



Bacheloroppgave

PET600 Petroleumslogistikk

Grad av modenhet for prediktivt vedlikehold og industri 4.0 hos Hydro Sunndal.

**Og hvordan dette påvirker produkter og tjenester
Storvik tilbyr**

Sander Westre Mork

Totalt antall sider inkludert forsiden: 43

Molde, 23/05/2018



Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

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

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§14 og 15.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Per Engelseth

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

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

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

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

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

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Dato: 15.05.2018

Forord

Denne oppgaven er finalen på min treårige bachelor innen petroleumslogistikk hos Høgskolen i Molde, avdeling Kristiansund. Oppgaven utgjør 15 poeng av de totale 180 studiepoengene til linjen. Oppgaven er vinklet fra et vedlikeholdsmessig perspektiv tilegnet gjennom faget PET500 vedlikehold og vedlikeholdsstyring. Ett fag dirigert av Per Schjølberg som hadde ett sterkt fokus på fremtidens vedlikehold derunder spesielt industri 4.0 og prediktivt vedlikehold.

Jeg vill først og fremst spesielt takke Storvik for støtten i forbindelse med oppgaven, de har vært mer enn generøse med sin tid selv i en travel hverdag. Jeg vil også takke Hydro Sunndal for sin hjelpsomhet i å svare på spørsmål jeg har hatt rundt oppgaven. Før vi går videre i oppgaven vil jeg også takke Per Engelseth min veileder, men også Terje Bach ved Høgskolesenteret i Kristiansund. Terje har vært til stor hjelp ved tekniske spørsmål vedrørende vedlikehold, selv om han ikke var min offisielle veileder.

Sammendrag

Bacheloroppgaven er innenfor vedlikehold, derunder prediktivt vedlikehold og industri 4.0. Oppgaven er skrevet for Storvik AS og deres hovedkontor i Sunndalsøra.

Fokuset har vært rettet mot relasjonen mellom leverandøren Storvik og kunden Hydro Sunndal. Derunder hvilke endringer Hydro Sunndal sitt arbeid innen industri 4.0 og prediktivt vedlikehold bringer for Storvik.

Endringene har blitt målt gjennom modenhetsanalyse for prediktivt vedlikehold og industri 4.0. Modenhetsanalysen tilsier at Hydro Sunndal ikke ennå er på ett nivå man kan omtale som prediktivt, men der den digitale skyggen konstrueres. Dette innebærer å gjøre data synlig og å samle data i sanntid.

Funnene i modenhetsanalysen har blitt brukt som grunnlag for å si noe om hvordan påvirkningen er for Storvik. Spesielt tekniske spesifikasjoner og planlegging av vedlikeholdsstøtte ble dradd frem som punkter spesielt påvirket.

Spesifikasjoner vil i større grad reflektere arbeid hos Hydro Sunndal innen prediktivt vedlikehold og industri 4.0. Spesifikasjonene vil bedre reflektere arbeidet i form av å bedre kommunisere de nye behovene Hydro har knyttet til utviklingen.

Større forutsigbarhet for når svikt inntreffer som konsekvens av at data blir mer synlig gjør det lettere å drive forebyggende vedlikehold. Dette gjør at måten vedlikehold blir planlagt endrer seg, og da også planleggingen av vedlikeholdsstøtte. Det er en usikkerhet knyttet til om Storvik får færre oppdrag eller ikke grunnet dette.

Den største muligheten endringene hos Hydro Sunndal bringer er ett samarbeid der data fra den digitale skyggen blir delt mellom partene. Ett slikt samarbeid vil kunne forbedre både produkter og tjenester Storvik leverer, noe som er til nytte for begge parter.

Summary (English)

My bachelor thesis is within the field of maintenance, more specifically predictive maintenance and Industry 4.0. The Thesis is written for Storvik AS at their main office in Sunndalsøra.

My focus has primarily been towards the relation between the supplier Storvik and the customer Hydro Sunndal. Built into that is how the endeavours of Hydro Sunndal within industry 4.0 and predictive maintenance affect Storvik the supplier.

I have used maturity models for industry 4.0 and predictive maintenance to give an indication as to what Hydro Sunndals endeavours entails. The models put Hydro Sunndal at the level for Real time condition monitoring and the stage where the digital shadow is constructed. This entails making data visible and collected in real time.

The findings in the maturity analysis is used to say something about the environment of which Storvik is supposed to adapt. Technical specifications and the planning of maintenance support is the two points I have especially emphasised as being affected by Hydro Sunndals endeavours.

Technical specifications will increasingly reflect the progress at Hydro Sunndal within predictive maintenance and industry 4.0. This is something Hydro Sunndal is already working on.

More predictability for when failures occur will come as a consequence of making data more visible. This in turn makes preventive maintenance easier to plan and execute. This change in planning of maintenance also changes how maintenance support is planned, this carries with it an uncertainty as to whether Hydro Sunndal does more of the maintenance functions inhouse or not.

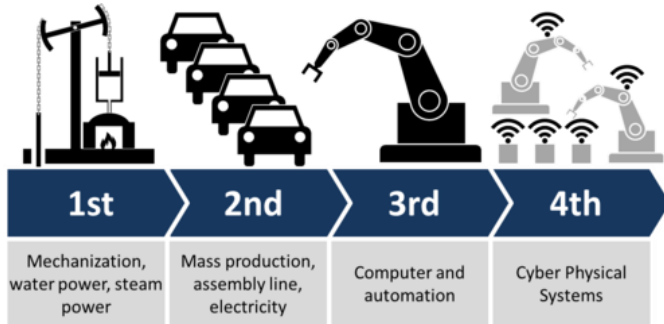
The largest opportunity that the changes at Hydro bring, is the opportunity to cooperate in using the data from the digital shadow. Cooperation in making improvements for the goods and services Storvik provides for Hydro Sunndal.

Innhold

1.0	Innledning	1
1.1	Bakgrunn for oppgaven	2
1.2	Omfanget til oppgaven	3
1.3	Variabler og operasjonalisering.....	3
2.0	Teori	4
2.1	Vedlikehold	4
2.2	Svikt og Feil	4
2.3	Styring vedlikehold	5
2.3.1	Styringsløyfen.....	5
2.3.2	Deep Digital Maintenance Model	6
2.4	RCA og RCM.....	7
2.5	Typer vedlikehold.....	8
2.5.2	Prediktivt vedlikehold	12
2.6	Grad modenhet	13
2.6.1	Modenhetsgrad industri 4.0.....	13
2.6.2	Maturity matrix	15
3.0	Metode.....	18
3.1	Intervju	18
3.2	Dokumentanalyse	18
4.0	Aktørene.....	19
4.1	Storvik	19
4.2	Hydro Sunndal.....	21
5.0	Drøfting	23
5.1	Modenhet.....	24
5.2	Konsekvenser plassering modenhetsmatrise	28
5.2.1	Tekniske spesifikasjoner	29
5.2.2	Planlegging av vedlikeholdsstøtte.....	29
5.2.3	Muligheter	30
6.0	Konklusjon.....	32
7.0	Annerkjennelser	33
8.0	Referanser	33
8.1	Figurer	34
9.0	Intervjuguide Hydro Sunndal.....	34

1.0 Innledning

Industri 4.0 er et begrep som blir slengt rundt i økende grad. Men hva som menes med begrepet er i mange tilfeller diffust.



Figur 1: Industrielle revolusjoner, Wikipedia

Industri 4.0, eller den fjerde industrielle revolusjonen, omhandler at vi tar steget videre fra automasjon. Enhetene gjør ikke lengre oppgaver individuelt, men i samspill basert på feedback i form av datainnsamling fra eksempelvis sensorer. Innsamlet data blir analysert for å prediktere/forutsi fremtiden, typisk gjennom maskinlæring. Når man har prediktert fremtiden kan man ta steget videre til automatisering av handlinger basert på prediksjonen.

Prediktivt vedlikehold og Industri 4.0 er kjernen i problemstillingen jeg skal ta for meg i denne oppgaven. Spesielt tiltakene hos Hydro Sunndal. Fokuset blir rettet mot hvordan det har påvirkning på selskapet Storvik AS, med en vinkling hovedsakelig fra ett vedlikeholdsmessig perspektiv.

Problemstillingen er å klargjøre følgende:

Grad av modenhet for prediktivt vedlikehold og industri 4.0 hos Hydro Sunndal.

Og hvordan dette påvirker produkter og tjenester Storvik tilbyr

Oppgaven er en analyse av en viktig kunde, Hydro Sunndal. Målet er å forklare modenheten til nevnt kunde i det formål å synliggjøre påvirkningen nå og i fremtiden av kundens satsinger innen en «disruptive technology», nemlig industri

4.0 og prediktivt vedlikehold. Synliggjøringen av påvirkningen er i det formål å gjøre leverandøren Storvik bedre rustet til å tilby enda bedre produkter og tjenester. Ved «disruptive technology» menes teknologi som endrer landskapet til industrien og erstatter tidligere etablerte teknologier. (Rouse 2016)

1.1 Bakgrunn for oppgaven

Min interesse for områdene prediktivt vedlikehold og industri 4.0 i kontekst til vedlikehold stammer fra faget vedlikehold og vedlikeholdsstyring, der det ble rettet et sterkt fokus mot fremtiden vedlikehold. Dette resonerte veldig med meg, nye teknologier og løsninger har alltid engasjert meg, noe prediktivt vedlikehold og industri 4.0 absolutt er. I samtaler med Storvik kom det frem at prediktivt vedlikehold og industri 4.0 var et område vi har sammenfallende interesser. I samspill kom vi frem til at det ville være nyttig for Storvik og meg å utforme en oppgave omkring temaet.

Med videre samtaler og forståelse rundt hvordan Storvik i Sunndal operer, ble det mer og mer tydelig at enn større del av svarene lå hos Hydro, enn hos Storvik. Svarene jeg sikter til er spesielt med tanke på prediktivt vedlikehold. Data og analysearbeidet rundt dette skjer hos Hydro, som en direkte konsekvens virket det som arbeidet rundt prediktivt vedlikehold kunne bare skje hos Hydro Sunndal. jeg antok at Storvik ville få en hovedsakelig reaktiv rolle. Jeg har gjennom oppgaven derimot sett at Storvik kan ha en større rolle enn hva som med første øyekast var åpenbart.

1.2 Omfanget til oppgaven

Bacheloroppgaven tildeler 15 studiepoeng av et semester på 30 studiepoeng, og blir skrevet av meg selv med tilbakemeldinger fra veileder og støtte fra Storvik som jeg skriver oppgaven med.

Høgskolens krav for bacheloroppgaver på generelt grunnlag er:

Tema for oppgaven skal være logistikkrelatert, og skal godkjennes av studieleder før detaljarbeidet iverksettes. De fleste studentene skriver oppgaven i samarbeid med en ekstern oppdragsgiver. Oppgaven skal inneholde teori knyttet til de fagområdene som inngår i grunnstudiet eller anvendelser av denne.

Det forventede læringsutbytte fra Høgskolens side er:

- *kunne skrive en større, strukturert faglig rapport.*
- *kunne analysere en logistikkrelatert problemstilling og argumentere for en løsning.*
- *kunne jobbe selvstendig (alene eller i gruppe) med en større oppgave.*

1.3 Variabler og operasjonalisering

Operasjonalisering av sentrale variabler går ut på at når man måler «... abstrakte, kvalitative begreper ...» skal vi «... gjøre et abstrakt begrep operativt, eller målbart.» når vi ikke kan måle de direkte, må vi finne indikasjoner på dem. (Jacobsen 2016)

Variabler i denne oppgaven er grad av modenhet for prediktivt vedlikehold og industri 4.0 hos Hydro Sunndal, og betydningen for Storvik knyttet til modenheten hos Hydro Sunndal.

Grad av modenhet gjøres målbart gjennom «PdM Maturity Matrix» for prediktivt vedlikehold og «industry 4.0 maturity model» for industri 4.0. Betydningen for Storvik er måles opp mot verdien av de to andre variablene.

2.0 Teori

2.1 Vedlikehold

Vedlikehold er alle administrative og tekniske aktiviteter, samt tiltak gjort av ledelsen med den hensikt å opprettholde eller gjenvinne krevd tilstand for at en enhet kan utføre sin gitte funksjon (Rolstadås, Andersen og Schjølberg 1999).

De systematiske tiltak som blir gjort av en bedrift for å sikre at vedlikeholdsstandarder oppfyller de mål og krav som er satt omfattes av vedlikeholdsstyring. (Rolstadås, Andersen og Schjølberg 1999)

2.2 Svikt og Feil

Svikt og feil er begreper som ofte blir brukt om hverandre, men skilles ved at:

Feil er en tilstand som er karakterisert ved at enheten ikke er i stand til å utføre en krevd funksjon. En feil (tilstand) er ofte et resultat av en svikt på en enhet, men kan også inntreffe uten en tidligere svikt.

Svikt er opphør av en enhets evne til å utføre en krevd funksjon. Svikt er en hendelse og er forskjellig fra feil som er en tilstand. Når enhetens evne til å utføre en eller flere funksjoner opphører sier vi derfor at enheten svikter.

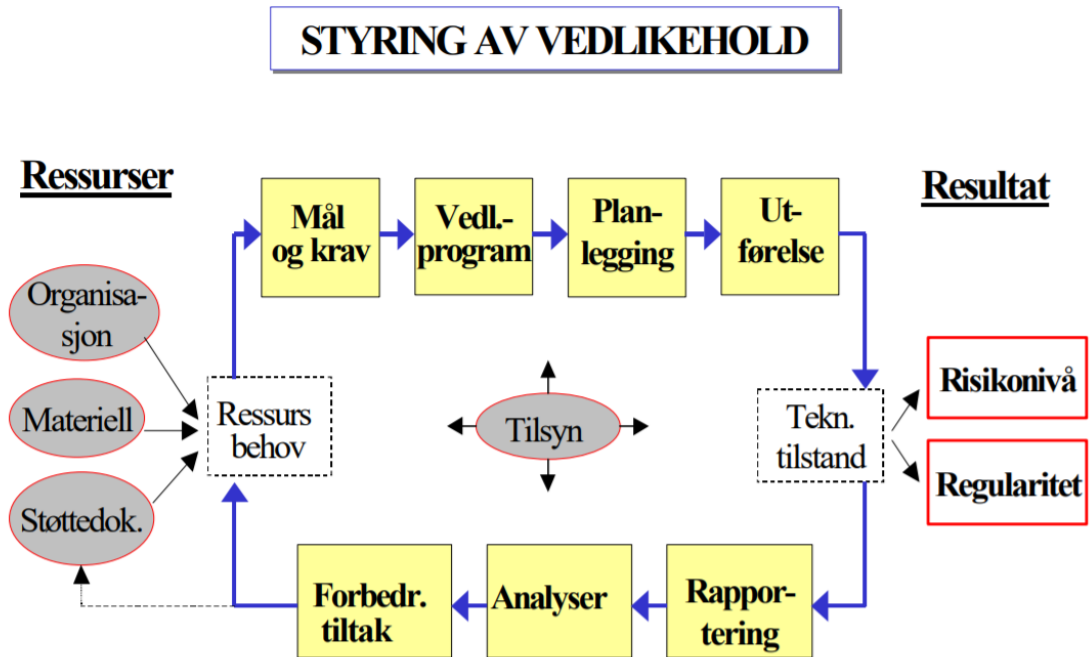
Den «måten» enheten svikter på, kaller vi en feilmode.

(Rolstadås, Andersen og Schjølberg 1999)

Kortversjonen er at feil er en tilstand, mens svikt er en hendelse.

2.3 Styring vedlikehold

2.3.1 Styringsløyfen



Figur 2: Styringsløyfen, Basisstudie vedlikeholdsstyring, Petroleumstilsynet, 1998

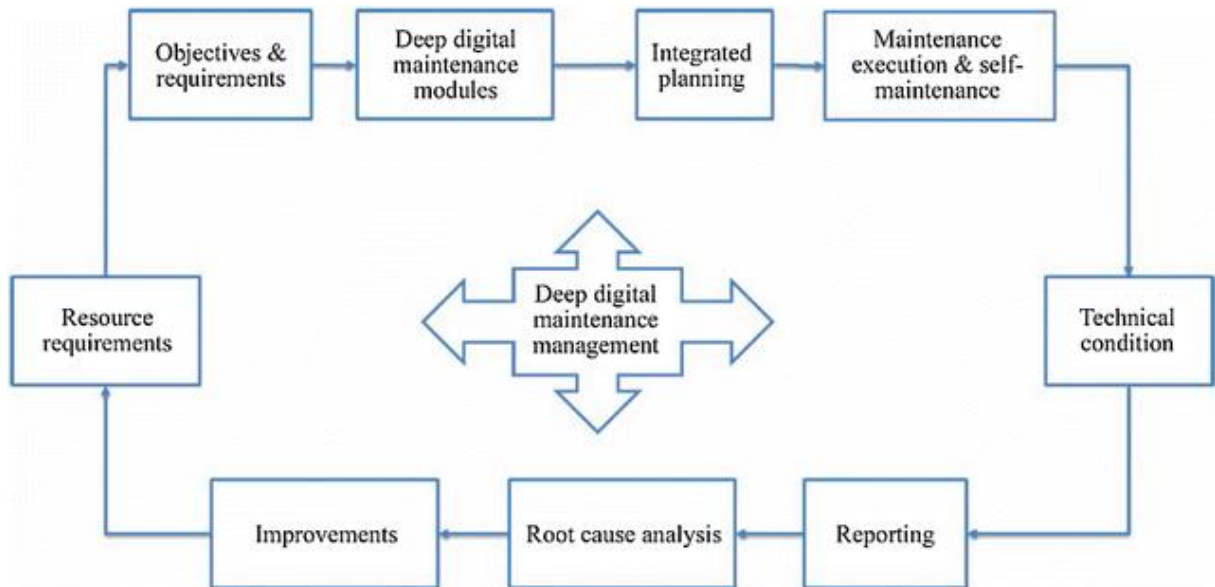
Vedlikeholdsstyringsløyfen er resultatet av et prosjekt hos Oljedirektoratet der målet var å utarbeide en metode for systematisk og helhetlig vurdering av oljeselskapenes egne vedlikeholdsstyringsystem. Modellen tar for seg vedlikeholdet som en kontinuerlig prosess der målet er å lukke den såkalte sløyfen. Med andre ord å følge alle stegene og gjøre vedlikeholdet kontinuerlig.

Sløyfen følger logikken i «deming sirkelen» og «plan, do, check, act» som steg i en kontinuerlig forbedringsprosess.

Modellen starter med å sette mål og krav, noe som påvirker hvilke vedlikeholdsprogram, planlegging og utførelse som er mest passende. Når disse er på plass gis det «feedback» i form av rapportering og analyser, basert på «feedback» blir forbedringstiltak fremstilt og iverksatt, før vi setter nye mål og krav.

Når dette er gjort er sløyfen lukket og kontinuerlig.

2.3.2 Deep Digital Maintenance Model



Figur 3: Deep Digital Maintenance management model, Deep Digital Maintenance, Schjølberg, 2017

Deep Digital Maintenance Management Model er en videreutvikling av styringsløyfen med tanke på industri 4.0 og prediktivt vedlikehold. Figuren blir brukt for å beskrive mål og krav ved «Deep Digital Maintenance». (Rødseth, Schjølberg og Marhaug 2017)

Målene til modellen er reduksjon av nedetid, øke antall arbeidstimer for prediktivt vedlikehold og å redusere vedlikeholdskostnader. Når målene og kravene er møtt kan de tilhørende modulene bli innsatt.

Modulene er: AI, PLI og Planning.

- Ved AI menes kunstig intelligens, derunder maskinlæring.
- Med PLI menes «Profitt Loss Indicator» som blant annet gir grunnlag for RCA analyse (hidden factory).
- Med Planning menes planleggingsmodulen som gir analyse av vedlikeholds-vinduet og utarbeider vedlikeholdsplaner.

Selve modellen skiller seg fra styringsløfen hovedsakelig ved steg nummer to til tre fra oppe til venstre. Det er «Deep digital maintenance modules» som erstatter vedlikeholdsprogram. «Integrated Planning» som erstatter planlegging og «maintenance execution & self maintenance» som erstatter utførelse. Andre endringer er at analyse har blitt erstattet av RCA (Root Cause analysis) og Tilsyn har blitt erstattet med «Deep Digital Maintenance Management». Kortfattet er modellen mye det samme, men har gjort seg åpen for løsninger innen industri 4.0 og prediktivt vedlikehold.

2.4 RCA og RCM

RCA (Root Cause Analysis) er en analysemetode for å indentifisere rot-årsaken til feil. RCM (Reliability Centered Maintenance) identifiserer måter utstyr eller prosesser kan feile. RCA er med andre ord reaktivt, mens RCM er proaktivt.

RCA kan deles inn i fem steg. (U.S-Department-Of-Energy 1992):

1. *Datainnsamling*
2. *Evaluering av data*
3. *Korrigerende tiltak*
4. *Informasjon*
5. *oppfølging*

En RCA bør gjennom disse stegene gjøre det følgende (U.S-Department-Of-Energy 1992):

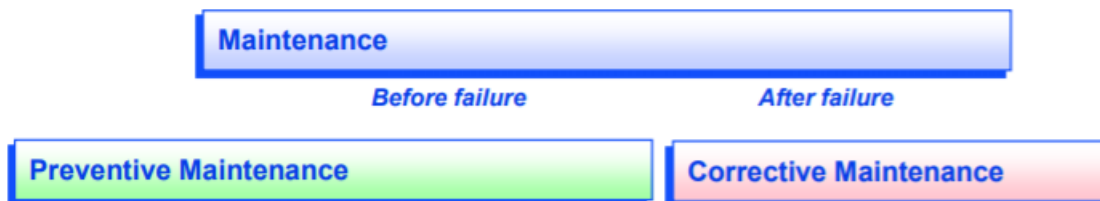
1. *Identify the problem*
2. *Determine the significance of the problem*
3. *Identify the causes (conditions or actions) immediately preceding and surrounding the problem*
4. *Identify the reasons why causes in the preceding step existed, working back to the root cause (the fundamental reason which, if corrected, will prevent recurrence of these and similar occurrences throughout the facility). This root cause is the stopping point in the assessment phase.*

RCM har syv spørsmål som stilles med tanke på hva som kan skje i fremtiden (SINTEF 2009):

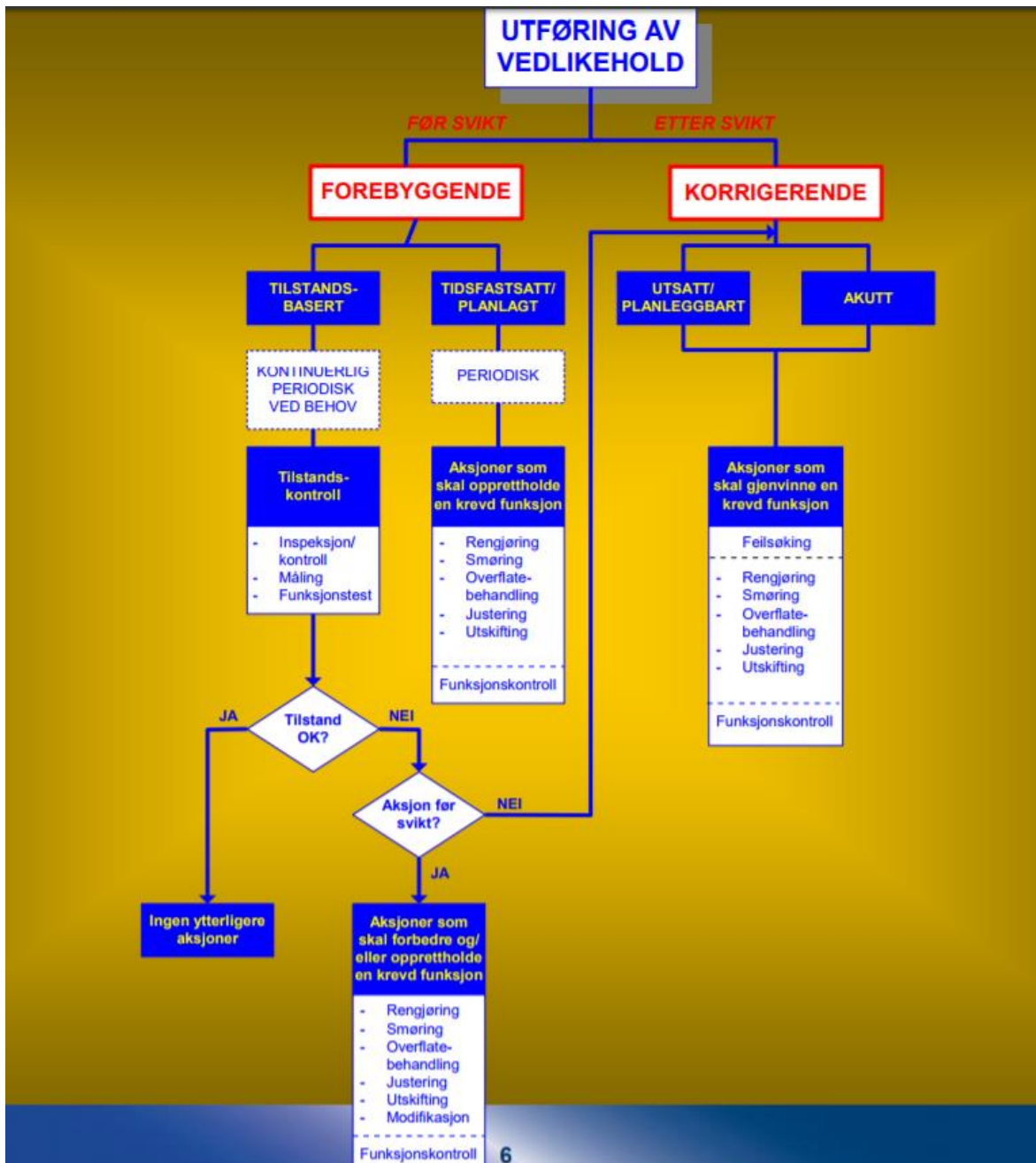
1. *Hvilken funksjon har utstyret i nåværende kontekst?*
2. *På hvilken måte kan utstyret feile i å oppfylle sine påkrevde funksjoner (funksjonsfeil)?*
3. *Hva er årsaken til den enkelte funksjonsfeilen?*
4. *Hva skjer når den enkelte funksjonsfeilen inntreffer?*
5. *På hvilken måte har den enkelte funksjonsfeilen betydning (innledning eller konsekvens)?*
6. *Hva kan gjøres for å prediktere eller forebygge den enkelte funksjonsfeilen?*
7. *Hva gjøres hvis forebyggende tiltak ikke kan iverksettes?*

2.5 Typer vedlikehold

Vedlikehold kan plasseres innen to hovedkategorier, preventivt/forebyggende og korrektivt. Disse kan igjen deles inn i sine egne underkategorier, dette vil vi se nærmere på under.



Figur 4: Kategorier vedlikehold



Figur 5: Utførelse av vedlikehold, Produksjons- og driftsteknikk, 1999

2.5.1.1 Forebyggende vedlikehold

Preventive maintenance

Maintenance carried out at predetermined intervals or according to prescribed criteria and intended to reduce the probability of failure or the degradation of the functioning of an item. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Forebyggende vedlikehold er vedlikehold som har til hensikt å redusere sannsynlighet for svikt eller funksjonsnedsetting. Vi vil altså gjøre vedlikehold nå, slik det blir lavere sannsynlighet for at vi må gjøre korrigerende vedlikehold senere.

Innenfor forbyggende vedlikehold har vi to underkategorier, tilstandsbasert og periodisk/planlagt vedlikehold.

2.5.1.1.1 Tilstandsbasert

Condition based maintenance

Preventive maintenance which include a combination of condition monitoring and/or inspection and/or testing. Analysis and the ensuring maintenance actions.

Note: The condition monitoring and/or inspection and/or testing may be scheduled, on request or continuous. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Tilstandsbasert forebyggende vedlikehold kan gjennomføres enten kontinuerlig, periodisk eller ved behov. Tilstandskontrollen kan betraktes som en vedlikeholdsaksjon, selv om det ikke utføres inngrep. (Rølstadås, Andersen og Schjøberg 1999)

2.5.1.1.2 Periodisk / planlagt

Predetermined maintenance

Preventive maintenance carried out in accordance with established intervals of time or number of units of use but without previous condition investigation

NOTE: Intervals of times or number of units may be established from knowledge of the failure mechanisms of the items. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Vedlikehold som utføres i faste intervaller. Disse intervallene kan være i form av driftstid eller reel tid

«Denne vedlikeholdstypen vil bare være effektiv hvis sviktmekanismene som skal forebygges er klart tidsavhengige.» (Rolstadås, Andersen og Schjøberg 1999)

2.5.1.2 Korrigerende vedlikehold

Corrective maintenance

Maintenance carried out after fault recognition and intended to put an item into a state in which it can perform a required function. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Korrigerende vedlikehold kjennetegnes ved at det har til hensikt å gjenvinne en krevd funksjon. Korrigerende vedlikehold startes først ved feilsøking for å identifisere feilen. Deretter utføres behandlingen av enheten (reparering, utskifting osv.). Avslutningsvis utføres en funksjonskontroll for å påse at utstyret igjen utfører krevd funksjon (kvalitetssikring).

2.5.1.2.1 Utsatt / planleggbar

Utsatt korrigerende vedlikehold

Deferred corrective maintenance

Corrective maintenance which is not immediately carried out after a fault detection but is delayed in accordance with given rules. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Utsatt korrigerende vedlikehold er vedlikehold som ikke iverksettes umiddelbart etter feil er oppdaget, men som er utsatt gitt visse vilkår/vedlikeholdsregler. Dette er mest aktuelt for enheter med lav kritikalitet for bedriften.

Planlagt korrigerende vedlikehold

Scheduled maintenance

Maintenance carried out in accordance with an established time schedule or established number of units of use.

Note: Corrective deferred maintenance may also be scheduled. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Planlagt/forutsett korrigerende vedlikehold er vedlikehold som utføres for å gjenopprette krevd funksjon etter man har latt enheten gå til svikt. Man tillater at det går til svikt gjennom at man har diagnostisert avvik, men aksepterer den økte risikoen for svikt.

2.5.1.2.2 Akutt korrektivt

Immediate corrective maintenance

Corrective maintenance that is carried out without delay after a fault has been detected to avoid unacceptable use. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Akutt korrigerende vedlikehold utføres i motsetning til utsatt vedlikehold umiddelbart etter feil er oppdaget. Denne formen for vedlikehold er spesielt relevant der det er kritisk å opprettholde krevd funksjon.

2.5.2 Prediktivt vedlikehold

Predictive maintenance

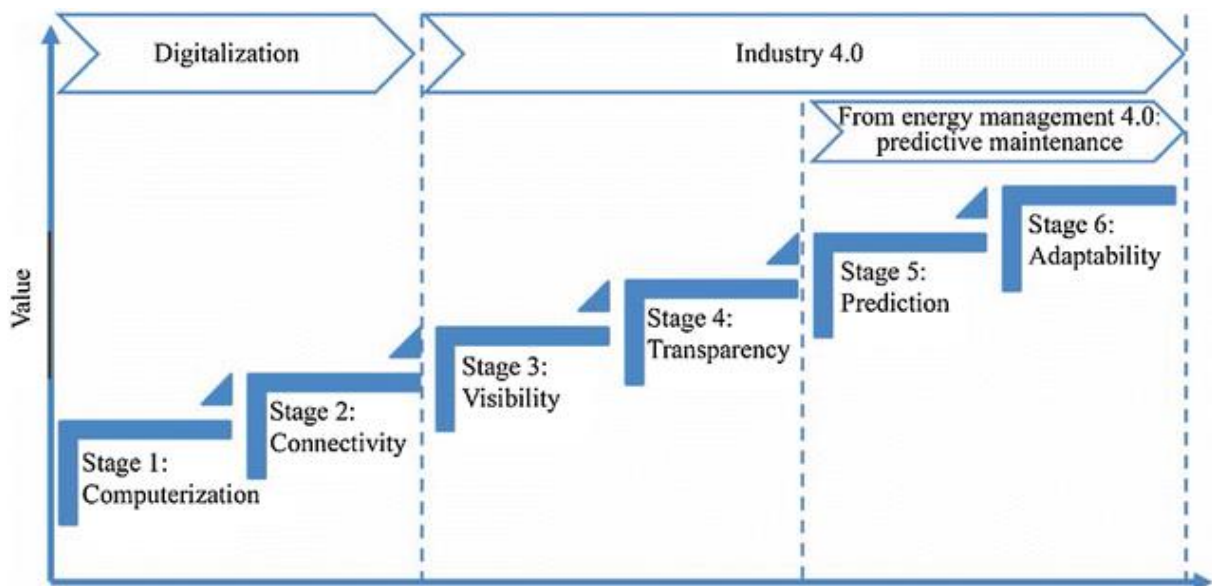
Condition based maintenance carried out following a forecast derived from repeated analysis or known characteristics and evaluation of the significant parameters of the degradation of the item. ((CEN), European Committee for standardization 2010)

Prediktivt vedlikehold er vedlikehold basert på analyser som har til hensikt å estimere grad av behov for vedlikehold. Dette gir besparelser i form av at man kommer nærmere optimum i mengde vedlikehold utført (ikke for mye eller for lite). Riktig mengde vedlikehold blir funnet gjennom estimering av sannsynlighet for svikt ved enheter. Disse estimeringene/analysene er basert på store mengder data samlet i sanntid.

2.6 Grad modenhet

Denne oppgaven benytter to modeller for å måle modenhet. Den ene er «Industri 4.0 maturity model» (Rødseth, Schjølberg og Marhaug 2017). Den andre er «Predictive maintenance maturity matrix» (Mainnovation 2017), modenhetsmatrisen ble publisert av Pwc og Mainnovation, men bygger hovedsakelig på VDM (Value Driven Maintenance) tankegangen til Mainnovation.

2.6.1 Modenhetsgrad industri 4.0



Figur 6: Industry 4.0 maturity model, Deep Digital maintenance, 2017

Modellen over tar for seg digitaliseringsstadiet som er grobunnen for begynnelsen for industri 4.0 utvikling, og Industri 4.0 stadiet der man har grad av utvikling og modenhet innen industri 4.0. Digitaliseringsstadiet har to trinn, mens industri 4.0 stadiet har 4, med ett totalt antall på 6 trinn. Stegene er som følger:

Computerization

Dette steget tar for seg de enkelte isolerte informasjonsteknologiene i selskapet.

Connectivity

«Connectivity» stadiet går ut på at man ikke lengre har oaser med enkelte informasjonsteknologier, men de er sammenkoblet og snakker med hverandre.

Visibility

Dette stadiet går ut på at man gjør informasjonen «visuell». Man skaper en «digital skygge» eller det noen omtaler som en «digital tvilling». Når man har tilstrekkelig informasjon i sanntid, og kobler sammen data fra de forskjellige kildene kan man emulere/imitere virkeligheten for å gi ett bilde av situasjonen.

Transperancy

«Transperancy» går ut på at man kan benytte den digitale skyggen til å si noe om hvorfor ting skjer slik som de gjør. Man må med andre ord se hvordan variablene henger sammen.

I «Deep Digital Maintenance» blir det nevnt at de prosesserte data må analyseres med ingeniør kunnskap og støtte av nye teknologier som «big data» og omfattende stokastiske dataanalyser i samspill med maskinlæringsløsninger for å vise interaksjonene i selskapets digitale skygge.

Maskinlæringsløsninger kan eksempelvis være «unsupervised learning», algoritmer. Ved «unsupervised learning» menes algoritmer som ikke på forhånd har fått spesifisert sammenhengen mellom variablene, men selv finner sammenhengene. Under «unsupervised learning» er f.eks. «clustering» ett av alternativene for å finne sammenhenger.

Prediction






Når vi har kommet til «Prediction» steget kan vi ta sammenhengene vi har funnet i «Transperancy» steget for å prediktere fremtiden. Innen vedlikehold snakker vi nå om prediktivt vedlikehold og å kunne prediktere gjenstående levetid og sannsynlighet for svikt, derigjennom kan vi planlegge vedlikeholdet.

Adaptability

«Adaptability» steget omtaler Schjølberg i «Deep Digital Maintenance» som organisasjonens evne til å adaptere hvor flere handlinger er automatisert. Handlinger blir mer automatiserte basert på prediksjonene i «prediction» steget. Innen prediktivt vedlikehold kan dette eksempelvis være at planleggingen av vedlikeholdet gjøres automatisk.

2.6.2 Maturity matrix

PdM Maturity Stage

Capability	1. Visual Inspections	2. Instrument Inspections	3. Real Time Conditions Monitoring	4. PdM4.0
Processes 	- periodic inspection (physical) - checklist - paper recording	- periodic inspection (physical) - instruments - digital recording	- continuous inspection (remote) - sensors - digital recording	- continuous inspection (remote) - sensors and other data - digital recording
Content 	- paper based condition data - multiple inspection points	- digital condition data - single inspection points	- digital condition data - multiple inspection points	- digital condition data - multiple inspection points - digital environment data - digital maintenance history
Performance Measurement 	- visual norm verification - paper based trend analyses - prediction by expert opinion	- automatic norm verification - digital trend analyses - prediction by expert opinion	- automatic norm verification - digital trend analyses - monitoring by CM software	- automatic norm verification - digital trend analyses - prediction by statistical software - advanced decision support
IT 	- MS Excel/MS Access	- embedded instrument software	- condition monitoring software - condition database	- condition monitoring software - big data platform - wifi network - statistical software
Organisation 	- experienced craftsmen	- trained inspectors	- reliability engineers	- reliability engineers - data scientists

Figur 7: PDM Maturity stage, Predictive Maintenance 4.0 (Mainnovation 2017)

“Maturity matrix” modellen er utviklet av Mainnovation og ble publisert i samarbeid med Pwc. Modellen er opprinnelig fra VDM^{XL} «Value Driven Maintenance & asset management». Modellen har Fem dimensjoner som igjen har fire grader av modenhet. I filosofien tilhørende VDM^{XL} går ut på at selskaper bør gjøre forbedringer innen de fem dimensjonene for å øke modenheten til prediktivt vedlikehold.

De fire gradene av modenhet kan forenkles som:

1. Visuelle inspeksjoner
2. Instrumentelle inspeksjoner
3. Målinger i sanntid
4. Prediktivt vedlikehold

De fire gradene kan i praksis være:

1. visuell
 - Du ser/hører/føler at det er en lekkasje (fysisk).
2. Instrumentell
 - Du leser av data fra trykkmåleren og ser trykket er lavt og antar det er en lekkasje.
3. Sanntid
 - Sensorer sender tilstandsdata kontinuerlig og notiserer deg om lekkasjen.
4. Prediktivt
 - Baser på målinger i sanntid og annen data blir gjenstående levetid estimert.

De fem dimensjonene kan beskrives på følgende måte:

Processes

Prosess dimensjonen omhandler prosessene i bedriften og hvordan disse gjøres. Er det f.eks. fysiske sjekklister på papir, eller er det sensorer som gir kontinuerlige målinger.

Content

“Content” omhandler data og graden av tilgjengelighet til innholdsdata. Herunder om data kun er å finne i papirformater, eller om de er digitale. Er det flere punkter å inspisere for å sanke data, eller er det færre? Har vi kanskje mer enn tilstandsdata, f.eks. vedlikeholds historikk eller målinger av miljøet som temperatur eller fuktighet.

Performance measurment

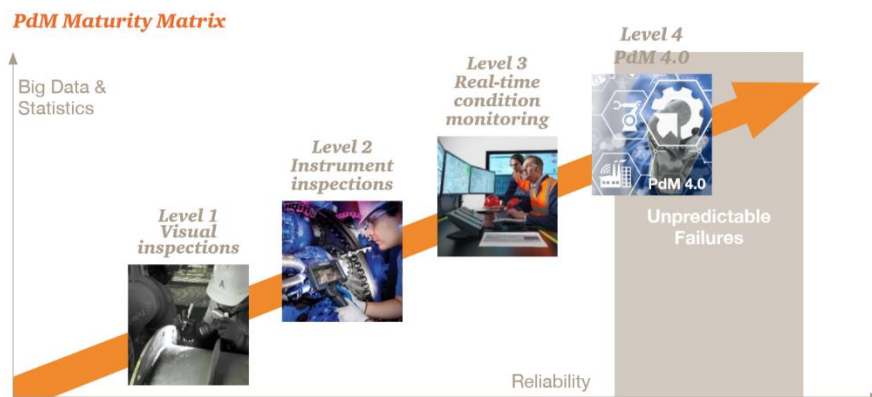
Målinger av utstyr og hvorvidt de møter målene som er satt. Skjer dette gjennom visuelle målinger eller automatisk gjennom de digitale systemene. Hvordan skjer analyser, er de gjort fysisk på papir, eller er de gjort kontinuerlig gjennom programvare.

IT

“IT” omhandler den digitale infrastrukturen i selskapet og hvorvidt de støtter tilstrekkelig opp mot kravene til data og prosessene. Plotter vi alt inn i et regneark i MS Excell, eller har vi dedikert programvare rettet mot behovene våre som får inn data kontinuerlig i sanntid.

Organisation

Strukturen på organisasjonen omhandler hvorvidt vi har kompetansen, erfaringen og incentivene på plass for å støtte opp mot forbedringsarbeidet. Ikke så ulikt LEAN tankegangen om involvering av de ansatte, og hvordan dette er kritisk for forbedringsarbeidet.



Figur 8: Maturity Matrix, Predictive Maintenance 4.0, (Mainnovation 2017)

3.0 Metode

Metode er strategi for å samle empiri, og metoden for å samle informasjon til denne oppgaven er gjennom intervju og dokumentanalyse. Metoder som samsvarer godt sett i lys av at dette er en kvalitativ oppgave der svaret og krevd data ikke nødvendigvis er åpenbart fra starten av.

3.1 Intervju

Det er i denne oppgaven gjort flere åpne intervjuer med og uten intervjuguide. to med aktører fra Hydro, og 4 intervjuer med personer fra Storvik. Intervjuene har både vært i grupper og individuelle. Lengden av intervjuene har variert fra en halv time til nesten to timer av gangen. De første intervjuene har vært strukturert i den hensikt å forstå den generelle strukturen og prosessene i Storvik og Hydro, mens de senere har vært strukturert med formål å plassere dem i modenhetsmodellene. Miljøet intervjuene har variert fra respondentenes kontorer til møterom til kafeteria. Miljøer som er relativt naturlige. Alle gruppeintervjuene har endt opp å være homogene grupper med mye de samme meningene, men med forskjellige nyanser.

Personene intervjuet fra Storvik varierer fra daglig leder til prosjektleder til vedlikeholds operatør. Storvik har vært veldig hjelpsomme også utenfor intervju til å gi støtte der de har hatt mulighet. Personer intervjuet hos Hydro er «Process manager» for primærmessing kategorien hos Hydro, den andre er ansvarlig for å dele ut vedlikeholdsoppdrag for Hydro til Storvik.

3.2 Dokumentanalyse

Denne datainnsamlingsmetoden er knyttet til benyttelse av sekundærdata, kilder for data som andre har samlet inn (Jacobsen 2016)

Dokumentanalyse er analyse av sekundærdata, data som ikke er samlet inn av andre. Kilder jeg har bruk i dokumentanalyse har variert fra bøker, til artikler, til forskningsdata. Listen over disse er å finne i referanselisten.

4.0 Aktørene

4.1 Storvik

Storvik er et selskap som tilbyr vedlikeholdsstøtte, ingeniør og prosjektstøtte samt støpegods hvorav det første er hovedfokuset i denne oppgaven. Storvik har avdelinger i Russland, Tsjekkia, Island, Kristiansund og Sunndalsøra. Hovedkontoret er lokalisert i Sunndalsøra og har kort avstand til Hydro Aluminium Sunndal. Storvik og deres aktiviteter ved Sunndalsøra er fokuset i denne oppgaven. Aktiviteter i de andre avdelingene deres blir det ikke fokusert på.

Avdelingen i Sunndalsøra har gjort mekanisk vedlikehold og modifikasjoner til Hydro Aluminium Sunndal helt siden 1952 og er viktige samarbeidspartnere. Storvik Sunndalsøra har 85 ansatte, hvorav 60 er å finne ved den mekaniske avdelingen.

Hovedaktivitetene til Storvik inneholder:

- Engineering og prosjekt (kontor Kristiansund)
- Støpe-produkt
- «Special machinery» og utstyr
- Vedlikehold, modifikasjoner og operasjoner

Eksempler på produkter designet av Storvik er for eksempel HAL Vibracompactor. Vibrakompaktoren som er en del av samlebåndet knyttet til produksjon av anoder. Maskinen former anoder gjennom trykk og vibrasjoner. Maskinen har få bevegelige deler og er veldig driftssikker. Maskinen har blitt levert til blant annet aluminiumsverkene til Hydro i Sunndal og Årdal, men også til en russisk aktør i Volgograd (RUSAL).



Figur 9: HAL Vibracompactor, Storvik

Storviks forretningside er:

Med basis i vår erfaring, kompetanse og beliggenhet, skal vi levere konkurransedyktig produksjon, tjenester og forbedringsaktiviteter i aktivt samarbeid med kunden. Storvik skal kjennetegnes av høyt fokus på HMS i alle ledd av organisasjonen i våre aktiviteter.

Kjerneverdier:

Storvik sine kjerneverdier er Fleksibel, Utviklingsorientert og Trygg.

4.2 Hydro Sunndal

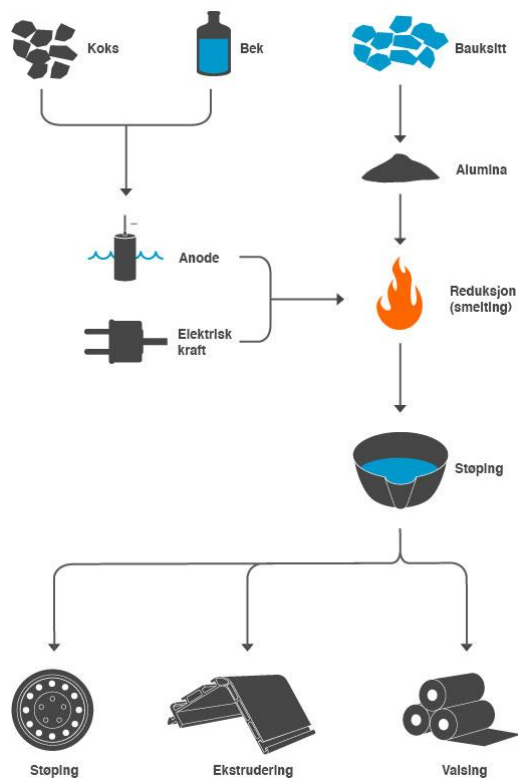


Figur 10: Hydro Sunndal, Hydro

Hydro Sunndal er Europas største anlegg for produksjon av primæraluminium. Hvert år produserer de 400 000 tonn primæraluminium. Støperiprodukter produserer de 500 000 tonn av, mens anoder til produksjon av primæraluminium produserer de 80 000 tonn av. Store kvantum med andre ord.

Produksjonen ved anlegget har pågått siden 1954, i dette tidsrommet har produksjonen utviklet seg mye. I 1969 ble produksjonen fordoblet til 120 000 tonn primæraluminium gjennom SU3 anlegget, og i perioden 2000-2004 kom enda flere moderniseringer og produksjonen ble økt. Søderberg anlegget med sine 300 elektrolyseceller ble i 2002 faset ut til fordel for «prebake» anlegget (SU4) med sine tilhørende 340 elektrolyseceller.

Råvarer til aluminiumsproduksjon kommer sjøveien. Fartøy losses fra anleggets egen kai, og fartøy lastes fra samme kai på med ferdigprodusert primæraluminium.



Figur 11: Produksjon Hydro Sunndal, Hydro

For å smelte aluminium fra alumina trenger man: alumina, elektrisitet og karbon. For å skille aluminium fra alumina må man bryte oksygenbindingen i aluminaet, dette brytes gjennom elektrolyse.

Først blir alumina plassert i en celle der aluminaen blir løst opp i ett elektrolysebad. Store mengder likestrøm går så gjennom en katode og en anode (begge laget av karbon). Oksygenbindingen i aluminaet blir nå revet opp, og sammen med karbonet fra katoden og anoden blir CO_2 dannet.

Det flytende metallet blir fraktet i digler fra cellene til ovner i støperiet der legerer de inn legeringsmetall til spesifikasjoner fra kunde. Metallet blir formet til pressbolter, valseblokker eller andre type blokker.

Her er denne prosessen kort oppsummert og forenklet fremstilt, men skjer gjennom ett langt samlebånd. Det er for eksempel ett samlebånd i seg selv å produsere anoder til elektrolysen.



Figur 12: Valseblokk, Firda avis



Figur 13: Pressbolt, Aura avis

5.0 Drøfting






Drøftingen i denne oppgaven har som formål å svare på problemstillingen. Hvordan arbeidet til Hydro Sunndal innen prediktivt vedlikehold og industri 4.0 påvirker Storvik er hva jeg vil ha svar på.

Endringer ved Hydro jeg fokuserer på er innen prediktivt vedlikehold og industri 4.0, men hvor langt Hydro Sunndal har kommet og hva dette innebærer må gjøres rede for.

Mål for oppnåelse måles gjennom modenhetsmatrisene. Jeg har under plassert Hydro Sunndal i modenhetsmatrisen for prediktivt vedlikehold punktvis og ut ifra den kombinert med forklaring også plassert de i modenhetsmodellen for industri 4.0. Dette vil si noe om hvor langt Hydro har kommet innen prediktivt vedlikehold samt industri 4.0 for å vite hva Storvik skal tilpasse seg mot.

5.1 Modenhhet

PdM Maturity Stage

Capability	1. Visual Inspections	2. Instrument Inspections	3. Real Time Conditions Monitoring	4. PdM4.0
Processes 	- periodic inspection (physical) - checklist - paper recording	- periodic inspection (physical) - instruments - digital recording	- continuous inspection (remote) - sensors - digital recording	- continuous inspection (remote) - sensors and other data - digital recording
Content 	- paper based condition data - multiple inspection points	- digital condition data - single inspection points	- digital condition data - multiple inspection points	- digital condition data - multiple inspection points - digital environment data - digital maintenance history
Performance Measurement 	- visual norm verification - paper based trend analyses - prediction by expert opinion	- automatic norm verification - digital trend analyses - prediction by expert opinion	- automatic norm verification - digital trend analyses - monitoring by CM software	- automatic norm verification - digital trend analyses - prediction by statistical software - advanced decision support
IT 	- MS Excel/MS Access	- embedded instrument software	- condition monitoring software - condition database	- condition monitoring software - big data platform - wifi network - statistical software
Organisation 	- experienced craftsmen	- trained inspectors	- reliability engineers	- reliability engineers - data scientists

Figur 14: PDM Maturity stage, Predictive Maintenance 4.0 (Mainnovation 2017)

Når det kommer til plassering av Hydro i matrisen er det flere måter å gjøre det på. Noen av punktene er oppfylt på noen deler av anlegget i Sunndalsøra, mens de ikke er tilstede i andre deler av anlegget. Noen maskiner er f.eks. overvåket med sensorer som får informasjon i sanntid, mens andre ikke er det. Så hvordan skal de da plasseres? Ett alternativ kunne vært å måle oppfyllelse av punktene opp mot grad av utbredelse av bruk av punktet, men dette hadde vært en svært omfattende prosess. Jeg anser det heller ikke som nødvendig.

Løsningen jeg har valgt er å anse punktet som oppfylt så lenge det er praktisert eller tatt i bruk på deler av anlegget. Dette går så klart på skjønn, men jeg anser det som tilstrekkelig for å si noe hvor de har kommet og som en pekepinn på hvilken retning de utvikler seg. Dette vil gi ett bilde av status, en diagnose på grad av modenhet som Storviks kan bruke for å vite hva de skal tilpasse seg mot, og om de i det hele tatt er gunstig å foreta seg store endringer.

Nedenfor vil jeg systematisk gå gjennom punktene og gjøre rede for plasseringen.

Process

Når det gjelder prosessene, fører Hydro sjekklister for vedlikeholdet som er skrevet fysisk på papir, som senere blir overført til SAP. De har derimot ett prosjekt i gang for å gå over til tablet. Prosjektet skal gjøre at rollen til sjekklister på papir skal tas over av tablet, og data skal føres direkte inn på de digitale systemene. Sensorer for sanking av blant annet tilstandsdata er i bruk på flere deler av anlegget og er samlet i sanntid. På det høyeste er de ved det tredje graden av modenhet (data i sanntid).

Content

Formen på data, er så i digital form, men i noen tilfeller slik som ved sjekklister blir de samlet analogt. Hvilke former for data som blir samlet varierer fra tilstandsdata til data om miljøet rundt til vedlikeholdshistorikk. Eksempler på slike former for data er f.eks. tidsintervaller, trykk, strømforbruk, vibrasjon (vibrasjonsanalyse), temperatur eller ytelse.

Antall inspeksjonspunkter for innsamling av data er varierende, men Hydro har ett samarbeid med Siemens vedrørende vedlikehold og anodeservice knyttet til anode cellene. Dette kan være belysende i kontekst til antallet inspeksjonspunkter. I dette arbeidet blir det sett på hvordan man bruker data fra flere PLS samt å implementere sensor data av blant annet vibrasjon og temperatur for å få et bedre bilde av anlegget.

Med PLS menes Programmerbar Logisk Styring, og det som på engelsk er PLC (Programmable Logic Controller). Dette er ett bindeledd mellom sensorer og andre enheter som sender data opp mot de overordnede systemet. En PLS overvåker data i sanntid og kan gjøre analyse og avgjørelser basert på nevnte data.

Avvik kan bli oppdaget av sensorisk data sendt til PLS, men også oppdaget fysisk, f.eks. visuelt. Det har blitt nevnt, mer enn en gang fra både Storvik og Hydro at det er vanskelig å erstatte en vedlikeholdsoperatørs trente øyne og ører. Analysen av data er gjort digitalt, men er ikke ennå på stadiet der det er predikativt. Selv beskriver de stadiet de er på som stadiet der den digitale

skyggen/tvillingen bygges. Stadiet der data samles inn i sanntid og brukes for å si noe om hvordan tilstanden er i sanntid.

Performance measurment

Norm verifikasjon er ved noen steder automatisk, mens andre er de visuelle. Trend analysene er digitale.

IT

Programvare som er tatt i bruk er SAP med tilhørende moduler og SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) systemer. Systemene snakker sammen gjennom eget intranettet og mellom de rundt 264 PLCer i anlegget.

Organisasjon

Organisasjonen er strukturert slik at operatørene ofte er de som oppdager avvikene. Det er operatørene som oftest er rundt maskinene, og det er de som oftest oppdager avvik. Dette samsvarer i stor grad med LEAN tankegangen om at de som er rundt maskinene hver dag, som selv tar del i ansvaret knyttet til å holde de operasjonelle.

Hydro Sunndal skiller mellom sentralisert og desentralisert vedlikehold. De har selv en gruppe personer ansatt hos seg selv som gjør vedlikehold, men leier også inn støtte fra andre. Deriblant Storvik. Årsaken til at den interne gruppen ikke tar alt vedlikeholdet selv er at de vil bruke de eksterne aktørene til å ta av toppene i etterspørselen. Man er bemannet for «normal» produksjon. Dette reduserer for dem vedlikeholdskostnadene. Dette er fordi de ikke trenger en like stor gruppe ansatte ved seg selv ved lav etterspørsel etter vedlikeholdsstøtte.

Oppsummering

Basert på punktene over vil jeg konkludere med at Hydro er på samme steget de selv plasserer seg i, nemlig det tredje, «real time condition monitoring». I modellen «Industri 4.0 Maturity Model» vil jeg plassere dem i det tredje steget «Visibility». Grunnlaget for plasseringen er arbeidet de har med anode celle prosjektet der de bygger den digitale skyggen/tvillingen. De er ved punktet der de prøver å gjøre informasjonen synlig.

Utfordringer de har synliggjort er å samle tilstrekkelige mengder data, samt å samle riktige data. Hvilke data som er «riktige» for gode analyser er ikke åpenbart, dette er også noe av tiltrekningskraften maskinlæring har, gitt dets potensiale til å finne ut av nettopp dette.

Det blir gjort analyser av store deler av data som blir samlet inn, men ikke på nivå man kan omtale som prediktivt. Før man kommer dit må først den digitale skyggen etableres tilstrekkelig.

Prosjektet ved anode cellene har allerede gitt avkastning, og man ser godene av prosjektet. Det var i samtaler med den ansvarlige for prosjektet fra Hydros side tatt opp hvor vanskelig det var å se referanser fra andre landbaserte prosjekter med tanke på prediktivt vedlikehold. Dette gjør terskelen for å investere innenfor området høyere og gir en høyere risiko fra Hydros side.

En av utfordringene for Hydro Sunndal er ifølge dem «don't aim to high», at man ikke skal skyte mot månen i første omgang, og at investeringene må kunne vises på bunnlinja. Dette menes spesielt i kontekst med prediktivt vedlikehold, først modellere den digitale skyggen og sette det som mål før det settes mer ambisiøse mål. Investeringene må naturlig nok også ha en forventet avkastning knyttet til seg, og man kan ikke være blind for kostnader opp mot profitt fordi man vil være fremst i utviklingsløpet.

Under er Hydro plassert av meg i modenhetsmatrisen for prediktivt vedlikehold med fargekoding som kan forklares på følgende måte:

Rød

- Punktet er ikke implementert

Gul

- Punktet i bruk, men er i oppstartsfasen eller fases ut

Grønn

- Punktet er implementert / i bruk

Noen punkter har samme fargekoding over flere utviklingsgrader, eksempelvis grønn fargekoding for sjekklister, instrumentelle målinger og sensormålinger under «processes» samtidig. Grunnen for dette er at de alle er i bruk, men ikke nødvendigvis på samme område. Det er ikke kostnadseffektivt å bruke sensorer for hver skrue i anlegget, noen enheter er best tjent med instrumentelle målinger, og andre visuelt.

Modenhet Hydro Sunndal				
Capability	1. visual inspections	2. Instrument inspections	3. Real time conditions monitoring	4. Pdm 4.0
Processes	Periodic inspection (physical) checklist	periodic inspection (physical) Instruments	Continuous inspections (remote) Sensors	Continuous inspection (remote) Sensors and other data
	paper recording	digital recording	digital recording	Digital recording
Content	paper based condition data	digital condition data	digital condition data	digital condition data
	multiple inspection points	single inspection points	multiple inspection points	Multiple inspection points
				Digital inspection points
				Digital environment data
				Digital maintenace history
Performance measurement	visual norm verification	automatic norm verification	automatic norm verification	automatic norm verification
	paper based trend analyses	digital trend analyses	digital trend analyses	Digital trend analyses
	Prediction by expert opinion	prediction by expert opinion	monitoring by CM software	Prediction by statistical software
				advanced decision support
IT	MS excell/MS Acess	Embedded instrument software	Condition monitoring software	Condition monitoring software
			Condition database	Big data platform
				wifi network (intranett)
				statistical software
Organisation	experienced craftsmen	trained inspectors	reliability engineers	reliability engineers
				data scientists

Figur 15: Modenhetsmatrise prediktivt vedlikehold Hydro Sunndal

5.2 Konsekvenser plassering modenhetsmatrise

Problemstillingen som skal svares på er

Grad av modenhet for prediktivt vedlikehold og industri 4.0 hos Hydro Sunndal.

Og hvordan dette påvirker produkter og tjenester Storvik tilbyr

Modenheten ble målt opp mot modenhetsmodellene «PdM maturity Matrix» og «Industry 4.0 Maturity Model». De fikk plasseringen «Real time condition monitoring» i den første og «visibility» i den andre. Som en påminnelse vil jeg påpeke at plasseringen er basert på det lengste de har kommet og reflektere ikke hvor langt de har kommet som gjennomsnitt.

Plasseringen tilsier at de bygger den digitale skyggen og arbeider med å samle data i sanntid. Dette innebærer å samle mye nok av de riktige data for å gi ett bilde av anlegget i sanntid. Å gjøre data synlig.

Når det gjelder påvirkningen for Storvik er det spesielt to poster som blir påvirket:

1. Tekniske Spesifikasjoner
2. Planlegging av vedlikeholdsstøtte

5.2.1 Tekniske spesifikasjoner

Økt nødvendighet for sensorer og datainnsamlingsteknologi Hos Hydro Sunndal vil påvirke tekniske spesifikasjoner Storvik vil måtte følge. Dette vil ha påvirkning på nye maskiner og reservedeler, men muligens også modifikasjon på eldre maskiner levert av Storvik. Arbeidet med å utarbeide tekniske spesifikasjoner som bedre reflekterer arbeidet Hydro Sunndal gjør innen prediktivt vedlikehold og industri 4.0 er i allerede i gang i samarbeid med NTNU. Klarhet rundt hvilke behov Hydro Sunndal stiller til leverandører vil være av interesse for begge parter.

5.2.2 Planlegging av vedlikeholdsstøtte

Planlegging av vedlikeholdsstøtte vil bli endret grunnet den økte forutsigbarheten forbundet med konstruksjonen av den digitale skyggen. Hydro Sunndal er ikke ennå på nivået man kan karakterisere som prediktivt. Det er derimot en økt forutsigbarhet for når svikt inntreffer grunnet at data blir mer synlig gjennom den digitale skyggen.

Mer forutsigbarhet for når svikt inntreffer vil gjøre det lettere å utføre forebyggende kontra korrektivt vedlikehold.

Mye av vedlikeholdet er ifølge leder mekanisk avdeling Storvik planlagt korrektivt. Den økte forutsigbarheten vil føre til mindre av spesielt uforutsett/akutt korrektivt vedlikehold, men vil sannsynligvis også føre til mindre planlagt korrektivt grunnet forenklingen knyttet til å estimere gjenstående levetid, for å deretter planlegge forebyggende vedlikehold.

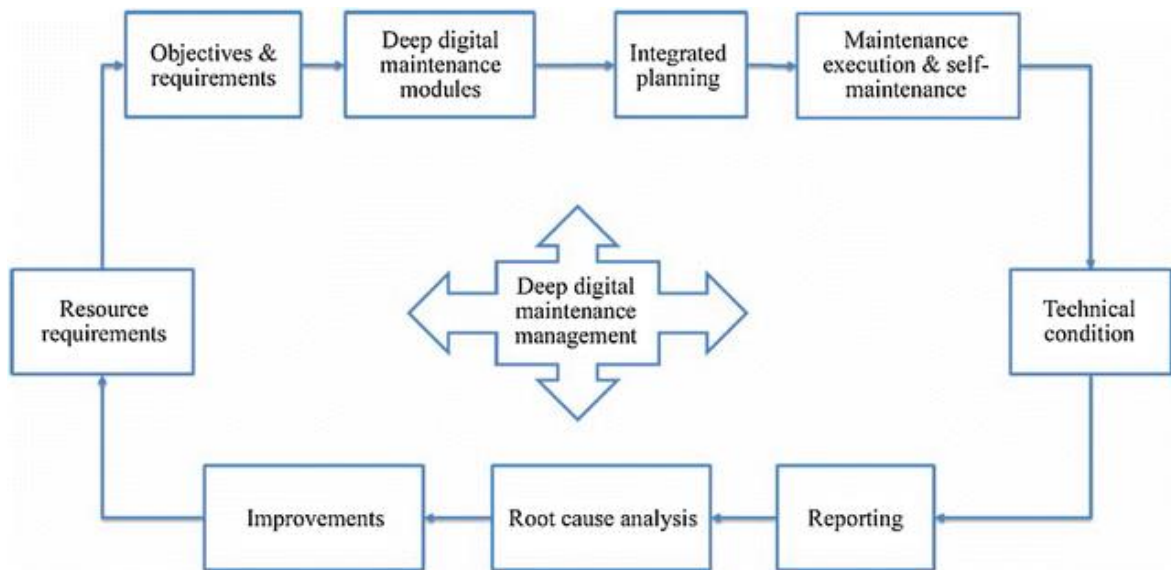
Forenklingen knyttet til å planlegge vedlikehold, forenkler også planleggingen av hvor mye vedlikeholdsstøtte Hydro Sunndal trenger i form av sentralisert og desentralisert vedlikehold. Hydro Sunndal skiller som nevnt tidligere mellom sentralisert og desentralisert vedlikehold. Sentralisert er vedlikehold Hydro Sunndal gjør selv, og desentralisert er outsourcet vedlikehold. Grunnlaget for at de i det hele tatt har desentralisert vedlikehold er for å kunne ta av toppene i etterspørselen, kontra å ha flere ansatte enn nødvendig for å ta toppene når de kommer. Dette skaper en usikkerhet rundt hvorvidt denne økte forutsigbarheten i etterspørsel med tanke på vedlikeholdsstøtte vil føre til at Hydro Sunndal gjør en større del av vedlikeholdet selv eller ikke.

5.2.3 Muligheter

De to største endringene for Storvik blir som nevnt de tekniske spesifikasjonene og hvordan Hydro planlegger vedlikeholdet. Avslutningsvis vil jeg gå gjennom den største muligheten for Storvik og Hydro Sunndal.

Den største muligheten er bruken av data i den digitale skyggen til Hydro Sunndal. Dette er data som hjelper bedre å forstå maskiner og som har potensiale til å bli brukt i forbedringsarbeid. Bedre design av nye maskiner og reservedeler, men også forbedring av de eldre.

Det proaktive (RCM) og det reaktive (RCA) arbeidet hos Hydro Sunndal knyttet til å redusere nedetid vil kunne tenkes å bli styrket som følge av bedre data. Hvordan/hvorfor(RCA) ting har skjedd og hva som kommer til å skje (RCM) blir mer oversiktlig med bedre data. Involvering av Storvik i det kontinuerlige forbedringsarbeidet med basis i data fra skyggen vil gi bedre samarbeid og resultater for begge parter. Storvik har potensiale til å bli en større del av styringsløyfen hos Hydro Sunndal.



Figur 3: Deep Digital Maintenance management model, Deep Digital Maintenance, (Rødseth, Schjølberg og Marhaug 2017)

Jeg forventer en viss grad av problematikk knyttet til å få Hydro Sunndal med på et samarbeid, der det er snakk om å dele deres data. Jeg forventer dette fordi de trolig vil se på det som risikofyllt å dele data. Denne forventingen er basert på selskapers motvillighet til å dele data på generelt grunnlag. Denne motvilligheten har sin rot i selskapers frykt for at proprietære data skal komme på avveie. Hvor sensitive data fra skyggen er for Hydro Sunndal er for meg uvisst, men jeg antar igjen det er en motvillighet på generelt grunnlag.

Selv om jeg forventer Hydro Sunndal til en viss grad vil være motvillig til å dele data, anser jeg det som sannsynlig at det vil være deler av data samlet inn Hydro vil være villig til å dele. Biprodukter av skyggen i form av eksempelvis analyser vil både være nyttig og muligens mulig å dele mellom partene. Bare muntlig forklaring på funn gjennom analyser av data antar jeg i noen tilfeller vil være til hjelp i forbedringsarbeid. Forbedring av produkter og tjenester Storvik leverer vil tjene begge parter.

6.0 Konklusjon

Problemstillingen konklusjonen skal svare på er todelt.

Grad av modenhet for prediktivt vedlikehold og industri 4.0 hos Hydro Sunndal.

Og hvordan dette påvirker produkter og tjenester Storvik tilbyr

Grad av modenhet til prediktivt vedlikehold og industri 4.0 ble plassert i «real time condition monitoring» der data samles i sanntid, og for «visibility» der data blir gjort synlig og den digitale skyggen konstrueres.

Storvik blir påvirket på hovedsakelig to fronter. Den første er at det er en usikkerhet rundt hvorvidt det blir mindre arbeid for dem ved Hydro Sunndal. Denne usikkerheten har sin rot i den forventede reduksjonen i korrektivt vedlikehold.

Den andre fronten er de tekniske spesifikasjonene som vil bli endret for å bedre reflektere arbeidet Hydro Sunndal har innen både prediktivt vedlikehold og industri 4.0.

Muligheter utviklingen hos Hydro Sunndal kan tilby, er i mine øyne betinget på hvorvidt Storvik får tilgang på data fra den digitale skyggen til Hydro Sunndal. Skulle ett samarbeid rundt forbedringsarbeid være mulig å gjennomføre vil begge parter nyte fruktene av det. Den digitale skyggen kan være nyttig til å forbedre maskiner og reservedeler, men også vedlikeholdsprosessene. Dette er en av måtene Storvik kan levere bedre produkter og tjenester, som konsekvens av endringer hos Hydro Sunndal.

7.0 Annerkjennelser

8.0 Referanser

- (CEN), European Committee for standardization. «NS-EN 13306: Vedlikehold - Vedlikeholdsterminologi.» 2010.
- General Electric. *Digital Twin At Work: The Technology That's Changing Industry*. u.d. Høgskolen-i-Molde. *Studieprogram PET600*. u.d. <https://studiehandbok.himolde.no/nb/studieprogram/emne/2820>.
- Investopedia. *Investopedia*. u.d. <https://www.investopedia.com/terms/d/disruptive-technology.asp> (funnet mai 2018).
- Jacobsen, dag Ingvar. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Cappelen Damm, 2016.
- Mainnovation, PWC. *Predictive maintenance 4.0, Predict the unpredictable*. 2017. <https://www.pwc.be/en/documents/20171016-predictive-maintenance-4-0.pdf>.
- Oljedirektoratet. *Basisstudiet vedlikeholdsstyring*. 1998. <http://www.ptil.no/getfile.php/131817/z%20Konvertert/Helse%2C%20milj%C3%B8%20og%20sikkerhet/Sikkerhet%20og%20arbeidsmilj%C3%B8/Dokumenter/basisvedlikehold.pdf>.
- Rolstadås, Asbjørn, Bjørn Andersen, og Per Schjølberg. *Produksjons- og driftsteknikk*. Tapir, 1999.
- Rouse, Margaret. *Tech Target What is*. desember 2016. <https://whatis.techtarget.com/definition/disruptive-technology> (funnet mai 2018).
- Rødseth, Schjølberg, og Marhaug. *Deep Digital Maintenance*. 2017. <https://rd.springer.com/article/10.1007/s40436-017-0202-9>.
- SINTEF. «Forskning og utvikling innen vedlikehold med relevans for peroleumsvirksomheten, SINTEF.» 2009.
- U.S-Department-Of-Energy. *DOE Guideline, Root cause analysis guidance document*. 1992. <https://www.yunquality.com/media/1089/doe-ne-std-1004-92-root-cause-analysis-guidance-document.pdf>.
- Zaleski, Andrew. *At GE Aviation, Digital Transformation Hinges on 'Digital Twins'*. desember 2017.

8.1 Figurer

Figur 1: Industrielle revolusjoner, Wikipedia	1
Figur 2: Styringsløyfen, Basisstudie vedlikeholdsstyring, Petroleumstilsynet, 1998	5
Figur 3: Deep Digital Maintenance management model, Deep Digital Maintenance, Schjøberg, 2017	6
Figur 4: Kategorier vedlikehold	8
Figur 5: Utførelse av vedlikehold, Produksjons- og driftsteknikk, 1999	9
Figur 6: Industry 4.0 maturity model, Deep Digital maintenance, 2017	13
Figur 7: PDM Maturity stage, Predictive Maintenance 4.0 (Mainnovation 2017)	15
Figur 8: Maturity Matrix, Predictive Maintenance 4.0, (Mainnovation 2017)	17
Figur 9: HAL Vibracompactor, Storvik	20
Figur 10: Hydro Sunndal, Hydro	21
Figur 11: Produksjon Hydro Sunndal, Hydro	22
Figur 12: Valseblokk, Firda avis	23
Figur 13: Pressbolt, Aura avis	23
Figur 14: PDM Maturity stage, Predictive Maintenance 4.0 (Mainnovation 2017)	24
Figur 15: Modenhetsmatrise prediktivt vedlikehold Hydro Sunndal	28

9.0 Intervjuguide Hydro Sunndal

PWC maturity matrix

Process

- Periodisk (fysisk ved enheten eller ikke, «remote»)
- Checklister for vedlikeholdet?
- Analog eller digital loggføring av vedlikehold
- I hvilket omfang blir sensorer brukt

Content

- Tilstandsdata på enheter digitalt eller analogt
- En eller flere «inspection points»/steder for måling av enheter
- Hvordan oppdage avvik (visuelt eller automatisk)
- Analyse (analogt, eller digitalt)
- Prediktivt vedlikehold (blir det brukt og i hvilket omfang)

IT

- Software (hvilket?)
- Snakker enhetene med hverandre? (hvordan?)

Organisasjon

- Erfaring oppbygd Pdm og ind. 4.0
- Kompetanse Pdm og ind. 4.0
- Kompetanse og erfaring til de som er knyttet til vedlikehold (yrkeslært, ingeniør, data analytiker, spesiell opplæring knyttet til Pdm og ind. 4.0)

Mainnovation spørreundersøkelse

Hvilken type data er brukt for prediktivt vedlikehold?

- Tilstandsdata
- Bruk
- Historikk
- Miljø (temperatur, fuktighet osv.)

Hvordan er data samlet?

- Digitale inspeksjoner
- Instrumenter
- Sensorer
- Koblet opp mot produksjonssystemet

Hardware og Software

- Excell, word
- Wifi
- SAP, SCADA (kobles sammen?)
- Serverpark eller noen andres servere (Sky)
- «condition monitoring software»
- IoT

Mest kritiske suksess faktorer

- Budsjett
- Kultur
- Teknologi
- Tilgjengelighet data
- Sikkerhet (data)

Strategi

- Anser dere vedlikeholds-funksjonen som en kjernekompetanse for dere?

- Hva kan vedlikeholds-tilbydere som Storvik tilby som dere, som dere ikke kan gjøre selv
- Hvorfor outsource i det hele tatt og ikke holde vedlikeholdsarbeidet inhouse
- Kunne dere vært villig til å dele data med f.eks. Storvik om utstyret slik de kunne gjort prediktive analyser av utstyret? (Pdm kjernekompetanse)
- Har dere tenkt noe særlig rundt standarder når det kommer til industri 4.0, er noen allerede utarbeidet?
- Vet dere selv i grove trekk hvilke spesifikasjoner som vil komme i fremtiden? (vibrakompaktor hvis den skulle bestilles i dag)
- Digital skygge (Er dette noe som er på plass?)
- Kitting (ind 4.0 tiltak?)
- Andre forbedringstiltak utenom ind 4.0?
- Ind 4.0 satsing spesielt for Sunndalsøra, eller Hydro internasjonalt?
- Casthouse, smelter, carbon 4.0 (er det industri 4.0 tiltak på de områdene?)
- Samarbeidspartnere?
- Maskinlæring i bruk i noen form?