets styringssystem viser at det eksisterer en felles KPI i forretningsområdet. KPIen heter uplanlagt stans. Den indikerer om anleggene produserer, eller produserer ikke. En svakhet med denne indikatoren er at den ikke måler degradering av produksjon. En annen svakhet er at den viser kun om man har uplanlagt stans i produksjonen, dvs. planlagte tap fremkommer ikke gjennom KPIen. En fordel med indikatoren er at den er lettere å anerkjenne for alle anleggene, men den kan oppleves som «urettferdig» for de som har bare ett prosess tog. Empiri viser at det benyttes prestasjonsindikatorer (KPIer) til å måle produksjonen ved alle anleggene, men at de ikke er like.

Eksisterer det da indikatorer i dagens teori, litteratur eller standarder som kan gi informasjon om degradering av produksjonen ved anleggene? Svaret er også her, ja. PA uttrykker faktisk

produksjon mot planlagt produksjon, eller hvilken som helst annen referanseverdi, over en spesifikk tidsperiode (NS-EN ISO 20815, 2018), (NORSOK Z-016, 1998). PE er et uttrykk som ofte er benyttet av operatørselskaper for historisk PA i driftsfasen, men er i prinsippet det samme om predikert PA (NS-EN ISO 20815, 2018). OEE uttrykker også hvor godt en produksjonsprosess lever. I form av en kvantitativ målemetode uttrykkes verdien OEE ved å multiplisere tilgjengelighet, ytelse og kvalitet. En tredje metode heter Profit los indicator (PLI), den bygger videre på OEE, og fremstiller et finansielt mål.

Valg og bruk av KPIer for en produksjonsbedrift kan gjøres gjennom en stegvis prosess. Et viktig steg er å definere evalueringskriterier og tilknyttede målinger for ytelsesindikatorne (ISO 22400-2, 2014). Å definere referanseverdien som benyttes i KPI for produksjonsytelse, kan være nøkkelen til å fremstille felles KPI for produksjonsytelse. NEK tar til orde for at alle prosessanlegg har en beskrevet produksjonskapasitet. Produksjonskapasiteten er den teoretiske største mulige produksjonsmengden som kan produseres ved anlegget i et gitt tidsintervall (NEK IEC 62264-1, 2013). Standarden for regularitet og pålitelighetsstyring tar til orde for at design kapasitet for fasiliteten kan bli benyttet som referansenivå. Dette kan være et passende referansenivå når kun en del av produksjonskjeden f.eks. et prosessanlegg er underlagt en analyse. Designkapasiteten er lett tilgjengelig i en tidlig fase i et prosjekt. En begrensning er at produksjonen kan bli begrenset av faktorer utenfor systemgrensene som kan lede til feilaktige konklusjoner. Derfor er det viktig å forstå hvordan eksport av olje eller gass avhenger av tidsmessige kapasitetsbegrensninger i prosesssystemene, for eksempel oljebehandling, gassbehandling, vannbehandling, gassinjeksjon, etc. (NS-EN ISO 20815, 2018). Samme standard foreslår dersom det er en salgskontrakt, er inngått volum det foretrukne referanse nivå. Inngått volum kan variere med sesongvariasjoner (sving). I de tilfeller, bør svingprofilen være referansenivået. Inngått volum kan spesifiseres som gjennomsnitt over en tidsperiode, der kjøper nominerer de daglige leveranser en tid i forveien. Når man rapporterer historiske produksjonstilgjengelighet eller leveringsdyktighet, skal referansevolumet være det aktuelle nominerte volumet (det skal være beskrevet om nominering er daglig, ukentlig, månedlig eller årlig basert). Ved prediksjon, skal det benyttes en fordeling av volumer som reflekterer de forutsatte variasjonene i nominerte volumer, men muligheten for at fasilitetene vil levere maksimal mengde bør også vurderes (NS-EN ISO 20815, 2018). Man kan også rapportere historiske produksjonsvolum ved å benytte planlagt produksjonsvolum som referanseverdi.

«Imidlertid er ulempen ved å bruke dette referansenivåmålet, at kostnadene for nedetid blir skjult», (NS-EN ISO 20815, 2018).

Det fremkommer fra empiri at det argumenteres for at det ikke er mulig å sammenligne raffineringene og gassanleggene fordi de er forskjellige anlegg, og har forskjellige verdidrivere. Wilson trekker frem at ved komparative analyser og sammenligning, er det viktig at de som sammenlignes er sammenlignbar. Dersom det skal utføres en sammenligning mellom forskjellige selskaper, skal deres markedsforhold, tjenester, anleggsstørrelse, kultur, lovgivning, produkt miks og alder være lignende. Det er årsaken til at komparative analyser som baseres kun på indikatorer, vil bære risikoen med at de blir feiltolket (Wilson, 2013). Nå er det ikke benchmarking mellom anleggene som er mål i denne avhandling, men fremstilling av felles KPI for produksjonsytelse innenfor petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri. Anleggene har forskjellig produktmiks, og er det da mulig å sammenstille produktmiksen ved hvert anlegg slik at den uttrykkes gjennom en KPI, som igjen kan multipliseres til et høyere taksonomisk nivå i form av hele forretningsområdet? Det argumenteres for at analyser og rapportering av KPIer for produksjonsytelse skal være iht. relevant taksonomi (NS-EN ISO 20815, 2018).

Tidsintervallet som gjelder for målingen er nødvendig for å definere referansemålet. Det kan illustreres ved at man med dagens KPI for uplanlagte stanser, ikke fokuserer på planlagte stanser. Dersom man benytter forskjellig tidsintervall til å definere referansemålet ved anleggene, kan det oppstå risiko for suboptimalisering (Rødseth, et al., Feb. 2015) ved at man fremstiller uplanlagte tap som planlagt. Tidspunktet for når en produksjonsplan settes, og tidsintervallet for planen er viktig for referansemålet, da det er med på å avgjøre om et tap er planlagt eller uplanlagt.

Dersom man går ut fra referansemålet som er lagt til grunn som designkapasitet for anlegget, og benytter det som 100 % kapasitet, har man en uomtvistelig referanseverdi i indikatoren. Å bestemme seg for hvilken massestrøm eller massebalanse som beskriver 100% kapasitet er essensiell. Ved Hammerfest LNG defineres produksjonen til å være 100 % ved full utnyttelse av kapasiteten i LNG-delen av anlegget, 18.400.000 Sm³. Ved Mongstad beskrives prosesskapasiteten til å være «8 millioner tonn råolje per år», (Equinor ASA, 2019). Ved Kalundborg beskrives «produksjonskapasiteten til å være 5,5 millioner tonn oljeprodukter i året, avhengig av råstofftype», (Equinor ASA, 2019). Ved Kollsnes beskrives kapasiteten til å kunne

behandle «inntil 144,5 millioner standard kubikkmeter (Sm³) naturgass i døgnet», (Equinor ASA, 2019). Ved Kårstø oppgis det at «rundt 90 millioner standard kubikkmeter rikgass kan hvert døgn strømme gjennom anlegget», (Equinor ASA, 2019).

6.4 FS4: Hva skal KPIen benyttes til?

Standardene for KPIer for styring av produksjonsvirksomheten i et selskap, tar til orde for at bruk av KPIer, er motivert av muligheten til å benytte de til å forbedre verdiskapelsen. Å måle ytelse, gjør det mulig for et selskap å kvantifisere alle sider av sin virksomhet. Et av hovedmålene med å benytte indikatoren OEE er å redusere det som kalles de seks store tapene (Kiran, 2017), sammenbrudd, oppsett og justering, små stopp, redusert hastighet, oppstartvrak og produksjonsvrak (Rødseth, et al., 2015). Dette er de mest vanlige årsakene til effektivitetstap i produksjon. Empiri viser at respondentene i undersøkelsen var mest enig om at de benyttet prestasjonsindikatorer til ukentlig/månedlig oppfølging/monitorering for risikostyring, produksjonsstyring, identifisering av flaskehals, prioritering og forbedring gjennom aksjoner og tiltak. Andre svarte at de ble benyttet i MIS til å måle nedetid for å kunne sammenligne med tilsvarende anlegg, og ta ut forbedring. Målingene har størst verdi når de kan benyttes til å identifisere trender i forhold til spesifikke operasjonelle mål (ISO 22400-1, 2014). Ved å registrere avvikene iht. produksjonstapskategorier (NS-EN ISO 20815, 2018), vil man ha mulighet til å analysere avvikene, sette tiltak og følge de opp. F.eks. produksjonstap pga. utstyrsfeil eller menneskelig feil, vil kunne være en form for informasjon som danner grunnlag for tiltak. Det er avgjørende å spesifisere i detalj hvilke hendelser som skal inkluderes i beregningen av indikatoren, og innenfor hvilket tidsintervall (spesielt viktig dersom man ikke rapporterer planlagte tap).

Enkelte respondenter tok til orde for at KPI-ene skal bidra til å skape et tankesett/positiv oppmerksomhet (en kultur i hele organisasjonen) på verdiskapende aktiviteter. Til å vise at vi er på riktig vei, kunne korrigere underveis og viser et situasjonsbilde over måneder. Wilson støtter denne tilnærmingen i sin bok, og sier at en viktig oppside med bruk av KPIer er at det gir visjon og mulighet til å feire suksess, noe som er viktig for motivasjonen til de ansatte (Wilson, 2013). Et tredje element tar Deming frem med å bruke statistisk tilnærming for å forstå potensiale for forbedring, en metode som kan avdekke avvik, samt skaper et felles språk som både ledelsen og arbeidere kan forstå (Washbush, 2002), (Deming, 1986). Wilson argumenterer for KPI som felles

språk ved å si at det gir muligheten til å kommunisere komplekse konsepter, på en slik måte at disse viktige elementene er forstått og knyttet til forretningssammenheng og personlige roller (Wilson, 2013). Empiri tar til orde for at ytelsesindikatorer for produksjon blir benyttet til å måle samlet råoljegjennomløp og gjennomløpet i de enkelte selvstendige delene av prosessanlegget. For de som er nærmest den daglige produksjonen, kan det se ut som de har konvergens med at de benytter flere parameterer til å optimalisere den daglige produksjon. Det nevnes også daglig oppfølging i EPOG-møter.

Equinors styringssystem beskriver følgende særlige formål med prosessområdet drift og vedlikehold som kan relateres til behov og bruk av ytelsesindikatorer. Operasjonell risiko skal identifiseres, vurderes og styres for alle aktiviteter og grensesnitt gjennom hele levetiden. Ansvarsforhold og operasjonelle grensesnitt skal beskrives for hvert anlegg. Operasjonelle ytelsesmål, måling og tiltak skal etableres. Ytelsesmål skal være basert på intern og ekstern benchmarking, selskapsstrategier og drivere. Driftsaktiviteter skal planlegges, utføres og monitoreres i et livsløpsperspektiv. Det skal være etablert et planhierarki for drift som gir et realistisk fremtidsperspektiv, støtter nåværende forretningsmål og er omforent på tvers av verdikjeden. Operasjoner skal analyseres og nødvendige tiltak implementeres for kontinuerlig å forbedre ytelse mot definerte mål. Vedlikehold skal sørge for at alle system forblir sikre å operere og utfører nødvendige funksjoner når påkrevd. Midlertidige og permanente driftsendringer skal styres gjennom en endringsprosess (Equinor, 2016).

Det kan høres rimelig ut at gap i KPIer for produksjonsytelse benyttes til analyser for prediktering (Banta, 2018) eller planlegging av produksjon, i tillegg til rapportering av historisk ytelse og ta ut læring. Gap eller avvik i KPI for produksjonsytelse kommer av hendelser eller tilstander som skaper produksjonstap. Tap av tilgjengelighet (Wilson, 2013, p. 209) er et eksempel på hendelse eller tilstand. Å ta ut læring fra hendelsen eller tilstanden kan gjøres ved å analysere produksjonstapene (NS-EN ISO 20815, 2018), for så å iverksette forbedringstiltak. Noe tilsvarende skrives at RAMS-gruppens medlemmer (Rødseth, et al., Feb. 2015), og i tillegg løfter de frem behovet for Demings sirkel. Kontroll-delen i Demings sirkelen benytter ofte KPIer til å gjennomføre måling mot bestemte verdier, (Washbush, 2002), (Deming, 1986). I forhold til Demings filosofi, uttrykker Washbush at den ikke gir svar på vitale spørsmål om hva produktene består av eller hvordan de prosesseres etc. (Washbush, 2002).

Arbeidstakere i dagens kompetansekrevede industri, er ofte kreative mennesker, som har en annen tilnærming og kunnskap enn man så i tidligere tradisjonell organisering, der ledelsen viste best. Ved å ha en indikator som viser til designkapasitet som referanseverdi, kan man oppnå at gode forslag til håndtering av tap eller gap blir identifisert på et annet sted enn hos ledelsen. Det kan argumenteres for at det er mer fornuftig å referer til designkapasitet enn f.eks. tilgjengelig råstoff mengde. Fordelen med å benytte tilgjengelig råstoff eller solgt mengde som referanseverdi, kan være med tanke på at organisasjonen kan oppleve det som mer tilfredsstillende å jobbe mot ett referansemål som kan nås, minusene kan være at de ikke er kjent med at kapasiteten ikke er utnyttet, og derfor ikke tenker på aksjoner som kan redusere gapet mellom designkapasitet, og tilgjengelige ressurser. Ved å identifisere avvik for produksjon på et overordnet nivå i organisasjonen, kan man mitigere risikoen for silotenking ved hvert enkelt anlegg, og oppnå en økt verdiskapelse for alle anleggene samlet. I en klassisk PUKK-sirkel faller dette under kontroller og korrigerer.

Man kan forstå at KPIen kan benyttes til flere formål, utover avhandlingens målsetning om å bruke den til produksjonsstyring, og kontinuerlig læring, slik at produksjonsytelsen optimaliseres.

Oppsummert fremkommer det av teori, litteratur og empiri at KPIen gir informasjon som kan benyttes til:

- å prediktere produksjonstap iht. tapskategorier.
- å prediktere produksjonsmål frem i tid, som underlag for produksjonsplaner i en livslang syklus.
- å måle hvordan den virkelige produksjon har vært i forhold til en referanseverdi.
- å måle hvordan den virkelige produksjon er i forhold til en referanseverdi.
- å identifisere trender i forhold til spesifikke operasjonelle mål.
- å prediktere hvor det oppstår avvik i forhold til referanseverdi.
- å analysere hvor det har oppstått avvik til referanseverdi.
- Å identifisere flaskehalser.

- å vurdere aksjoner basert på analyser av avvik og identifiserte flaskehals for både prediktiv og virkelig produksjon, iht. å oppnå størst mulig verdiskapelse for anlegget eller forretningsområdet.
- å skape et felles forretningsspråk som både ledelse og den ansatte forstår.
- å skape et tankesett/positiv oppmerksomhet (en kultur i hele organisasjonen) på verdiskapende aktiviteter.

På den andre siden er det områder den ikke gir særlig nyttig informasjon.

- Til å gi informasjon for daglig produksjonsoppfølging i f.eks. kontrollrom eller EPOG-møter.

6.5 FS5 Hvilke andre KPIer må KPI for produksjonsmåling sees i sammenheng med?

Standarden for innsamling og utveksling av pålitelighetsdata for utstyr tar til orde for at KPIene må være i samsvar med målene for anlegget. Dersom en KPI som er satt på et høyere taksonomisk nivå i organisasjonen, begynner å avvike, skal nivået under, undersøkes nærmere for å finne forklaring på avviket (NS-EN ISO 14224, 2016).

Dette virker også som en rimelig oppfatning i empiri, som viser at det blant respondentene, er noen som tok til orde for at i tillegg til primærprodukt, kunne produksjon fra sekundærprodukter vært med, men at det kunne være vanskelig da råstoffet varierer i sammensetning. Andre tok til orde for at KPIene innen produksjon, energieffektivitet og utslipp må sees i sammenheng med hverandre for å få et balansert bilde på virksomhets ytelse. Videre sier standarden for innsamling og utveksling av pålitelighetsdata for utstyr, at ingen KPI alene gir det komplette bilde av et anlegg. Derfor er det behov for å definere et utvalg av KPIer, som samlet indikerer fremdrift og trender for sikker drift av anlegget. Indikatorer for pålitelighets- og vedlikeholdsdata for utstyr vil også kunne være av interesse (NS-EN ISO 14224, 2016).

Standardene for KPIer for styring av produksjonsvirksomhet tar til orde for at KPIer velges for å fokusere på brukernes behov og forventninger når det gjelder utfall fra prosesser, uten å begrense virkemidlene til å nå disse utfallene. Målet for et selskap som driver med produksjon, er å skape verdier (finansielle, sosiale, etiske, miljø osv.) for sine interessenter (ISO 22400-1, 2014).

Lignende verdier nevnes ved oppfølging av asset management og regularitet.

«Regularitetsstyring for å oppnå optimal økonomi for et anlegg gjennom sin levetid, medfører også oppfølging av helse, sikkerhet, miljø, kvalitet og menneskelig faktorer», (NORSOK Z-016, 1998), (NS-ISO 55001:2014, 2014), (NS-EN ISO 20815, 2018). En måte å visualisere at KPIer må sees i sammenheng er med følgende erkjennelse, «oppnåelsen av høy regularitet er av begrenset betydning med mindre de tilknyttede kostnadene blir vurdert», (NORSOK Z-016, 1998, p. 9), noe som gjelder oppnåelse av mange KPIer.

En av de mest fundamentale målingene i forretningsverden er basert på kostnad per tidsenhet, om det er påløpte kostnader, eller tapte muligheter (Edwards, 2018). Empiri viste tilnærmet enighet om at de fleste indikatorer må sees i sammenheng. Særlig HMS og kostnader må sees i sammenheng med produksjonsindikatorer. Etterslep på sikkerhetskritisk vedlikehold, vedlikehold og lengde på stanser nevnes også.

Equinors management information system (MIS) viser at overordnet forretningsområde benytter indikatorer innenfor fem områder; sikkerhet, sikring og bærekraft – mennesker og organisasjon – drift – marked – finans. For oppfølging av drift, er det benyttet tre ytelsesindikatorer. De tre ytelsesindikatorerne er; Etterslep sikkerhetskritisk vedlikehold, uplanlagte nedstengninger og TIMP. Indikatorene som vises på samme nivå/taksonomi som driftsindikatorerne, kan indikere at de er ytelsesindikatorer som må sees i sammenheng med KPIer for produksjonsmåling.

Empiri og selskapets MIS viser at drift og produksjonsmåling måles med blant annet KPI for sikkerhetskritisk vedlikehold. Er det rimelig? En annen tilnærming kunne være at KPI for produksjonsmåling vært sett opp mot produksjonskritisk vedlikehold.

De fem områdene for strategiske mål i forretningsområdet, viser overordnede mål som forretningsområdet fokuserer på. Disse målene følges opp ved hjelp av indikatorer. KPI for produksjonsmåling faller naturlig under drift. Alle KPIene som selskapet har definert til å gi informasjon som samlet indikerer fremdrift og trender for sikker drift av anlegget og optimal verdiskapning i MIS.

HMS indikatorer er alltid relevante, og med å utvide perspektivet fra mennesket med SIF og TRIF til CO₂/Boe, fanges også miljøperspektivet opp. Økonomiske indikatorer i form av OPEX, CAPEX og inntjening er ikke til å komme utenom.

Spørsmål 9 i spørreundersøkelsen ga særlig kunnskap om dette forskningsspørsmålet.

Utvalget svarte følgende:

- Det er viktig at prestasjonsindikatorene sees på en balansert måte. Det gjelder etterslep sikkerhetskritisk vedlikehold. Vedlikeholdsstatus, HMS-prestasjoner og kostnadsutvikling, energieffektivitet.
- Jeg er av den oppfatning at de fleste indikatorer må ses i sammenheng med andre. Både HMS-indikatorer samt Kostnader er indikatorer som kan ses i sammenheng med PE.
- KPI kunne med fordel vært delt inn i bi-produktene som er nevnt over i spm. 8, selv om target kanskje er vanskelig å definere, da det varierer mye ift. Brønnsammensetning.
- Regularitet ses i sammenheng med eksempelvis, lengde av stanser, etterslep sikkerhetskritisk vedlikehold, etterslep på vedlikehold.
- Nei.
- Alvorlig hendelsesfrekvens (SIF). Teknisk tilstand (TIMP). Etterslep sikkerhetskritisk vedlikehold (CMR). Økonomi (Opex). Energieffektivitet (kg CO₂/tonn metanol).
- KPI-ene innen *produksjon, energieffektivitet og utslipp* må ses i sammenheng med hverandre for å få et balansert bilde på virksomhetens performance.
- Et anlegg og spesielt et raffineri er komplekst. KPIer henger sammen og må ses i sammenheng. Derfor følges også opp på KPIer relatert til sikkerhet, miljø & økonomi
- Ikke besvart.

Kwh/boe er relevant ref. dersom målet er å kjøre bilen i 90 km/time, kan målet oppnås med å gjøre det i både tredje, fjerde og femte gir, men det er bare et av valgene som gir den mest energioptimale ytelsen.

Blant respondentene var det noen som tok til orde for at produksjon fra sekundærprodukter kunne vært med, men at det kunne være vanskelig da råstoffet varierer i sammensetning. Andre tok til orde for at KPIene innen produksjon, energieffektivitet og utslipp må sees i sammenheng med hverandre for å få et balansert bilde på virksomhets ytelse.

6.6 FS6 Hva er sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer?

Bruk av KPIer er for ledelse av produksjon, motivert av muligheten til å bruke de til å forbedre verdiskapelsen for et selskap. Ved å måle ytelse, muliggjør et selskap, å kvantifisere alle sider av sine aktiviteter. Målet med KPIer er å assistere ledelsen med forbedring av virksomheten.

KPIene må være iht. organisasjonens målsetninger for anlegget eller driften, og forbedringer identifiseres og implementeres for å oppnå de planlagte målene for virksomheten (ISO 22400-1, 2014), (NS-ISO 55000, 2014), (NS-EN ISO 14224, 2016), (NS-ISO 55001:2014, 2014).

Lignende står å lese i petroleumsforskriften (Olje- og energidepartementet, 1997) og Equinors styringssystem (Equinor, 2019), samt flere av respondentene i spørreundersøkelsen og intervju ga uttrykk for et slikt perspektiv. Det ble besvart at man må forstå forutsetninger bak KPIene og hva de uttrykker og ikke minst ikke uttrykker. Sunn fornuft her må være at vi evner å balansere utfordringer eller hindringer for produksjon til å optimalisere det som er mulig å få ut av anlegget for å maksimere verdiskapning.

På den andre siden kan man si at all bruk av KPIer som ikke assisterer ledelsen med forbedringer av virksomheten representerer ufornuft. Silotenkning er en utfordring der anleggene består av flere fagdisipliner og avdelinger, som igjen kan lede opp til et suboptimalt resultat (Rødseth, et al., Feb. 2015). Suboptimalisering gir i dette tilfellet, et uttrykk for ufornuft. En nøkkelide i økonomistyring er at du får det du måler. Med andre ord, ytelsesmål har stor påvirkning på ledelsens adferd (Edwards, 2018). Å knytte utfall på KPIer mot lederbonuser kan være mot sin hensikt, det argumenteres for at de er best brukt som instrument for organisatorisk læring ved å identifisere gap og fremhever effektivt samarbeid i selskapet (Finlow-Bates, 2000), (Kaiser & Young, 2018), (Deming, 1986). Flere av respondentene peker på risikoen med ensidig fokus på å nå indikatormålene, og svekket helhetstenkning, og man får økt risiko for suboptimalisering i organisasjonen. Det taes derfor til orde for at man må huske at prestasjonsindikatorer viser øyeblikksbilde, og alle prestasjonsindikatorer må ses i sammenheng for å unngå suboptimalisering eller uforsvarlig drift. Et slikt syn står i kontrast til respondentene som uttrykker at det ikke er sunn fornuft å forsøke å etablere en felles KPI for produksjonsytelse, pga. anleggenes forskjellige utforming og påvirkning fra markedet, og fordi det vil gi en så stor forenkling, at KPIen vil være uten verdi. Skepsisen til felles KPI begrunnet i forskjellene, støttes

av Wilson, som tar til orde for at når man arbeider med komparative analyser er det viktig at de som sammenlignes er sammenlignbar. Det er årsaken til at komparative analyser som baseres kun på indikatorer, vil bære risikoen med at de blir feiltolket (Wilson, 2013).

Fra et annet perspektiv tas det til orde for at vi som individer, har seks behov som må oppfylles, for at vi skal utmerke oss i vår jobb. Det er økonomisk sikkerhet, personlig selvtillit, personlig egenverd, personlig bidrag, personlig anerkjennelse og emosjonelle sikkerhet (Harrington, 1998) «De eneste menneskene som vil foreslå eliminering av individuelle ytelseevalueringer, er de som aldri har vært ansvarlig for å lede andre», (Harrington, 1998).

Det var svart fra respondentene at i operativt arbeid, er det utfordringer og uplanlagte hendelser som må håndteres kontinuerlig, og derfor er sunn fornuft og en reel tilnærming viktig, ikke la KPIene ta for stor del av fokuset i det daglige arbeidet. Dette synes å samsvare med hva KPIene skal benyttes til, som drøftet i kapittel 6.4.

At KPIer må gjenspeile sannheten (Kaiser & Young, 2018) virker rimelig. Alternativt vil feilinformasjon medføre risiko for feil i analyser og tiltak. Om man skal velge rød eller blå linje (Kaiser & Young, 2018), kan virke som et noe smalt perspektiv, men forklarer relevante dilemmaer med å velge f.eks. strategi med kortsiktig gevinst, fremfor en strategi med langsiktig gevinst. Blue-line management fremstår nok for de fleste som sunn fornuft, kombinert med prestasjonsindikatorer.

7 Forslag til metodikk for utarbeidelse og bruk av felles ytelsesindikator for produksjon

Basert på analyse og drøfting, foreslår avhandlingen en metodikk, for utarbeidelse og bruk av felles ytelsesindikator for produksjon. Ytelsesindikatoren bygger på indikatoren Production availability (NS-EN ISO 20815, 2018), (NORSOK Z-016, 1998), men da ytelsesindikatoren viser historisk produksjon benyttes benevnningen total Produksjonseffektivitet (PE_{Total}). Total fordi den har total produksjonskapasitet som referanseverdi, og den måler alle produkter basert på vektning etter hvor viktig de er iht. verdiskapningen.

7.1 Forslag til metodikk for utarbeidelse av ytelsesindikator for produksjon

<p>For forretningsområde:</p> $PE_{Total \text{ forretningsområde}} = PE_{Total \text{ anlegg1}} \times PE_{Total \text{ anlegg2}} \times PE_{Total \text{ anlegg3}} \times PE_{Total \text{ anlegg4}} \times PE_{Total \text{ anlegg5}} \times PE_{Total \text{ anlegg6}} \times PE_{Total \text{ anlegg7}}$ <p>For anlegg:</p> $PE_{Total \text{ anlegg}} = \frac{VP_{Total}}{Produksjonskapasitet_{Total}} \times Faktor_{Total} = \frac{VP_{Total}}{VP_{Total} + Tap_{Total}} \times Faktor_{Total}$ $PE_{Total \text{ anlegg}} = \frac{VP_{Primærprodukt}}{VP_{Primærprodukt} + Tap_{Primærprodukt}} \times Faktor_{Primærprodukt} + \frac{VP_{Sekundærprodukt}}{VP_{Sekundærprodukt} + Tap_{Sekundærprodukt}} \times Faktor_{Sekundærprodukt}$ <p>Virkelig produksjon = VP</p> $Faktor_{Total} = Faktor_{Primærprodukt} + Faktor_{Sekundærprodukt} = 1$

Figur 14 Utledning av formler for PE_{Total} .

Den enkleste bruk av PE_{Total} er ved å benytte anleggenes totalkapasitet for massestrøm.

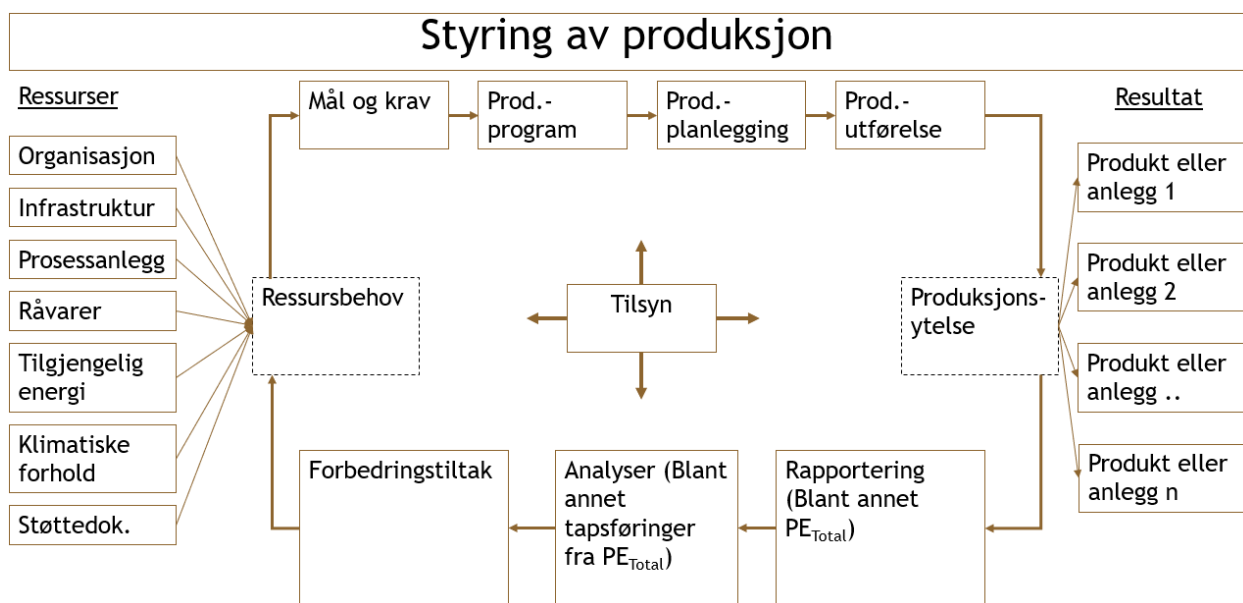
- Der det inngår flere produkter, er utvinning av primærprodukt premissgiver for produksjonen av sekundærprodukter.
- Er kapasiteten for primærprodukt fullt utnyttet, uten full utnyttelse av kapasiteten til sekundærprodukt skal det ikke føres tap mot manglende kapasitetsutnyttelse for sekundærprodukt.
- I de tilfeller virkelig produksjon er høyere enn referanseverdi ved stabil drift, vil det fortsatt ikke være mulig å produsere mer enn hundre prosent av kapasiteten. Det er da å anta at produksjonskapasiteten har spesielle temporære normale forhold som gir høyere

produksjon. Alternativt kan det være at produksjonskapasiteten er satt feil og bør økes, eller man kjører anlegget utover normal design, og virkelig produksjon bør reduseres for å ikke gå utover anleggets integritet.

- I de tilfeller der virkelig produksjon er høyere eller lik referanseverdien under stabil drift, men man vet at primærproduksjonen, eller sekundærproduksjon har vært redusert i samme tidsrom, skal reduksjonen registreres som tap.

7.2 Forslag til bruk av indikator til produksjonsstyring

Det legges til rette for kontinuerlig læring ved at tapsføringer registreres og følges opp i system for kvalitetsforbedring og læringstiltak. Tapsføringene er anbefalt å registrere iht. kategorisering i standard NS-EN ISO 20815:2018 Petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri – Regularitet og pålitelighetsstyring, tabell G.4 og G.5 som omhandler midt- og nedstrømsanlegg. Læring fra registrerte tap kan oppnås med f.eks.: å utarbeide produksjons- og vedlikeholdsprogram iht. prediktiv analyse, endre infrastruktur og råvaretilgang, korrigere prosesssystemene eller planlegge produksjon og tiltak slik at verdiskapningen optimaliseres.



Figur 15 Styring av produksjon, utviklet fra modell for styring av vedlikehold (NORSOK Z-008, 2017).

8 Konklusjon

8.1 Sammendrag og Konklusjoner

Gjennom analysen og diskusjon har avhandlingen sannsynliggjort at det lar seg etablere felles KPI for produksjonsstyring for petroleumsindustrien, petrokjemisk industri og naturgassindustri. Det er sannsynliggjort behov for ytelsesindikatoren total produksjonseffektivitet (PE_{Total}), som måler produksjonsytelse mellom null og hundre prosent av total anleggskapasitet. PE_{Total} lar seg fremstille på anleggsnivå, og aggregeres til forretningsnivå. Det er utarbeidet forslag til metodikk for utarbeidelse av PE_{Total} , og det er utarbeidet en helhetlig modell for styring av produksjon. I modellen for styring av produksjon inngår PE_{Total} som kontrollerende faktor, og læring gjøres ved at PE_{Total} måler avvik som registreres som tap, der tapsføringene analyseres for å finne lærings- og forbedringstiltak.

8.2 Anbefalinger for videre arbeid

Utvikling av ny teknologi, som muliggjør behandling av enorme mengder data på kort tid, bruk av tingenes internett, big data og Industrial Internet of Things (IIoT), gir nye muligheter til å optimalisere verdiskapelsen ved fysiske anlegg. Muligheten til å styre produksjonen etter en fremtid fremkommet etter preskriptiv analyse av enorme mengder data, vil kunne være en teknologisk fordel ønsket av mange anleggsforvaltere. Hvordan dette påvirker fremtidens asset management, er absolutt verd å forske videre på.

Relevant forskningsspørsmål kan være:

- Er Industrial Internet of Things (IIoT) en individuell gode, nettverksgode, klubbgode eller fellesgode for asset management?

9 Akronym og forkortelser

Tabell 6 Akronym og forkortelser

Setning (ord)	Forkortelse
Advanced Process Control	APC
Equinor sitt styringssystem verktøy	ARIS
Ambition to action	AtA
British Standards Institution	BSI
Capital expenditures	CAPEX
Energi og produksjonsoptimaliseringsgruppe	EPOG
Global people survey	GPS
The Institute of asset management	IAM
Integrated equipment effectiveness	IEE
Industrial Internet of Things	IioT
Integrated planning	IPL
International Standard Organization	ISO
Key Performance Indicator	KPI
Life Cycle Cost	LCC
Liquefied natural gas	LNG
Liquefied petroleum gas	LPG
Management information system	MIS
Marketing Midstream & Processing	MMP
Marketing Midstream & Processing - Processing and Manufacturing	MMP PM
Net Present Value	NPV
Norges Tekniske Høgskole	NTH
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet	NTNU
Natural Gas Liquids	NGL
Overall Equipment Effectiveness	OEE
Operating expenses	OPEX

Production Availability	PA
Publicly Available Specification	PAS
Production deliverability	PD
Plan, do, check, act	PDCA
Produksjonseffektivitet	PE
Performance Indicator	PI
Profit loss indicator	PLI
Production Line Information	PLI
Processing and Manufacturing	PM
Processing and Manufacturing Operations	PM OPS
Phillip Townsend Associates	PTAI
Planlegge, Utføre, Kontrollere, Korrigere	PUKK
Reliability, Availability, Maintenance, and Safety	RAMS
Reliability Centered Maintenance	RCM
Strategic asset management plan	SAMP
Serious incident frequency	SIF
Total Productive Maintenance	TPM
Technical integrity Management Portal	TIMP
Total recordable injury frequency	TRIF
Total Quality Management	TQM
Utvikling & produksjon Norge	UPN

Vedlegg

A1 Indikatorer i Forretningsområdet

Tabell 7 Indikatorer som er benyttet på MIS-tavlene innen forretningsområdet

Organisasjon	Emne	Indikator
MMP PM	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Faktisk SIF
		Serius Incident frequency (SIF)
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		Energy efficiency (kWh/tons)
		CO2 Emission Reduction
	Mennesker og organisasjon	Menneskers utvikling
		Menneskers engasjement
	Drift	Sikkerhetskritisk vedlikeholdsetterslep
		Uplanlagte nedstengninger
		TIMP
	Marked	Refinery Margin
	Finans	Driftskostnader
		Investeringskostnader
MMP PM Hammerfest LNG	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Actual SIF
		Serious Incident frequency (SIF)
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		CO2 Emission Reduction
		Fakling
		Fallende gjenstander
	Mennesker og organisasjon	Menneskers utvikling
		Menneskers engasjement
		Overtid
	Drift	Sikkerhetskritisk vedlikeholdsetterslep
		Uplanlagte nedstengninger
		TIMP
		Produksjonseffektivitet (PE)
		Forebyggende vedlikehold I etterslep
		Vedlikeholdsstyring

	Marked	Enhets produksjonskost
	Finans	Driftskostnader
		Investeringskostnader
Mongstad	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Actual SIF
		Serious Incident frequency (SIF)
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		Konsesjonsbrudd + utslipp til sjø
		Konsesjonsbrudd + utslipp til luft
	Mennesker og organisasjon	Overtid
		Sykefravær
	Drift	Kapasitetsutnyttelse, anleggsoptimalisering
		Sikkerhetskritisk vedlikeholdsetterslep
		Plan effektivitet
		Kvalitetskostnad, kvalitetsavvik
		Uplanlagte nedstengninger
	Marked	Raffineri marginer
	Finans	Driftskostnader
		Investeringskostnader
		Netto driftsinntekter
Kalundborg	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Actual SIF
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		Forbedringstrend miljø
		Tap av hoved barriere
	Mennesker og organisasjon	Overtid
		Sykefravær
		Generell GPS indikator for trivsel
		Generell GPS indikator for tilbakemelding fra ledere
		Generell GPS indikator for samarbeid
	Drift	Sikkerhetskritisk vedlikeholdsetterslep
		TIMP
	Marked	Raffineri marginer
	Finans	Driftskostnader
		Investeringskostnader
		Netto driftsinntekter

Tjeldbergodden	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Actual SIF
		Serious Incident frequency (SIF)
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		Kg CO2/tonn produsert
		TIMP
	Mennesker og organisasjon	Sykefravær
		Generell GPS indikator
	Drift	Vedlikeholdsstyring (link til måltavle med underliggende indikatorer)
		Faktor for regularitet
		Produksjon
	Marked	Ekstra verdiskapning
	Finans	Driftskostnader (OPEX)
		Investeringskostnader (CAPEX)
Kårstø	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Actual SIF
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		Utslipp av CO2
		TIMP (Grafisk fremstilling av teknisk tilstand ved å telle antallet karakter D eller dårligere)
	Mennesker og organisasjon	Sykefravær
		Implementerte forbedringsforslag
		Nøkkeltall fra arbeidsstyrken (antall ansatte)
	Drift	Tilgjengelighet årlig kapasitet
		Uplanlagte nedstengninger
		Sikkerhetskritisk vedlikeholdsetterslep
	Marked	Enhets produksjonskost
		Ekstra verdiskapning
	Finans	Driftskostnader (OPEX)
		Investeringskostnader (CAPEX)
Sture & Kollsnes	Sikkerhet, sikring og bærekraft	Serious Incident frequency (SIF)
		Total recordable injury frequency (TRIF)
		Oil-/gas leakage
		Energy efficiency (kWh/tons)
		TIMP (Grafisk fremstilling av teknisk tilstand ved å telle antallet karakter D eller dårligere)
	Mennesker og organisasjon	Sykefravær
		Overtid
		Generell GPS indikator nærmeste leder
		Generell GPS indikator arbeidsplass
	Drift	Tilgjengelig årlig kapasitet
		Etterslep sikkerhetskritisk vedlikehold
		On stream factor (Regularitet ved Sture)
	Marked	Ingen
	Finans	OPEX og CAPEX

Referanseliste

Asset Management Council, 2019. *Model*. [Internett]

Available at: https://www.amcouncil.com.au/certification/certification_model.aspx

Banta, V., 2018. Adoption of a KPI solution for accounting area inside SAP system. An oil and gas company case study. *Yimisoara Journal of economics and business*, pp. 103-120.

Burnett, s. & Vlok, P., 2014. A simplified numerical decision-making methodology for physical asset management decisions. *South African Journal of Industrial Engineering*, pp. 162-175.

Deming, W. E., 1986. *Improvement of Quality and Productivity through Action by Management*, s.l.: ProQuest Central.

Edwards, J. B., 2018. Using time-based management. *Strategic finance*, Februar, pp. 41-47.

EPOG-forum MMP PM, J. V., 2019. *Mandat*. s.l.:s.n.

Equinor ASA, 2019. *Brukerveiledning Arbeidsoppgaver*. [Internett]

Available at: <http://team.statoil.com/sites/ts-42958/brukerveiledning/Shared%20Documents/Forms/AllItems.aspx>

Equinor ASA, 2019. *Equinor Mongstad*. [Internett]

Available at: <https://www.equinor.com/no/what-we-do/terminals-and-refineries/mongstad.html>

Equinor ASA, 2019. *Kalundborg raffineri*. [Internett]

Available at: <https://www.equinor.com/no/what-we-do/terminals-and-refineries/kalundborg.html>

Equinor ASA, 2019. *Kollsnes prosessanlegg*. [Internett]

Available at: <https://www.equinor.com/no/what-we-do/terminals-and-refineries.html>

Equinor ASA, 2019. *Kårstø prosessanlegg*. [Internett]

Available at: <https://www.equinor.com/no/what-we-do/terminals-and-refineries.html#>

Equinor ASA, 2019. *OM101.01.03.02 - Rapportere produksjonseffektivitet (PE) - Upstream*. [Internett]

Available at: <http://st-w3010:8080/businesspublisher/openARIS.do?>

Equinor ASA, 2020. *ARIS10 preview*. [Internett]

Available at:

<https://aris.equinor.com/#default/item/c.L5CollaborationDiagram.Preview.VoqP4TBbEepwHwANorcJFA.-1/~AbBblm1vZGVsVmIld2VyUmVwb3J0cyJd>

[Funnet 12 januar 2020].

Equinor, 2016. *FR06, Drift og vedlikehold (OM) Funksjonskrav*. s.l.:s.n.

Equinor, 2018. *Equinor-boken*. s.l.:s.n.

Equinor, 2019. *FR20 Styringssystemfunksjonen (MS)*. s.l.:s.n.

Equinor, 2020. *Dictionary - Wiki Pages - NGL*. [Internett]

Available at: <http://team.statoil.com/sites/ts-15539/dictionary/Wiki%20Pages/NGL.aspx>
[Funnet 08 01 2020].

Feigenbaum, A., 1993. Creating the Quality Mindset among Senior Managers. *National Productivity Review*, p. 313.

Finlow-Bates, T., 2000. Deming was right - 99.75 per cent of the time!. *Measuring Business Excellence*, pp. 31 - 34.

Gartner, W. b. & Naughton, M. J., 1988. The deming Theory of management. *Academy of Management Review*, pp. 138-142.

Gasco, 2019. *Production performance definitions*, s.l.: s.n.

Harrington, H. J., 1998. Performance improvement: was W. Edwards Deming wrong?. *The TQM Magazine*, pp. 230-237.

Hastings, N., 2015. *Physical asset management*. s.l.:Springer International Publishing.

Heng, Z., Aiping, L., Liyun, X. & Moroni, G., 2019. *Automatic Estimate of OEE Considering Uncertainty*. s.l., Published by Elsevier Ltd, pp. 630-63.

Hester, P. et al., 2017. A Method for Key Performance Indicator Assessment in Manufacturing Organizations. *International Jpurnal of Operations Research*, pp. 157-67.

Hollywood, P., 2014. ISO 55000 will up the ante for asset performance management. *Hydrocarbon Processing*, p. n/a.

Hoogervorst, J., Koopman, p. & van Der Flier, H., 2005. Total quality management. *The TQM Magazine*, pp. 92-106.

IAM, 2015. *Knowledge*. [Internett]

Available at:

<https://theiam.org/umbraco/surface/knowledgesurface/GetKnowledgeItemPdfDocument?knowledgeitemid=20291>

Irhirane, E., Bounit, A. & Dakkak), B., 2017. Estimate of OEE(Overall Equipmet Effectiveness) Objective from classical OEE. *International Journal of Performability Engineering*, pp. 134-142.

ISO 22400-1, 2014. Automation systems and integration - Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. In: s.l.:s.n.

ISO 22400-2, 2014. *Automation systems and integration - Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management* - . s.l.:s.n.

- Jain, A., Bhatti, R. & Singh, H., 2014. Total productive maintenance (TPM) implementation practice. *International Journal of Lean Six Sigma*, pp. 293-323.
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L., 2016. *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Kaiser, K. & Young, D., 2018. The perils of KPI-driven management. *Strategic finance*, juni, pp. 38-45.
- Kiran, D., 2017. Chapter 13 - Total Productive maintenance. I: *Total quality management*. s.l.:Elsevier Inc., pp. 177-192.
- Marvin Rausand, A. H., 2004. *System Reliability Theory*. s.l.:Wiley.
- McKinsey, 2019. *Solomon Associates*. [Internett]
Available at: <https://www.mckinseyenergyinsights.com/resources/refinery-reference-desk/solomon-associates/>
- NEK EN 60300-3-11, 2009. *Dependability management*. s.l.:s.n.
- NEK IEC 62264-1, 2013. *Enterprise-control system integration*. s.l.:IEC.
- NORSOK Z-008, 2017. *NORSOK standard Z-008:2017*. s.l.:Standard Online AS.
- NORSOK Z-016, 1998. Z-016 Regularity Management & Reliability Technology. I: *Regularity Management & Reliability Technology*. s.l.:s.n., p. 17.
- NS-EN 13306:2017, 2019. *NS-EN 13306:2017*. s.l.:Standard Norge.
- NS-EN 15341, 2007. *Vedlikehold*. s.l.:s.n.
- NS-EN ISO 14224, 2016. *Petroleumindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri*. s.l.:s.n.
- NS-EN ISO 14225, 2016. *Petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri*. s.l.:s.n.
- NS-EN ISO 20815, 2018. *Petroleumsindustri, petrokjemisk industri og naturgassindustri*. s.l.:s.n.
- NS-EN ISO 9001, 2015. *Ledelsessystemer for kvalitet*. s.l.:s.n.
- NS-ISO 55000, 2014. *Forvaltning av anlegg og verdier*. s.l.:s.n.
- NS-ISO 55001:2014, 2014. *Forvaltning av anlegg og verdier*. s.l.:Standard Online AS.
- NTNU, 2019. *NTNU Open*. [Internett]
Available at: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/240764>
- Nye, D. E., 1998. Industrial revolutions. *Nature*, pp. 242-243.
- O'Hanlon, T., 2014. The three laws of asset management. *Engineering, Plant*, Jul/aug.

Olje- og energidepartementet, 1997. *Forskrift til lov om petroleumsvirksomhet*. s.l.:s.n.

Oljedirektoratet, 1998. *Petroleumstilsynet*. [Internett]

Available at:

<https://www.ptil.no/contentassets/9fdd4648b19747aca09c0abd82830c8b/basisvedlikehold.pdf>

[Funnet 01 2020].

Petersen, P. B., 1999. Total quality management and the Deming approach to quality management. *Journal of Management History*, p. 468.

Phillip Townsend Associated, 2019. *Phillip Townsend Associated*. [Internett]

Available at: <http://www.ptai.com/about.html>

Rausand, M., 2019. *RAMS group history*. [Internett]

Available at: <https://www.ntnu.edu/ross/rams/history>

Rienecker, L. & Jørgensen, P. S., 2013. *den gode oppgaven*. 4 red. Bergen: Fagbokforlaget.

Rizzo, K., 2008. Total productive maintenance. *American Printer*, pp. 16-18 20-21.

Rødseth, H., Skarlo, T. & Schjøberg, P., Feb. 2015. *Profit loss indicator: a novel maintenance indicator applied for integrated planning*. [Internett]

Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40436-015-0113-6>

Rødseth, H., Strandhagen, J. O. & Schjøberg, P., 2015. *Key Performance Indicators for Integrating Maintenance Management and Manufacturing Planning and Control*. Tokyo, International Federation for information processing, pp. 70-77.

Sivaram, N. et al., 2014. Synergising total productive maintenance elements with ISO 9001:2008 standard based quality management system. *The TQM Journal*, pp. 534-549.

SNL, 2019. *Store norske leksikon*. [Internett]

Available at: <https://snl.no/benchmarking>

Solomon Associate , 2019. *Benchmarking and Advisory Services for the Global Energy Industry*. [Internett]

Available at: <https://www.solomononline.com/>

Standard Norge, 2019. *Standardisering*. [Internett]

Available at: <https://www.standard.no/standardisering/>

Tribus, M., 1988. Deming's Way. *Mechanical Engineering*, p. 26.

Wanichko, J., 2015. The three pillars off OEE. *Plant Engineering*, Januar/Fbruar, pp. 59-61.

Washbush, J. B., 2002. Deming: a new philosophy or another voice?. *Management Decision*, pp. 1029 - 1036.

Wilson, A., 2013. I: *Asset management*. s.l.:Conference Communication, p. V.

Zafar, F. et al., 2017. *Trustworthy data: A survey, taxonomy and future trends of secure provenance schemes*, s.l.: journal of Network and Computer Applications.

Zhang, K. et al., 2017. A KPI process monitoring and fault detection framework for large-scale processes. *ISA Transactions*, pp. 276-286.

