

Rørvik, Ivan
Teigen, Tom Erik

Driftssikkerhet Operational Reliability

Hvordan hindre unødvendig nedetid på prosessutstyr på grunn av ventetid på reservedeler.

How to prevent unnecessary downtime on process equipment due to waiting time for spare parts.

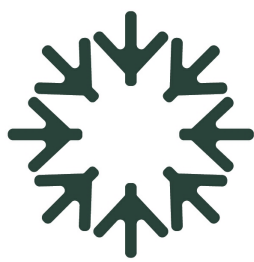
Bacheloroppgave i Logistikk
Veileder: Tore Lennart Lauritzen
Mai 2022

Rørvik, Ivan
Teigen, Tom Erik

Driftssikkerhet **Operational Reliability**

Hvordan hindre unødvendig nedetid på prosessutstyr på grunn av ventetid på reservedeler.

How to prevent unnecessary downtime on process equipment due to waiting time for spare parts.



Norsk Kylling

Bacheloroppgave i Logistikk
Veileder: Tore Lennart Lauritzen
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse



Kunnskap for en bedre verden

TLOG3001: BACHELOROPPGAVE

Tittel (norsk og engelsk): DRIFTSSIKKERHET Hvordan hindre unødvendig nedetid på prosessutstyr på grunn av ventetid på reservedeler. OPERATIONAL RELIABILITY How to prevent unnecessary downtime on process equipment due to waiting time for spareparts.	Prosjektnr.: 14
Forfattere: Tom Teigen, tlf: 932 16 916, epost: tom.teigl@gmail.com Ivan Rørvik, tlf: 454 84 067, epost: ivan.rorvik@gmail.com	Dato: 20.mai 2022
	Gradering: Åpen
Studieretning: Bachelor, Logistikingeniør	
Veileder internt: Tore Lennart Lauritzen	
Oppdragsgiver: Norsk Kylling AS	
Oppdragsgivers kontaktperson: Ulf Jensen	
Sammendrag: Norsk Kylling AS og søsterselskapet Hugaas Rugeri AS er 100 % eid av REMA 1000 og produserer 30 % av alt hvitt kjøtt i Norge. Sammen med sine 150 produsenter sikrer de en bærekraftig produksjon av hvitt kjøtt og sunn og trygg mat. 03.mai 2021 flyttet Norsk Kylling til en ny slakte- og foredlingsfabrikk på Orkanger. Denne studien vil se nærmere på hvordan Norsk Kyllings kan forbedre sine rutiner for uttak og bestilling av reservedeler. Dette for å minimere nedetid på prosessutstyr grunnet ventetid på reservedeler. Studien vil gjennom å kartlegge Norsk Kyllings rutiner, utvikle modell(er) som sikrer gode rutiner for uttak, bestilling og oppfølging av reservedeler.	
Stikkord: <ul style="list-style-type: none">- Vedlikeholdssløyfa- Lagerstyring- Reservedeler- Minimal nedetid maskiner	Keywords: <ul style="list-style-type: none">- Maintenance loop- Inventory management- Spare parts- Minimal downtime machines

Forord

Siden høsten 2019 har Tom Teigen og Ivan Rørvik fulgt et 3-årig bachelorprogram ved NTNU som leder frem til tittelen “Bachelor i ingeniørfag, logistikk”. Prosjektgruppen ble etablert høsten 2021 i forbindelse med gjennomføring av TLOG3011, prosjekt logistikk.

Tom Teigen arbeider til daglig som Teknisk Innkjøpsansvarlig hos Norsk Kylling og er ansvarlig for bedriftens tekniske reservedelslager. Det var derfor naturlig å fortsette samarbeidet og finne en problemstilling hos Norsk Kylling som prosjektgruppen kunne fordype seg i.

Bachelorperioden har vært en spennende prosess, gruppen har gjennom perioden hatt mulighet til å fordype seg og knytte sammen tilegnet kunnskap fra flere av logistikkstudiets fagemner. Gruppen har også fått dypere forståelse for hvordan denne kunnskapen kan brukes i en bedrift.

Prosjektgruppen vil takke Ulf Jensen og Norsk Kylling for tilliten de har vist oss gjennom dette prosjektet. Vi har hatt gode faglige diskusjoner, tilgang til informasjonsunderlag og fått svar på spørsmål etterhvert som de har dukket opp, dette har gjort Norsk Kylling til en fantastisk samarbeidspartner.

Prosjektgruppen vil også takke vår studieveileder fra NTNU, Tore Lennart Lauritzen som ved en rekke anledninger gjennom prosjektet har bidratt til konstruktiv veiledning og faglige innspill. Vi setter stor pris på den støtten vi har fått.

Trondheim, 20. mai 2022



Tom Teigen



Ivan Rørvik

Sammendrag

Norsk Kylling AS ble etablert på Støren i 1991, og flyttet mai 2021 sin produksjon fra Støren til en helt ny slakte- og foredlingsfabrikk på Orkanger i Orkland kommune. Ifølge tall oppgitt fra Norsk Kylling hadde de i 2020 en markedsandel på omtrent 30% på salg av hvitt kjøtt i Norge og de omsetter for cirka 1.3 milliarder [1] kroner årlig. Hver morgen leveres levende slakteklar kylling til Norsk Kyllings lokasjon på Orkanger for slaktning og foredling. På slutten av dagen leveres fersk bearbeidet kylling til Rema 1000 distribusjonslagre rundt om i Norge. Norsk Kylling AS og søsterselskapet Hugaas Rugeri AS er 100% eid av Rema 1000.

Økonomiske konsekvenser av uforutsett driftsstans på grunn av en komponentsvikt i Norsk Kyllings maskinpark kan enkelte ganger være veldig høye. I disse tilfeller er riktig reservedelsberedskap viktig for at tilgjengelighet på produksjonsutstyr skal opprettholdes. Med riktig reservedelsberedskap menes at utstyr som er kritisk for produksjon er kartlagt og tiltak er gjort for å sikre tilgang på reservedeler til dette utstyret.

Studiens hovedoppgave er å beskrive krav og forventninger til effektiv reservedelsstyring, identifisere svakheter og avvik knyttet til dagens rutiner rundt lageruttak, organisering og bestilling, samt utvikle modeller som sikrer gode rutiner for uttak, bestilling og oppfølging av vedlikehold. Målet er å redusere nedetid på maskiner og utstyr knyttet til ventetid på reservedeler ved å ha de "riktige" reservedelene tilgjengelig på eget reservedelslager eller hos underleverandør med kjent ledetid.

Norsk Kylling bruker vedlikeholdssløyfa utviklet av Oljedirektoratet i 1998 som styringsmodell for sitt eget vedlikehold. Vedlikeholdssløyfa er beskrevet i Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok som i tillegg tar for seg følgende punkter: Organisering, vedlikeholdsstrategi, arbeidsmetode, planlegging, delelager og utførelse.

Norsk Kyllings vedlikeholdsavdeling er i denne rapporten kartlagt etter vedlikeholdssløyfas hovedpunkter. Det betyr at for å finne svar på gruppens problemstilling er følgende i Norsk Kyllings vedlikeholdsavdeling kartlagt: mål og strategier, måltall og akseptkriterier, vedlikeholdsprogram, planlegging, gjennomføring (herunder ressurser), rapportering, analyse og tiltak. Disse hovedpunktene brukes som referanser gjennom hele rapporten.

I slutten av kapittel 4 presenteres seks forslag til forbedringer knyttet til punktene som er kartlagt og problemstilling. Blant annet er det skissert flere løsninger på hvordan man kan sikre at vedlikeholdsprogram oppdateres, forbedres og sikrer at Norsk Kylling har riktige reservedeler på lager. I diskusjonskapittel blir disse løsningene analysert og knyttet mot teori før gruppen til slutt gir entydig konklusjon til Norsk Kylling.

Summary

Norsk Kylling AS was established in Støren in 1991 and moved in May 2021 its production from Støren to a completely new slaughter- and processing factory in Orkanger in Orkland municipality. According to figures provided by Norsk Kylling they had in 2020 a market share of approximately 30% in sales of white meat in Norway, and a turnover of approximately NOK 1.33 billion annually [1]. Every morning live ready-to-slaughter chicken is delivered to Norsk Kylling's location in Orkanger for slaughter and processing. At the end of the day, freshly processed chicken is delivered to Rema 1000 distribution warehouses around Norway. Norsk Kylling AS and the sister company Hugaas Rugeri AS are 100% owned by Rema 1000.

Financial consequences of unforeseen downtime due to a component failure in Norsk Kylling's machines can sometimes be very high. In these cases, proper spare parts preparedness is important for maintaining the availability of production equipment. Proper spare parts readiness means that equipment that is critical for production has been mapped and measures have been taken to ensure access to spare parts for this equipment.

The main task of the study is to describe requirements and expectations for efficient spare parts management, identify weaknesses and discrepancies related to current routines around warehousing, organization and ordering, as well as develop models that ensure good routines for withdrawal, ordering and follow-up of maintenance. The goal is to reduce downtime on machines and equipment related to waiting time for spare parts by having the "correct" spare parts available at Norsk Kyllings spare parts warehouse or at a subcontractor with a known lead time.

Norsk Kylling uses the maintenance loop developed by the Norwegian Petroleum Directorate in 1998 as a management model for maintenance. The maintenance loop is described in Norsk Kylling's maintenance manual, which also addresses following chapters: Organization, maintenance strategy, working method, planning, spareparts and execution.

Norsk Kylling's maintenance department has in this report been mapped according to the main points of the maintenance loop. This means that in order to find answers to the group's problem, the following is addressed and mapped in Norsk Kylling's maintenance department: goals and strategies, target figures and acceptance criteria, maintenance program, planning, implementation (including resources), reporting, analysis and measures. These main points are used as references throughout the report.

At the end of chapter 4, six suggestions for improvements are presented related to what have been addressed as the main issue for this report. Several solutions have been outlined on how to ensure that the maintenance program is updated, improved and ensures that Norsk Kylling has the right spare parts in stock. In the discussion chapter, these solutions are analyzed and linked to theory before the group finally gives a clear conclusion to Norsk Kylling.

Nøkkeldefinisjoner

Driftssikkerhet: Evnen en enhet har til å være i den tilstand at den kan utføre en krevd funksjon over en gitt tidsperiode. Driftssikkerhet påvirkes av pålitelighet, vedlikeholdsvennlighet og vedlikeholdsevne [2].

Effekt mål: Er ofte uttrykt i form av kapasitet, regularitet, tidsbesparelser og beskriver hvilke virkninger som søkes oppnådd for brukerne av tiltaket [3].

ERP: Enterprise Resource Planning, programvare som håndterer lagerbeholdning, innkjøp, økonomi og vedlikehold som skal tilfredstille en virksomhets behov for styring og administrasjon.

Forebyggende vedlikehold: Vedlikehold som utføres etter forutbestemte intervaller eller ifølge forutbestemte kriterier, og har som hensikt å redusere sannsynligheten for svikt eller funksjonsnedsetting [2].

inforEAM: Norsk Kyllings valgte vedlikeholdsprogram på vedlikeholdssiden. Løsningen er skybasert og driftes av Prevas AS fra Oslo. I inforEAM håndteres og planlegges alle vedlikeholdsoppdrag, innkjøp, reservedelslager og historikk.

Korrektivt vedlikehold: Vedlikehold som utføres etter en feil er oppdaget, og som har til hensikt å bringe en enhet tilbake i en tilstand som gjør det mulig å utføre en krevd funksjon [2].

Ledetid: Tiden det tar fra bestilling av en artikkel, til artikkel mottas [4].

Leveringsgrad: Hvor mye av bestilt mengde har en bedrift klart å levere.

Nedetid: Defineres som den tiden et utstyr eller et system er utilgjengelig på grunn av vedlikehold og/ eller reparasjon. Dette inkluderer venting på personell, verktøy og/ eller reservedeler[2].

Oppetid: Defineres som den tiden et utstyr eller et system er i stand til å operere, være i drift [2].

Resultatmål: Skal beskrive prosjektets sluttleveranse og skal være så konkrete og etterprøvbare at alle i prosjektet vet hva som skal leveres [3].

Svikt: Opphør av en enhets evne til å utføre en krevd funksjon [2].

Tilstandsbasert vedlikehold: Forebyggende vedlikehold som omfatter kombinasjon av inspeksjon, prøving, analyse og pågående vedlikeholdstiltak. Merknad: Tilstandsovervåkingen, inspeksjonen, prøvingen kan være planlagt, på forespørsel eller fortløpende [5]

Forkortelser

Forkortelse	Beskrivelse
AO	Arbeidsordre
FV	Forebyggende vedlikehold
KPI	Key Performance Indicator (Ytelsesindikator)
KV	Korrektivt vedlikehold
NK	Norsk Kylling
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PDCA	Plan, Do, Check, Act (Forbedringshjul)
RCM	Reliability centered maintenance (Pålitelighetsstyrt vedlikehold)
SDG	Sustainable Development Goal (Bærekraftsmål)
TPM	Total Productive Maintenance
VH	Vedlikehold
WBS	Work Breakdown Structure

Tabell 1: Forkortelser brukt i denne studien

Innhold

Forord	i
Sammendrag	ii
Summary	iii
Nøkkeldefinisjoner	iv
Forkortelser	iv
Figurer	vii
Tabeller	vii
1 Innledning	1
1.1 Om Norsk Kylling AS	1
1.2 Bakgrunn og motivasjon	1
1.2.1 Gapsanalyse	2
1.3 Problemstilling og målsetninger	3
1.3.1 Problemstilling	4
1.3.2 Resultatmål	4
1.3.3 Effektmål	4
1.4 Interessentanalyse	4
1.5 Forskningsspørsmål og rapportstruktur	5
1.6 Oppgavens omfang og avgrensninger	7
2 Metode	8
2.1 Litteraturstudie	8
2.2 Intervjuer og møter	9
2.3 InforEAM	10
2.4 Kvalitetssikring	10
3 Teori	12
3.1 Driftssikkerhet	12
3.1.1 Tilgjengelighet	13
3.1.2 Total Productive Maintenance (TPM)	13
3.1.3 6 big losses (Tap i Utstyr)	14
3.2 Styringsmodell for vedlikehold	15
3.2.1 Mål og strategier	15
3.2.2 Måltall og akseptkriterier	16
3.2.3 Vedlikeholdsprogram	17
3.2.4 Planlegging	19
3.2.5 Gjennomføring	19
3.2.6 Analyse	19
3.3 Vedlikeholdstyper	20
3.4 Kartleggings- og analysemetoder	22
3.4.1 Pareto-prinsippet	22
3.4.2 Reliability centered maintenance - Pålitelighetsstyrt vedlikehold	23
3.4.3 PF-kurve	24
3.4.4 Kraljic-matrisen	25
3.4.5 Klassifisering av reservedeler	26
3.4.6 Analyse av reservedeler	26
3.5 TESSgate	28

4 Hoveddel	29
4.1 Prosjektbeskrivelse	29
4.2 Mål og strategi	30
4.2.1 Norsk Kyllings mål og strategier	30
4.2.2 Teknisk avdelings mål og strategier	31
4.3 Måltall og akseptkriterier	31
4.4 Vedlikeholdsprogram	32
4.4.1 Vedlikeholdsterminologi og begrepsavklaringer	34
4.4.2 Vedlikeholdsvindu	34
4.4.3 Dominerende vedlikeholdstilnærming ved Norsk Kylling	35
4.5 Planlegging	36
4.5.1 Planlegging og ressursstyring	36
4.5.2 Forebyggende vedlikeholdsjobber	37
4.6 Ressurser	37
4.6.1 Mennesker	37
4.6.2 Dokumentasjon	38
4.6.3 Støttesystemer	38
4.6.4 Reservedeler	39
4.7 Rapportering	41
4.8 Analyser	41
4.9 Tiltak og forbedringsforslag	42
4.9.1 Mål og strategier	42
4.9.2 Måltall og akseptkriterier	42
4.9.3 Vedlikeholdsprogram: Vedlikeholdsterminologi	43
4.9.4 Vedlikeholdsprogram: Materiallister	43
4.9.5 Vedlikeholdsprogram: Analyse og forbedring	43
4.9.6 Ressurser: Reservedeler	45
5 Diskusjon og analyse	47
5.1 Mål og strategi	47
5.2 Måltall og akseptkriterier	48
5.3 Vedlikeholdsprogram	49
5.3.1 Vedlikeholdsterminologi	50
5.3.2 Materiallister	50
5.3.3 Analyse og kontinuerlig forbedring	51
5.4 Ressurser: Reservedeler	53
6 Konklusjon	54
6.1 Oppsummering	54
6.2 Svakheter og begrensninger i studien	55
6.3 Forslag til videre arbeid	56
7 VEDLEGG	57
7.1 Filer lastet opp sammen med rapport	57
Referanser	58

Figurer

1	Eksempel på kritisk utstyr i slaktefasen	2
2	Forenklet årsak-virkningsdiagram utviklet under forstudien	3
3	Interessentanalyse for dette prosjektet	5
4	Forsknings spørsmål, forskningsteg og rapportstruktur	6
5	WBS laget for dette prosjektet	8
6	Eksempelbilde vedlikeholdsprogram, hentet fra inforEAM	10
7	Gantt diagram som ble utarbeidet i forstudien	11
8	Driftssikkerhetsfaktorer, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]	12
9	Forhold som påvirker tilgjengelighet, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]	13
10	Målhierarki, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]	16
11	Faktorer som påvirker vedlikeholdsstrategi, fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]	17
12	Levetidsfordeling, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]	18
13	Vedlikeholdstyper definert i NS-EN 13306:2017 [5]	20
14	Eksempel på pareto diagram	22
15	RCM i vedlikeholdssløyfen, hentet fra vedlikehold og driftssikkerhet [2]	23
16	PF-kurve, oppdatert illustrasjon hentet fra Maintech	24
17	Kraljic Matrise	25
18	Totale lagerkostnader som funksjon av servicenivået	27
19	Eksempel på en TESSgate	28
20	Vedlikeholdssløyfa hentet fra Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6]	29
21	Visjon, strategi og arbeid for å nå FNs bærekraftsmål, fra NKs ansvarsrapport [1]	30
22	Vedlikeholdsstrategi og fremtidsvisjon Norsk Kylling, hentet fra VH-håndbok	33
23	Modell for valg av vedlikeholdstilnærming, hentet fra VH-håndbok	34
24	Innsamlet statistikk over 2 perioder	35
25	Utklipp fra Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6]	39
26	Uttaksrutiner hos Norsk Kylling slik den oppleves av teknisk innkjøpsavdeling i dag	40
27	Forslag til å implementere RCM i vedlikeholdssløyfa til Norsk Kylling	44
28	Analysemetoder for å sikre at korrekt utstyr følges opp	44
29	Forslag flyt for oppfølgings- og uttaksrutiner i forbindelse med periodiske FV-jobber	45
30	Forslag flyt for oppfølgings- og uttaksrutiner i forbindelse med KV-jobber	46

Tabeller

1	Forkortelser brukt i denne studien	iv
2	Oversikt over formelle møter	9
3	Måltall som påvirker reservedeler og reservedelslager	32
4	Møtestruktur etablert ved teknisk avdeling.	36
5	Kvalifisert overslag på typisk ledetid	41

1 Innledning

I første del av dette kapittelet blir det gitt en kort presentasjon av Norsk Kylling, samt bakgrunn og motivasjon for oppgaven. Problemstilling blir presentert sammen med mål og interessenter for prosjektet. Avslutningsvis går prosjektgruppen gjennom oppgavens rapportstruktur, omfang og begrensninger.

1.1 Om Norsk Kylling AS

Norsk Kylling ønsker å være en ledende aktør innen trygg, ansvarlig og bærekraftig matproduksjon. De er heleid av REMA 1000 og selger kyllingprodukter under merkevaren Solvinge, disse produktene finner man lokalt hos sin nærmeste REMA 1000 forhandler. Kyllingprodukter de foredler og produserer er: rå, ferske og fryste kyllingprodukt, kvernet kjøtt, grillprodukt, pølse og pålegg.

Norsk Kylling ble etablert i 1991 på Støren i Midtre Gauldal kommune, 03.mai 2021 åpnet de en helt ny slakte- og foredlingsfabrikk på Orkanger i Orkland kommune, fabrikk på Støren ble samtidig nedlagt. Nøkkeltall oppgitt i selskapets ansvarsrapport fra 2020 [1] viser at Norsk Kylling produserer i overkant av 30% av alt hvitt kjøtt i Norge og omsetter for omtrent 1.33 mrd kroner.

I forbindelse med oppstart av ny fabrikk har et helt nytt reservedelslager blitt bygd opp basert på maskinleverandørers anbefalinger, i tillegg er et nytt vedlikeholdssystem (ERP-system) tatt i bruk for å håndtere arbeidsordre, innkjøp, reservedelslager, utstyr og historikk. Vedlikeholdssystemet er levert og konfigurert etter Norsk Kyllings spesifikasjon av Prevas AS og heter *inforEAM*. Etter en oppstart der vedlikehold og reservedeler har vært basert på leverandørens anbefalinger, baseres nå vedlikehold og innkjøp av reservedeler i større grad på egne erfaringer.

Vedlikeholdet ved Norsk Kylling bærer per dags dato preg av en korrigerende og forbedrende tilnærming, dette samsvarer med innkjøringsproblematikk på nytt utstyr som fremgår av badekarkurven beskrevet i kapittel 3.2.3. En korrigerende vedlikeholdstilnærming gir et uoversiktlig reservedelsbehov som er vanskelig å forutse og planlegge hvis man ikke har inngående kjennskap til maskiner og utstyr.

Norsk Kylling har som mål å ha minimal nedetid på prosessutstyr grunnet uforutsett vedlikehold, dette krever blant annet god tilgjengelighet på reservedeler gjennom eget reservedelslager og en god balanse mellom forebyggende- og korrektivt vedlikehold. Norsk Kylling har målsatt at de skal ha en større andel forebyggende vedlikehold enn korrigerende vedlikehold.

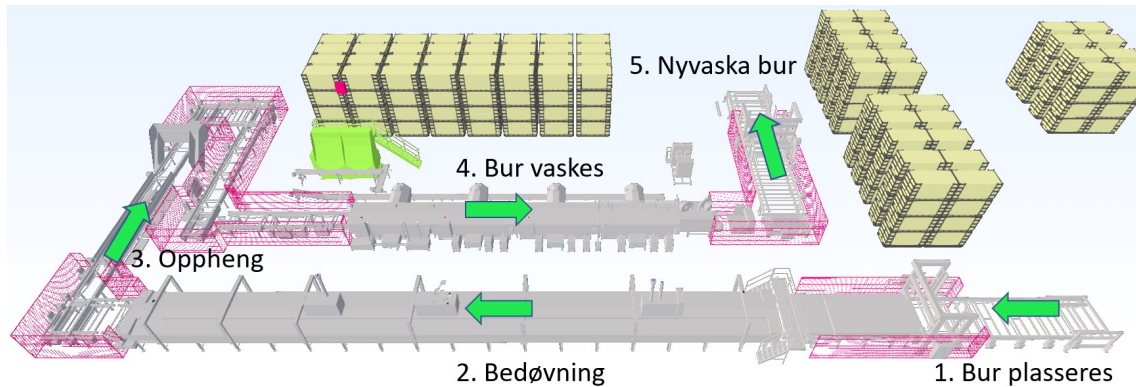
1.2 Bakgrunn og motivasjon

I en produksjonsbedrift som Norsk Kylling, som slakter levende dyr og videreforedler disse, er driftssikkerhet og tilgjengelighet på slakte- og prosessutstyr veldig viktig. I løpet av logistikkstudiet har prosjektgruppen lært metoder og systemer for organisering og styring av en kostnadseffektiv vedlikeholdsorganisasjon. En kostnadseffektiv vedlikeholdsorganisasjon innebærer blant annet å ha gode systemer for effektivitet, kvalitet og oppfølging av vedlikeholdsarbeidet for å sikre høyest mulig tilgjengelighet på produksjonsutstyr.

Økonomiske konsekvenser av maskinstans og behov for akutt korrigerende vedlikehold kan i noen tilfeller være veldig store. Ikke bare medfører maskinstans uproduktiv driftstid, men kan også medføre kassasjon av produkter (kylling). Dette gjelder spesielt etter mottak og under slaktning av kylling der et tidsvindu for akutt maskinstans kan være på maksimalt 15-20 minutter av hensyn til dyrevelferd. Overskrides tidsvindu må potensielt 6.000 kyllinger kasseres, denne prosessen

overvåkes daglig av mattilsynet.

Figur 1 viser eksempel på slikt kritisk utstyr, bur med levende kylling plasseres med truck på punkt 1 og følger pilens retning. I punkt 2 blir kylling bedøvd før de manuelt blir hengt opp på slaktelinje i punkt 3. Gule enheter på figuren indikerer kyllingbur, de til høyre er mottakspunkt, de til venstre er nyvaskede bur klar til bruk.



Figur 1: Eksempel på kritisk utstyr i slaktefasen

Driftsstans under produksjon på maskiner og utstyr som fremgår av figur 1 er ikke bare kritisk for kyllinger som befinner seg i denne del av produksjonslinja, men også for kylling som har kommet til slaktedelen av produksjonslinja. Prosjektgruppen har fått tilgang til stoppårsaker og frekvens på stopp på denne delen av produksjonen, men på grunn av at dette kan være restriktiv informasjon ønsker ikke prosjektgruppen å gå mer i detalj enn at stoppårsak kan være teknisk svikt og at de økonomiske konsekvensene av en slik stopp er betydelige.

Når svikt på denne typen utstyr oppstår er følgende viktig med tanke på reservedeler:

1. At man har riktige reservedeler på lager
2. At reservedeler er tilgjengelig i umiddelbar nærhet (hvert minutt teller)
3. God relasjon og kommunikasjon med reservedelsleverandører

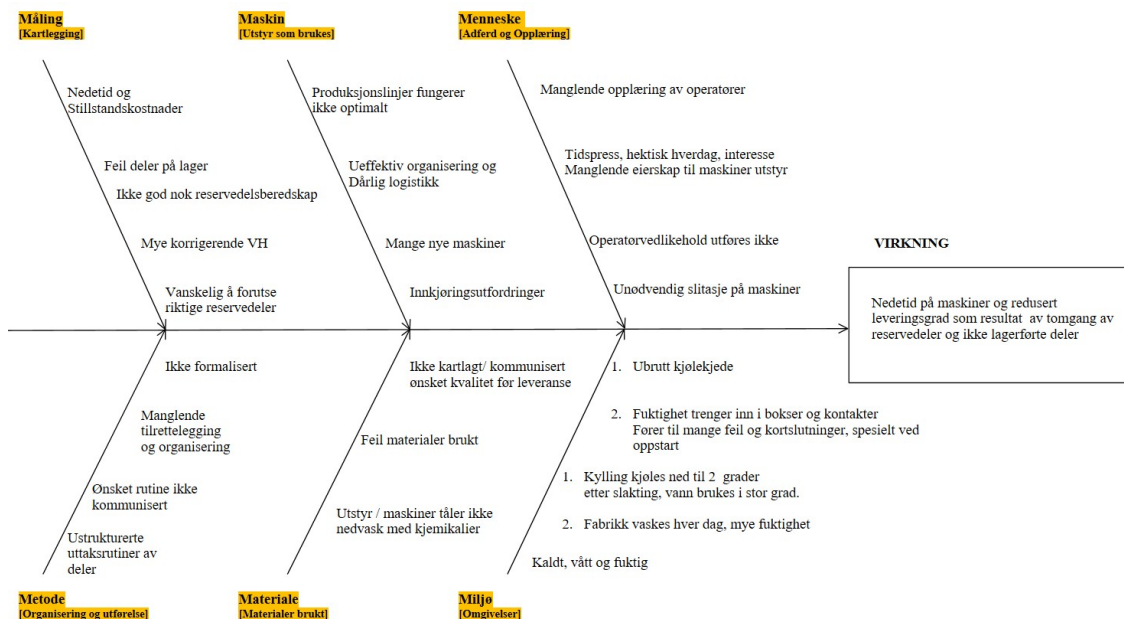
Leverandør av reservedeler til utstyr som fremgår av figur 1 holder til i Belgia, ved krise og ekspress levering er det mulig å få reservedeler til Orkanger på 1-2 dager, men normal ledetid er omtrent 1 uke. Akutt driftstans på dette utstyret utover 1-2 timer er uakseptabelt for Norsk Kylling, det er derfor særdeles viktig at unødvendig ventetid på reservedeler knyttet til dette høykritiske utstyret er minimal, i tillegg gir ekspressbestillinger forhøyede forsendelsekostnader. Nærmere antakelse om ledetid fra forskjellige leverandører fremgår av kapittel 4.6.4.

1.2.1 Gapsanalyse

Et av vedlikeholdsmålene som fremgår under kartleggingen i kapittel 4.4 er at teknisk avdeling sin primære oppgave er å fungere som støttefunksjon til produksjon ved å sikre høyest mulig oppetid på fabrikken. Av det prosjektgruppen erfarer, er det ikke definert akseptkriterie for hva oppetid skal være, men med driftserfaring fra gammel fabrikklokasjon på Støren antar prosjektgruppen at denne skal være 90%. Ventetid på reservedeler inngår i redusert oppetid. Dette vedlikeholdsmålet kan betraktes som ønsket situasjon i forhold til denne gapsanalysen.

Nå-situasjonen er at Norsk Kylling ligger 5-10% under kravet på 90% oppetid på maskinpark, dette gjenspeiles i tall om leveringsgrad, beregnet etter formel 1, som prosjektgruppen har fått tilgang til. Norsk Kylling har satt krav til leveringsgrad til 98%, leveringsgrad frem til nå, etter oppstart i ny fabrikk har vært mye lavere enn dette. I forstudien av dette prosjektet kartla prosjektgruppen gjennom Ichikawa fiskebeinsdiagram mulige årsaker til hvorfor Norsk Kylling ikke når kravet på 90% oppetid med tanke på vedlikehold og reservedeler. Hovedpunkter fra denne analysen:

- Mye korrigerende vedlikehold, vanskelig å forutse reservedelsbehov
- Uttaksrutiner ikke formalisert
- Operatørvedlikehold utføres i liten grad, gir raskere svikt på maskiner



Figur 2: Forenklet årsak-virkningsdiagram utviklet under forstudien

Leveringsgrad kan beskrives som:

$$\text{Leveringsgrad} = \frac{\text{Antall leverte produkter}}{\text{Antall bestilte produkter}} \quad (1)$$

1.3 Problemstilling og målsetninger

Ifølge Bye [2] gir lav sviktintensitet færre svikt og følgelig økt operasjonstid. Når svikt oppstår er det viktig at den tid systemet er nede, nedetiden, er kortest mulig. Lav sviktintensitet og kort nedetid ved svikt vil altså gi høy tilgjengelighet. Driftssikkerhet karakteriseres ofte gjennom tilgjengelighet.

Tilgjengelighet på maskiner er beskrevet i kapittel 3.1.1 og påvirkes av sviktintensitet og nedetid. Nedetid er bestemmes av tid det tar å gjennomføre korrigerende eller forebyggende vedlikehold pluss ventetid på: personell, verktøy og/ eller reservedeler. I dette kapittelet beskrives problemstilling, resultatmål og effektmål for denne oppgaven.

1.3.1 Problemstilling

Gjennom dialog med veileder NTNU og teknisk sjef Norsk Kylling har bachelorgruppen kommet frem til følgende problemstilling:

Hvordan hindre unødvendig nedetid på prosessutstyr på grunn av ventetid på reservedeler

1.3.2 Resultatmål

- Kartlegge og analysere dagens rutiner knyttet til lageruttak og organisering
- Identifisere svakheter og avvik med dagens rutiner knyttet til lageruttak og organisering
- Utvikle klare mål for reservedelsstyringen
- Beskrive krav og forventninger til effektiv reservedelstyring
- Utvikle modell som sikrer gode rutiner for uttak og bestilling
- Utvikle metodikk for oppfølging av vedlikehold
- Kartlegge mulige problemer og utfordringer for foreslåtte tiltak

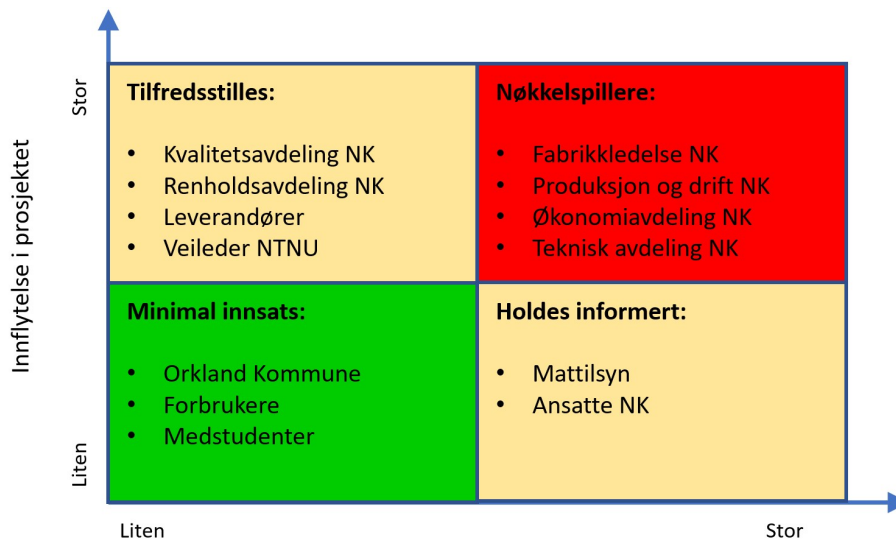
1.3.3 Effektmål

- Oversikt over hva som til enhver tid er på lager, inkludert reservedeler hos leverandør
- Reservedelslager skal tilfredstille kravene til korrigerende- og forebyggende vedlikehold
- God arbeidsflyt og positiv opplevelse av reservedelslager
- Tydelige prosesser og prosedyrer knyttet til uttak og innkjøp av reservedeler

1.4 Interessentanalyse

En interessentanalyse gjennomføres ifølge *Praktisk Prosjektledelse* [3] for å kartlegge personer, grupper eller organisasjoner som kan påvirke, vil bli påvirket av, eller oppfatter at de vil bli påvirket av prosjektets gjennomføring eller resultater. Hensikten er å lage en strategi for håndtering av interessentene.

Figur 3 viser en interessentanalyse for dette prosjektet. Primære interessenter fremgår av figuren som teknisk avdeling, driftsavdeling, økonomi, kvalitet og renhold ved Norsk Kylling, samt leverandører og veileder NTNU. Sekundære interessenter for prosjektet er: Orkland kommune, forbrukere, medstudenter, mattilsyn og ansatte ved Norsk Kylling.



Figur 3: Interessentanalyse for dette prosjektet

Rolstadås, Johansen, Olsson og Langlo [3] forklarer matrisen slik: interessenter med stor påvirkning og stor interesse bør vi samarbeide med. Interessenter med stor interesse, men liten påvirkningsmulighet bør typisk involveres og oppleve at de blir tatt seriøst. De med stor innflytelse, men mindre interesse bør gjøres fornøyd, mens de med liten interesse og liten påvirkningsmulighet bruker vi ikke mye ressurser på.

1.5 Forskningsspørsmål og rapportstruktur

Figur 4 illustrerer hvordan prosjektgruppen har knyttet rapportstruktur, forskningssteg og forskningsspørsmål sammen. Bacheloroppaven består av seks hovedkapitler, samt forord, sammendrag og nøkkeldefinisjoner. Følgende forskningsspørsmål fremgår av figur 4:

1. Hva kjennetegner vedlikeholdet ved Norsk Kylling?
2. Hva utløser et behov for reservedeler hos Norsk Kylling?
3. Hva er typisk ledetid på beredskaps- og forbruksdeler hos Norsk Kylling?
4. Hvilken bestillingsform skal Norsk Kylling ha? Bestillingspunkt? Periodisk?
5. Hvilken nytte vil Norsk Kylling ha av en RCM analyse?

Rapportstrukturen er bygd opp på følgende måte i denne bacheloroppgaven.

Kapittel 1 - Innledning

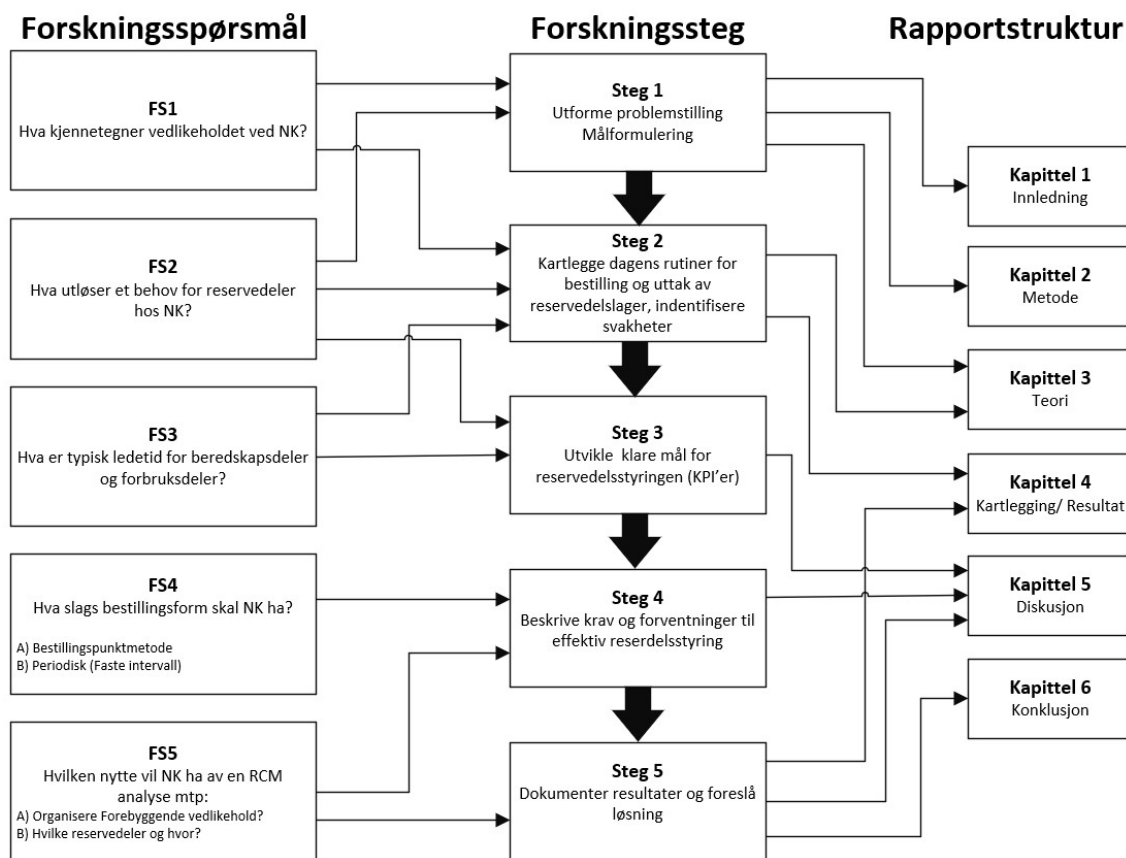
Kapittel 1 består av flere underkapittel, aller først blir det gitt en overordnet introduksjon til Norsk Kylling før bakgrunn og motivasjon for problemstillingen presenteres sammen med en gapsanalyse. Selve problemstillingen presenteres ilag med resultatmål og effektmål. Det er laget et eget kapittel for interessentanalyse, før det avslutningsvis beskrives hvordan oppgaven er avgrenset.

Kapittel 2 - Metode

I dette kapittelet beskrives hvor prosjektgruppen har hentet sin teoretiske inspirasjon og hvordan gruppen har samlet data. Avslutningsvis går det gjennom hvordan gruppen har kvalitetsikret eget arbeid.

Kapittel 3 - Teori

Dette kapittelet binder rapporten sammen i form av teori, dette gir grunnlag for en rød tråd mellom problemstilling, kartlegging, diskusjon og helhetlig forståelse for hele rapporten. Kapittelet starter med en teoretisk gjennomgang av hva som menes med driftssikkerhet, tilgjengelighet og produksjonstap i form av nedetid. Videre gis en beskrivelse av “Total Productive Maintenance”, som er en vedlikeholdstilnærming som kan kombineres med andre metoder.



Figur 4: Forskningsspørsmål, forskningsteg og rapportstruktur

Styringsmodell for vedlikehold blir presentert sammen med en gjennomgang av punkter som inngår i denne. Kartlegging i kapittel 4 bruker denne styringsmodellen og forståelse av denne er viktig. Avslutningsvis presenteres noen kartleggings og analysemetoder som gruppen vil benytte i diskusjon og analyse i kapittel 5. Til slutt i kapittelet gis en kort presentasjon av TESSgate som er en alternativ lagerløsning for Norsk Kylling.

Kapittel 4 - Hovedel

I hovedel gjennomføres en ståstedsanalyse av Norsk Kyllings vedlikeholdavdeling. De kartlegges etter punkter i vedlikeholdssløyfa, som er den samme styringsmodellen for vedlikehold som Norsk Kylling selv har etablert. Alle punkter i styringsmodellen kartlegges for å gi et helhetlig bilde av vedlikeholdet ved Norsk Kylling. Årsak til dette er at selv om årsaksammenheng for problemstilling ikke har direkte tilknytting til reservedeler, så kan de ha indirekte sammenheng gjennom valg som er gjort/ ikke gjort. I slutten av dette kapittelet og på grunnlag av ståstedsanalysen beskrives funn i form av nøkkelresultat med forslag til løsning uten å tolke resultatene av disse forslagene.

Kapittel 5 - Diskusjon

Diskusjonskapittelet blir brukt for å analysere og diskutere forslag som er gitt i kapittel 4.9 og forankre dette i teori og ståstedsanalyse, kapittel 3 og 4. Dette gir grunnlag for å se om forskningsspørsmål og resultatmål som er satt for oppgaven er nådd og for å gi en konklusjon.

Kapittel 6 - Konklusjon

I dette kapittelet blir våre funn og resultater oppsummert sett i sammenheng mot problemstilling, mål og problembeskrivelse gitt i kapittel 1.

1.6 Oppgavens omfang og avgrensninger

Denne bacheloroppgaven har en tidsbegrensning på omtrent 20 uker fra prosjektstart til prosjektslutt (innlevering). Arbeidsmengde for bacheloroppgave skal tilsvare en arbeidsmengde på cirka 500 timer per student, som gir omtrent 1000 arbeidstimer for dette prosjektet.

På grunn av tidsbegrensning og at oppgaven ikke skal bli for stor har prosjektgruppen valgt å fokusere på nedetid i form av ventetid på reservedeler for å få utført vedlikeholdsarbeid. Norsk Kylling er nyetablert i den forstand at de åpnet en helt ny slakte- og foredlingsfabrikk for omtrent ett år siden, og vil naturlig nok i en startfase være preget av mange innkjøringsproblemer og “barnesykdommer”. Ventetid på reservedeler som inngår i redusert oppetid er ikke målt eksakt, men antas gjennom intervju med teknisk avdeling å være en reell faktor som kan bedre oppetid.

Kartleggingen har tatt utgangspunkt i publisert dokumentasjon, det vil si dokumentasjon alt teknisk personell har tilgang på. Det er i liten grad tatt hensyn til pågående forbedringsprosesser som foreløpig kun er publisert internt i teknisk stab.

På grunn av innkjøringsproblematikk er flere akseptkriterier for måltall, som for eksempel maskintilgjengelighet, ikke satt. Prosjektgruppen har derfor gjennom samtaler og intervjuer satt en kvalifisert hypotese om at maskinparkens oppetid skal være 90%, se kapittel 1.2.1. Det samme gjelder antakelsen om at Norsk Kylling per dags dato ligger 5-10% bak dette kravet.

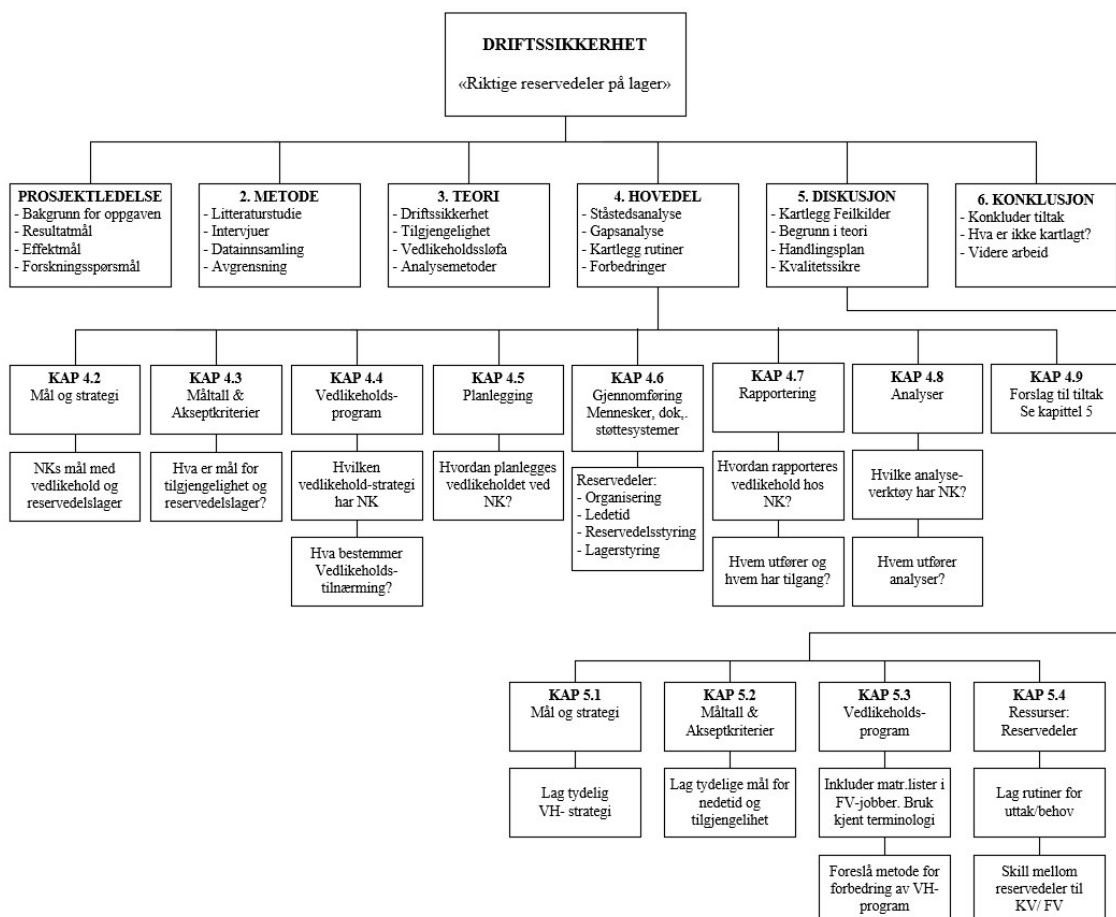
Økonomiske konsekvenser av maskinstans er synliggjort i kapittel 1.2, prosjektgruppen har fått tilgang til dokumenter og informasjon som kan oppleves som restriktiv og ønsker derfor ikke å gå mer i detalj enn at stoppårsak kan være teknisk svikt og at økonomiske konsekvenser kan være betydelige.

Ledetider på innkjøp av reservedeler prosjektgruppen viser til i rapporten er ikke målt eksakt, men satt gjennom en kvalifisert hypotese av teknisk innkjøpsansvarlig ved Norsk Kylling, under den forutsetning at nærmeste leverandør har artikkel på eget lager.

Forslag til forbedring viser kun til teoretisk forankring og analysemetoder, ikke hvordan det praktisk gjennomføres i Norsk Kyllings vedlikeholdssystem.

2 Metode

I dette kapittelet forklares det hvordan prosjektgruppen har tilegnet seg kunnskap gjennom litteraturstudie, hvordan informasjon er innhentet og til slutt hvordan gruppen har kvalitetssikret eget arbeid. Figur 5 viser en endimensjonal nedbryting av prosjektet gjennom en WBS. Hensikten med en WBS (på norsk: "arbeidsstruktur") er i følge Rolstadås, Johansen, Olsson og Langlo [3] å bryte ned prosjektet i elementer, komponenter og tjenester på en systematisk måte. Nedbryting på denne måten er avgjørende for effektiv oppfølging av prosjektgjennomføringen.



Figur 5: WBS laget for dette prosjektet

Arbeidstrukturen i figur 5 viser prosjektets tittel på øverste nivå. På andre nivå ligger prosjekt-rapportens hovedkapitler, hoveddel og diskusjon brytes ytterligere ned i konkrete arbeidsoppgaver i prosjektgjennomføringen.

2.1 Litteraturstudie

Formålet med litteraturstudien er å styrke egen kunnskap innen fagfeltet vedlikehold og driftssikkerhet, spesielt teori som omfatter nedetid, tilgjengelighet og ventetid innen vedlikehold. I 1998 utviklet Oljedirektoratet en styringsmodell for vedlikehold, denne modellen vil være sentral i arbeidet med denne rapporten.

I faget TLOG2010, driftslogistikk og risikostyring, ble det benyttet et kompendie skrevet av Per Ingvar Bye (2009) innen vedlikehold og driftssikkerhet [2], dette kompendiet har vært brukt mye i litteraturstudien. Terminologi benyttet i denne oppgaven er hentet fra Per Ingvar Bye's kompendium og NS-EN 13306:2017 [5], Vedlikeholdsterminologi. Den sistnevnte er en standard fastsatt og utgitt av Standard Norge. Hensikten med å bruke terminologi fra denne standarden er å bruke en allerede definert terminologi.

Vedlikeholdssløyfen vil bli brukt aktivt både i analyse- og diskusjonskapitlene. Metoder og modeller for gjennomføring av prosjektet har prosjektgruppen hentet fra TLOG2007, prosjektledelse [3], mens blant annet kartleggingsmetoder er hentet fra TLOG2008, Lean produksjon og kvalitetsstyring [4]. Kunnskap fra andre emner i logistikkingeniørstudiet er også benyttet.

Norsk Kyllings håndbok for teknisk avdeling, også omtalt som vedlikeholdshåndbok [6], er i kapittel 4 ofte brukt som kartleggingsreferanse. Denne er ikke offentlig tilgjengelig og vil bli lastet opp som "lukket" filvedlegg til denne rapporten.

2.2 Intervjuer og møter

Dato	Beskrivelse	Deltagere
22. Des. 2021	Veiledning, fremgangsmåte og problemstilling	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
29. Des. 2021	Diskusjon av fremgangsmåte og problemstilling	Tom T. Ivan R.
03. Jan. 2022	Metode, verktøy, brainstorming	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
06. Jan. 2022	Forskningsspørsmål, konkretisering av omfang	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
17. Jan. 2022	Problemstilling, resultat- og effektmål	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
10. Feb. 2022	Fysisk møte, kartlegging, stoppårsaker	Ulf J. Tore L.L. Tom, Ivan
23. Mars 2022	Fysisk møte, kritiske maskiner, inspeksjon	Tom T. Ivan R.
28. Mars 2022	Maintech, Grovanalyse, RCM, feilkilder	Sondre N. Tom T. Ivan R.
31. Mars 2022	FV / KV, kritikalitet, vedlikeholdssløyfa	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
21. April 2022	Hypoteser, analyser, forside og sammendrag	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
25. April 2022	Fysisk møte, omvisning, KPI'er, ERP, WBS	Tore L.L. Tom T. Ivan R.
28. April 2022	VH strategi, KPI'er, ståstedsanalyse	Ulf J. Tom T. Ivan R.

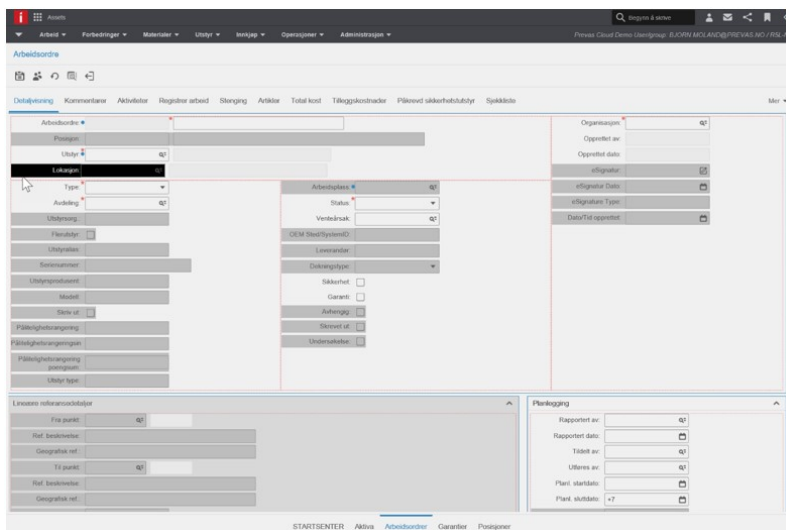
Tabell 2: Oversikt over formelle møter

Planleggingen for bacheloroppgaven og første møte med vår studieveileder, Tore Lennart Lauritzen, begynte 22. Desember. Her fikk prosjektgruppen veiledning for hvordan arbeidet skulle planlegges og mulige problemstillinger ble diskutert. I tabell 2 finner man oversikt over alle formelle møter og intervjuer som ble gjennomført i forbindelse med dette prosjektet. I tillegg til dette har prosjektgruppen gjennomført ukentlige møter i første halvdel og daglige møter de siste 6 ukene av prosjektet. I tillegg til dette har Tom Teigen mottatt daglige tilbakemeldinger fra ansatte i Norsk Kylling gjennom uformelle samtaler og egne observasjoner. I disse samtalene har han fått oppdateringer på nå-situasjoner og annen kvalitativ informasjon som har blitt brukt i dette prosjektet. Nøkkelpersoner i denne kartleggingen er teknikere, ansatte på produksjonslinja og teknisk sjef ved Norsk Kylling, Ulf Jensen.

Prosjektgruppen har ved flere anledninger hatt fysiske møter på Norsk Kylling, der det ble gjennomført inspeksjoner av prosjekt-relevante enheter, samtaler med ansatte og planlegging av rapportskrivningen. Den 28. Mars ble det gjennomført et møte med Sondre N. fra Maintech, som har vært innleid i Norsk Kylling, for å diskutere ulike analyseverktøy og få et innsyn i resultater av arbeidet deres. Prosjektgruppen, og spesielt Tom Teigen har underveis hatt flere dialoger med teknisk sjef både på mail og fysisk for å oppdatere han på arbeidet til prosjektgruppen og dele ideer.

2.3 InforEAM

InforEAM er ERP systemet til Norsk Kylling som er levert av Prevas AS. Dette ERP systemet har mange praktiske løsninger og en del analyseverktøy som har vært nyttige gjennom faget TLOG3011 Prosjekt Logistikk og denne bacheloroppgaven. Når teknikere utfører vedlikehold er det her de dokumenterer ulike typer vedlikehold som har vært utført. Denne informasjonen har blant annet blitt brukt til oppfølging og for å se sammenhengen mellom andel korrigerende og forebyggende vedlikehold. Dokumentering av innkjøp legges også inn her og det er slike typer historikk og data prosjektgruppen har hentet ut av InforEAM systemet for dette prosjektet.

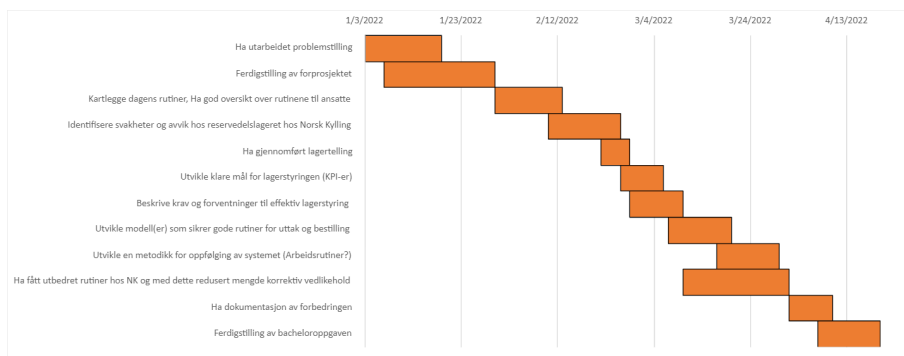


Figur 6: Eksempelbilde vedlikeholdsprogram, hentet fra inforEAM

2.4 Kvalitetssikring

Informasjon benyttet i denne bacheloroppgaven har blitt grundig undersøkt og det har vært høy prioritering av å finne realistiske artikler som er skrevet av anerkjente forfattere. For teoretisk grunnlag, metoder og verktøy har prosjektgruppen brukt mye av bøkene og forelesningene fra tidligere fag i Logistikingeniørstudiet. Disse er blitt omtalt i kapittel 2.

Gjennom studiet har noe av informasjonen som ble brukt i forelesningene blitt hentet fra Maintech. Prosjektgruppen har vært i møte med en ansatt i Maintech som har gitt oss sitt innspill for å kvalitetssikre arbeidet. Faglig fokus og gjennomgang av hverandres arbeid innad i prosjektgruppen har hatt positiv innvirkning gjennom konstruktiv kritikk og saklige tilbakemeldinger til hverandre. Studieveilederen vår har også gitt sitt bidrag gjennom å stille prosjektgruppen relevante faglige spørsmål og tilbakemeldinger.



Figur 7: Gantt diagram som ble utarbeidet i forstudien

I forstudien til prosjektet ble det utarbeidet et fiskebeinsdiagram (Figur 3.2.6) for å kartlegge årsak-virkning sammenhenger og spisse inn prosjektomfanget i tidlig stadie. Gantt-diagram, se figur 7, ble utviklet rundt samme tiden for å planlegge tidsforbruket på de ulike stadiene i prosjektet. Når prosjektgruppen var ferdig med forstudie ble det utarbeidet en Work Breakdown Structure (WBS). Det fullstendige utkastet finnes i Figur 5 og det er en utbredt metode for prosjektplanlegging og prosjektstyring.

I WBS'en har arbeidet blitt organisert for å visuelt representere alle prosjektkomponenter. Den har hjulpet prosjektgruppen å holde seg til rammeverket av prosjektet og minimert sjansen for å utføre unødvendig arbeid utenfor rammene. Denne strukturen har blitt delvis brukt til å fordele de ulike arbeidsoppgavene og håndtering av tidsforbruket av de ulike temaene. Oppstart-prosessens 8 hovedtrinn fra TLOG2007 prosjektledelse [3], er brukt for å kvalitetssikre prosjektgjennomføringen.

For å kvalitetssikre rapporten har prosjektgruppen brukt kvantitativ data fra vedlikeholdssystemet til Norsk Kylling. Den blir oppdatert og redigert av kvalifiserte ansatte og en del automatiske prosesser. Kvantitativ data hentet fra vedlikeholdssystemet som reservedelsbeholdning og vedlikeholdstyper har vært med på å danne et grunnlag for dette prosjektet. Utførende teknikere, ansatte på produksjonslinjen og teknisk sjef hos Norsk Kylling har også bidratt med informasjon for dette prosjektet. Norsk Kylling som bedrift har for sitt og våres beste resultat gitt så presis informasjon som mulig, ettersom de er interesserte i å hindre unødvendig nedetid og driftsstans og få forslag til gode forbedringstiltak.

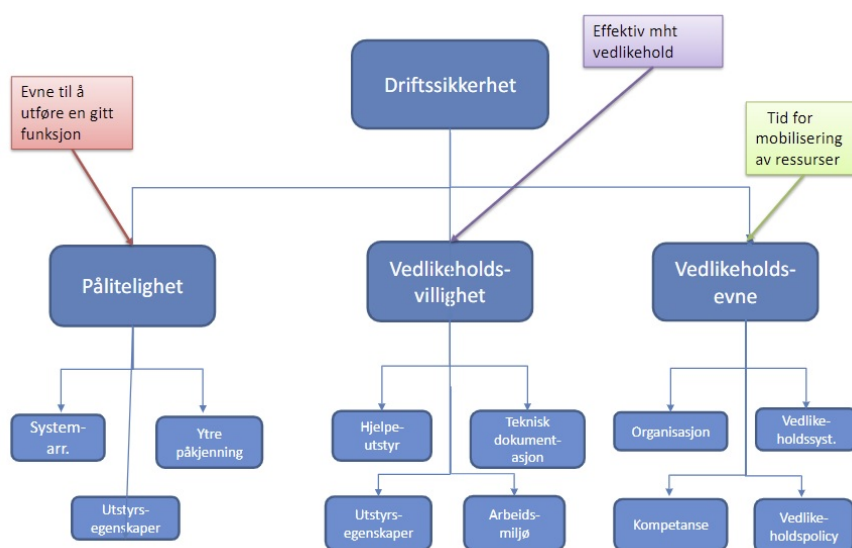
I faget INGT2300 Ingeniørfaglig Systemtenkning kom prosjektgruppen i samarbeid med 4 andre studenter fra Elektroingeniør-studiet i Trondheim. Disse studentene introduserte prosjektgruppen for et verktøy, Overleaf. Det er et skybasert LaTeX-redigeringsprogram som brukes til å redigere, skrive og publisere vitenskapelige dokumenter. Dette programmet har siden blitt brukt til å skrive denne bacheloroppgaven og har vært et ypperlig verktøy som har vært med på å øke kvaliteten på rapporten betraktelig. Kryssreferanser av ting som tabeller, figurer, kapitler og kilder unnagjøres med en enkel kode og har vært med på å holde referansene punktlig i et så omfattende dokument. Programmet har også flere andre nyttige verktøy, som blant annet tar seg av innholdsfortegnelser og formler som har vært med på å kvalitetssikre selve struktureringen av rapporten og gjort den veldig oversiktlig.

3 Teori

I dette kapittelet vil gå gjennom det teoretiske rammeverket for bacheloroppgaven vår, dette for å underbygge en referanse for våre funn, analyser, diskusjon og konklusjon. For å skape en grunnleggende forståelse for hva rapporten omhandler er grunnleggende teori om driftssikkerhet, tilgjengelighet, “6 big losses” og styringsmodell for vedlikehold gjort i første del av kapittelet. I siste halvdel av kapittelet går vi gjennom vedlikeholdstyper og noen kartleggings- og analysemetoder vi kommer til å bruke i diskusjonsdelen av oppgaven vår.

3.1 Driftssikkerhet

Driftssikkerhet er i NS-EN 13306:2017 [5] definert som: *evne til å fungere som det kreves og slik det kreves*. Dette omfatter tilgjengelighet, sikkerhet, sikring, holdbarhet, økonomi og faktorer som fremgår av figur 8, driftssikkerhetsfaktorer, disse er:



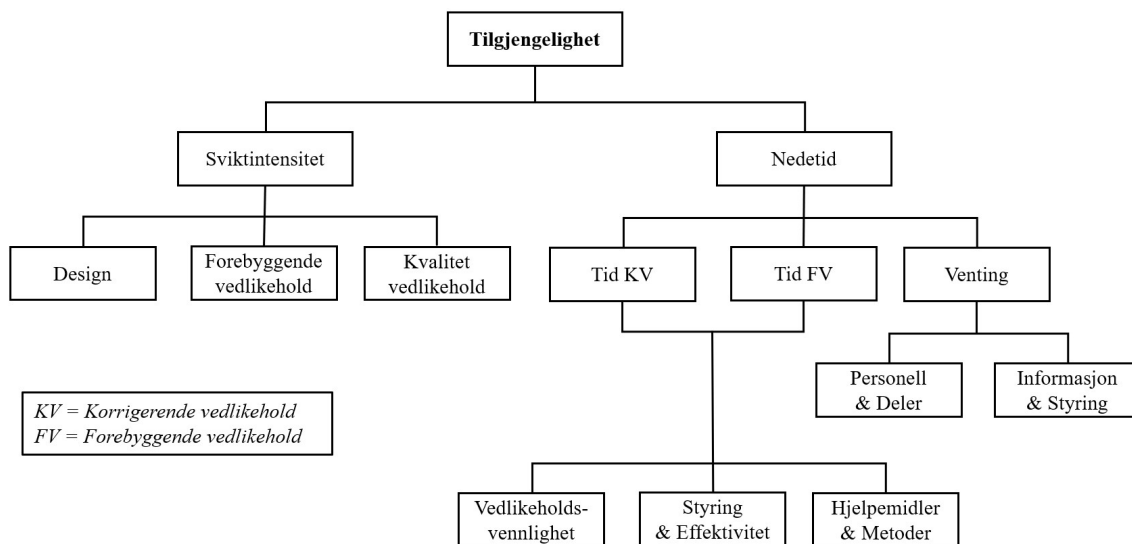
Figur 8: Driftssikkerhetsfaktorer, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]

1. *Pålitelighet*: Systemets evne til å utføre en tiltenkt funksjon over en GITT TIDSPERIODE
 - Kan måles gjennom:
 - Antall svikt per tidsenhet, Sviktrate = antall svikt / tidsenhet
 - Midlere tid fra enhet settes i drift til den svikter, MTTF (Mean Time To Failure)
 - Funksjonssannsynlighet for at enheten ikke svikter i tidsintervallet (0,t)
 - Tilgjengelighet, sannsynlighet for at enheten fungerer på tidspunktet “t”
2. *Vedlikeholdsvennlighet*: Et mål for hvor EFFEKTIVT det lar seg vedlikeholde
 - Måles fra ressurser er på plass til enhet er klar for idriftssetting
 - I dette inngår: Reparasjon, feilsøking, funksjonstesting og nedetid
 - Måles gjennom: MTTR - Mean Time To Repair (Middeltid til utført reparasjon)
3. *Vedlikeholdsevne*: Et måltall for hvor lang TID det tar å MOBILISERE riktige ressurser
 - Måles som tiden fra svikt oppstår til vedlikehold påbegynnes
 - Måles gjennom: MWT - Mean Waiting Time (Gjennomsnittlig ventetid)
 - Avhenger av kompetanse, vedlikeholdstrategi og effektivitet i vedlikeholdsfunksjonen

3.1.1 Tilgjengelighet

I følge Bye [2] karakteriseres ofte driftssikkerhet gjennom tilgjengelighet. Tilgjengelighet er definert som forholdet mellom den tid systemet er i stand til å operere (oppetid) og summen av denne tid pluss den tid systemet er utilgjengelig (nedetid) [2], se formel 2. Figur 9 viser forhold som påvirker tilgjengelighet.

$$\text{Tilgjengelighet} = \frac{\text{Oppetid}}{\text{Oppetid} + \text{Nedetid}} \quad (2)$$



Figur 9: Forhold som påvirker tilgjengelighet, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]

1. Sviktintensitet påvirkes av:

- Design, materialegenskaper, konstruksjonsløsninger og innebygget redundans
- Forebyggende vedlikehold skal forebygge svikt, men fører samtidig med seg utilgjengelighet. Avveining og optimalisering må til
- Mangelfull eller dårlig utført vedlikehold vil raskere føre til ny svikt

2. Nedetid påvirkes av:

- Tid til korrigerende vedlikehold (KV) eller forebyggende vedlikehold (FV). Dette bestemmes av vedlikeholdsvennlighet, styringsmetoder, utstyr/ verktøy og metoder for identifisering av feilårsak
- Ventetid før vedlikeholdet kommer i gang og før enhet startes igjen, herunder: ventetid på personell, verktøy eller reservedeler

3.1.2 Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance er beskrevet i *Lean Production for Competitive Advantage* [4] som en helhetlig tilnærming til utstysvedlikehold og er ikke ekskluderende, noe som med andre ord betyr at det kan (og bør) kombineres med andre metoder som for eksempel RCM (Reliability Centered Maintenance). TPM har fokus på vedlikehold med følgende mål:

-
- Ingen havarier
 - Ingen småstopp eller langsom gang
 - Ingen defekter
 - Ingen uhell

Ordet “Total” i TPM tar for seg flere aspekt, som effektivitet, vedlikeholdssystem og deltagelse av alle ansatte. Dette bygger videre på maksimering av OEE, dannelse av et grundig system for autonomt vedlikehold og involvering av alle avdelingene, ansatte og danner et kultur for motiverende ledelse. Ordet “Productive” tar kort sagt for seg forbedringen av integriteten av produksjonen og kvaliteten av produktet, kvaliteten av maskinparken og den interne evnen til å utføre vedlikehold av maskinparken.

Essensen i TPM er nærmere en kultur enn en metode, der man utnytter en positiv effekt som blir oppnådd gjennom tett samarbeid mellom teknisk personale og operatører i produksjonen. Man går altså litt bort fra oppfattelsen av vedlikehold som “en servicefunksjon” overfor produksjonen. TPM bygger på langsiktig tenkning og felles ansvarsfølelse og er en del av hverdagen i bedriftskultur.

Kjerneelementene, eller de 5 pilærene i TPM beskrives typisk slik [7]:

- Kvalitetsvedlikehold - Denne delen handler om utførelse av de riktige tiltakene. For å finne ut hvilke tiltak det skal legges mer fokus på kan man bruke Pareto-prinsippet som er forklart kapittel 3.4.1.
- Forbedringer av utstyr - Målet her omhandler effektivisering av utstyret slik at det er i stand til å levere mer. Indikatoren som blir brukt her er OEE, noe som er nærmere beskrevet i kapittel 3.2.2.
- Autonome grupper - Dannelse av små grupper på 3-5 personer som har ansvar for hvert sitt område med tilhørende utstyr. Gruppemedlemmene her er ingeniører, operatører og vedlikeholdspersonale. For at en slik gruppe skal være suksessfull, så må en del opplæring og teori på plass før den blir operativ. Dette innebærer grundig gjennomgang av hvordan utstyret virker, betjenes og hvordan ulike oppgaver skal utføres.
- Forebyggende vedlikehold - En del av oppgaven er å redusere bruken av korrigerende vedlikehold ved å øke forebyggende vedlikehold. Disse typer vedlikehold står nøyere forklart i Kapittel 3.3 og forbedringer eller modifikasjoner spiller en viktig rolle i denne prosessen. Nye forslag til endringer i utstyr er en ting som forventes fra de autonome gruppene. Det er viktig å huske at det tar tid før bedriften merker effekten av forebyggende vedlikehold og langsiktige tiltak. Det kan ta 2-3 år før økonomiske nøkkeltall viser en naturlig avkastning i form av besparelse.
- Utdannelse og opplæring - Investering i systemer og utstyr er bare en del av prosessen for å kalle noe et produktivt system. Praktiske ferdigheter, teoretisk viten og sunne holdninger er det som er viktig på operatørnivå for å bidra til det helhetlige produktive systemet. Disse ferdighetene vil ha minimumskrav til kognitive og fysiske evner. Noen evner kan bli bedre gjennom øvelse, mens andre blir bedre gjennom å ha et godt kultur i bedriften.

3.1.3 6 big losses (Tap i Utstyr)

Kilder til tap i utstyr er hentet fra kapittel 7 i Lean Production for Competitive Advantage [4]. En av de viktigste målene med TPM og OEE program er å redusere og/eller eliminere tap i utstyr. Dette er de mest vanlige årsakene til utstyrs-basert produktivitetstap i produksjonen:

-
1. Nedetid på grunn av omstilling og justering
 2. Nedetid på grunn av sporadisk og kronisk havari
 3. Korte stopp, tomgang, ledig, plunder
 4. Redusert hastighet
 5. Vrakproduksjon på grunn av stor variasjon i produksjon på en maskin
 6. Tapt tid til oppkjøring og nedkjøring

Ved å fokusere på dette rammeverket kan man anskaffe en konkret plan for å forbedre OEE. Arbeid knyttet til tap av tilgjengelighet i form av utstyrsfeil, omstillingstid eller justering beskytter en fra uplanlagt stopp og nedetid. Adressering av ytelsestap som stammer fra tomgang, redusert fart og mindre stopp forebygger dem. Samme tankegangen gjelder for minimering av kvalitetstap, der målet er å fokusere på prosessfeil og defekter for å redusere antall ubrukelige deler produsert. Alt i alt, Six Big Losses nevner og kategoriserer problem som produsenter møter på i hverdagen. Konsekvent arbeid innen rammeverket og iverksettelse av tiltak vil resultere i en forbedret OEE.

3.2 Styringsmodell for vedlikehold

Vedlikeholdsstyring må ifølge Bye [2] baseres på en styringsmodell for å gi en oversikt over hvordan vedlikeholdsorganisasjonen skal jobbe. Det finnes ulike styringsmodeller for å sikre at målene nås, vedlikeholdssløyfa, som er illustrert i innledningen av kapittel 4, er et eksempel på en slik styringsmodell.

Vedlikeholdssløyfa ble utviklet av Oljedirektoratet (OD) i 1998 [8] etter en basisstudie om vedlikeholdsstyring. Målet med denne studien var å utvikle en metode for systematisk og helhetlig vurdering av selskapets eget vedlikeholdssystem blant annet på grunn av:

- Utilstrekkelig internt tilsyn i selskapene mot vedlikeholdsfunksjonen
- Manglende kapasitet i OD til å følge opp hvert enkelt felt
- Behovet for sterkere styring av vedlikehold på innretninger som nærmer seg avsluttende bruksfase
- Nye krav til styringssystem ved innføring av mer avanserte optimaliseringsteknikker

Oljedirektoratets [8] egen forklaring av vedlikeholdsmodellen:

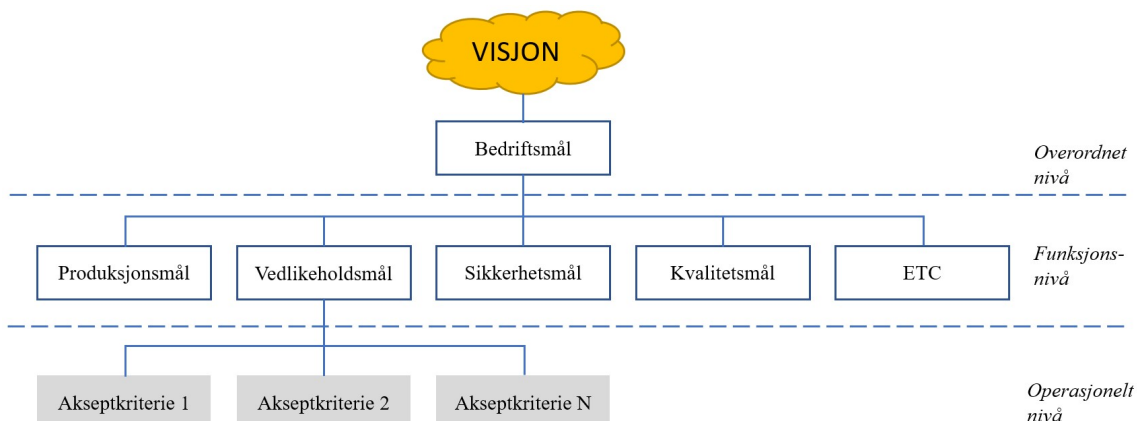
Styring av sikkerhetsrelatert vedlikehold er i modellen framstilt som en overordnet prosess (styringsløyfe), som, ved hjelp av nødvendig ressursinnsats, produserer produkter i form av f.eks sikkerhet (lav risiko) og (høy) tilgjengelighet/regularitet. Hvert av elementene i styringsløyfa kan bestå av en rekke mindre arbeidsprosesser, med tilhørende produkter. I styringsmodellen inngår i tillegg tilsyn og ressurser.

Videre i dette kapittel beskrives punkter som inngår i denne styringsmodellen, også kalt vedlikeholdssløyfa.

3.2.1 Mål og strategier

Alle målsetninger som etableres i en bedrift må samordnes slik at innsatsen på alle områder rettes inn mot felles overordnet mål for bedriften (målharmonisering). Dette fører til at det i enhver bedrift

bør være etablert et målhierarki som vist i figur 10, hvor bedriftsmålet deles opp i delmål innenfor produksjon, sikkerhet, vedlikehold, kvalitet etc. Alle delområder som er viktige for den totale virksomhet, bør ha sin egen hovedmålsetning og denne må være i samsvar med det overordnede målet [2].



Figur 10: Målhierarki, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]

3.2.2 Måltall og akseptkriterier

Måltall er en verdi som viser om en målsetning er oppnådd eller ikke og er et viktig parameter innen vedlikehold [2]. Det er viktig at det velges måltall som er påvirkbare for organisasjonen det gjelder. Måltall kan også bli kalt for KPI eller ytelsesindikatorer. Akseptkriterier etableres for å konkretisere vedlikeholdsmålene og legge til rette for oppfølging. Akseptkriteriene er dynamiske, fordi de til enhver tid skal tilfredstille organisasjonens bedriftsmål.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

OEE er et viktig og ofte brukt måltall som viser den totale utstyrseffektiviteten til en maskin, produksjonslinje eller produksjonsanlegg. World Class Production (WCP) for OEE er akseptert til å være 85 %. For å nå dette målet må tilgjengelighet, kvalitet og ytelse påvirkes hver for seg. Overordnet formel for OEE er:

$$OEE = \frac{\text{Produkter med godkjent kvalitet}}{\text{Maksimal produksjonskapasitet}} \quad (3)$$

Tilgjengelighet påvirkes av hvor stor del av den faktiske tiden vi bruker til planlagt arbeid. Ytelse påvirkes av utstyreffektivitet og kvalitet av forholdet mellom gode produkter og total mengde produsert. Matematisk kan vi sette opp ligningen for tilgjengelighet, ytelse og kvalitet på følgende måte:

$$\text{Tilgjengelighet} = \frac{\text{Faktisk driftstid}}{\text{Planlagt driftstid}} \quad (4)$$

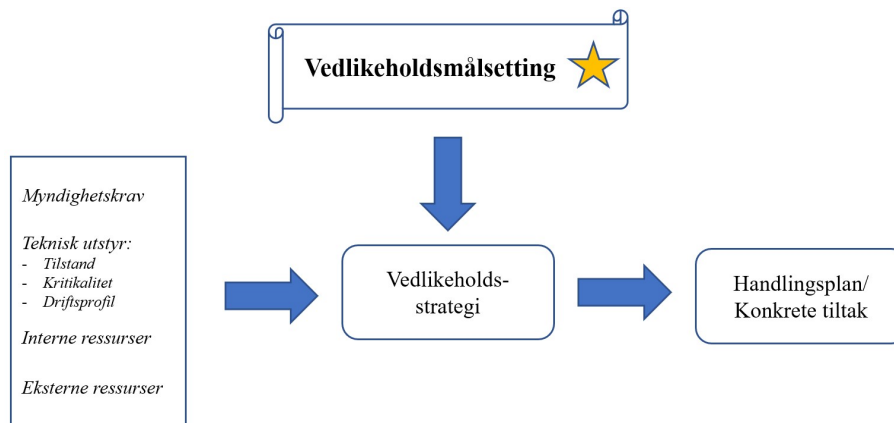
$$\text{Ytelse} = \frac{\text{Virkelig produksjon}}{\text{Tilgjengelig produksjonskapasitet}} \quad (5)$$

$$\text{Kvalitet} = \frac{\text{Virkelig produksjon} - \text{Ikke godkjent kvalitet}}{\text{Virkelig produksjon}} \quad (6)$$

Total OEE finner man også ved å multiplisere tilgjengelighet, ytelse og kvalitet.

3.2.3 Vedlikeholdsprogram

NS-EN 13306:2017 definerer vedlikeholdsstrategi som *ledelsesmetode som brukes for å oppnå vedlikeholdsmålene*. Hensikten er i følge Bye [2] å få avklart hvilke aktivitetsområder, utstyrstyper og prosedyrer organisasjonen skal arbeide med på lengre sikt. Myndighetskrav, teknisk tilstand, kritikalitet, driftsprofil, bruk av interne ressurser og eksterne ressurser er forhold som er med på å påvirke vedlikeholdsstrategien. Dette er illustrert nedenfor i figur 11, faktorer som påvirker vedlikeholdsstrategi.



Figur 11: Faktorer som påvirker vedlikeholdsstrategi, fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]

Med bakgrunn i vedlikeholdsstrategi utvikles en detaljert handlingsplan som konkret beskriver de aktiviteter som skal iverksettes for å nå målsetningene. En handlingsplan bør i følge Bye [2] gi svar på følgende:

- Hva som skal gjennomføres
- Hvem som har ansvaret
- Når det skal være ferdig

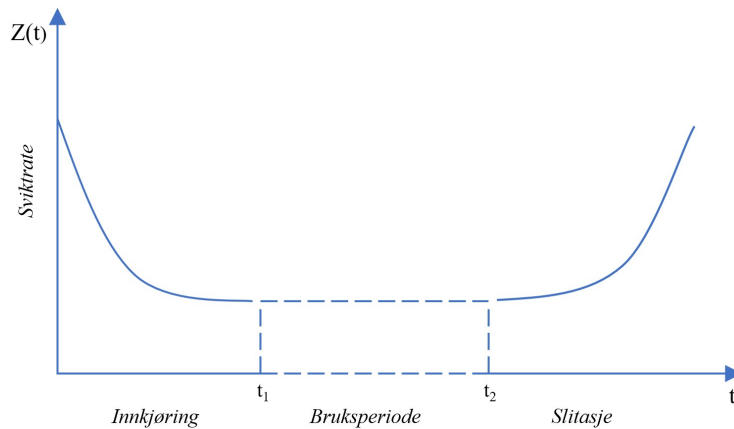
Teknisk tilstand påvirker vedlikeholdsprogram, blant annet gjennom:

1. Levetidsfordeling etter badekarkurven
2. Operatørvedlikehold

1. Badekarkurven

Levetidsfordelinger er et uttrykk for hvordan sviktraten til enheter oppfører seg som funksjon av tid [2]. En slik levetidsfordeling er badekarkurven, som kan deles inn i tre deler:

1. Innkjøring - Svikintensiteten er ofte høy når enheten er ny. Dette kan skyldes uoppdagede defekter eller “barnesykdommer”, innkjøringsproblemer og at det tar tid å bli kjent med den nye enheten. Denne delen varer frem til t_1 , som anvist på figur 12.
2. Bruksperiode - Når utstyret er i normal drift, og fortsatt ikke i aldringsbestemt slitasje, (t_1 - t_2 på figuren) holder sviktraten seg ofte relativt konstant. Dette er en periode hvor det opprettholdes normalt vedlikehold mht. forebyggende og korrigerende vedlikehold.



Figur 12: Levetidsfordeling, hentet fra Vedlikehold og driftssikkerhet [2]

3. Slitasje - Ref. eksemplene fra kapittel 1.5 [2] vil enhetens styrke avta etter tid med belastning. Det er viktig å følge nøye med på utviklingen, men hele tiden vurdere om det virkelig er slik at kostnaden ved anskaffelse av ny enhet overstiger kostnadene knyttet til vedlikehold og drift.

Det skal nevnes at for de fleste mekaniske enheter i bruksperioden vil sviktraten vise en svakt voksende kurve egentlig, men for enkelthets skyld anslår vi at den er konstant. Det gjør det naturlig for bedriften å modellere levetiden ved bruk av levetidsfordelingen med konstant sviktintensitet, som er eksponensialfordeling (λ). Den inverse verdien til λ er det vi ofte refererer til som MTTF, eller "Mean Time to Failure".

2. Operatørvedlikehold

Det er nesten ingen som kjenner produksjonsutstyret like bra som operatørene. Operatørvedlikehold er en systematisk tilnærming som brukes for å håndtere viktige stoppårsaker ved en enhet. Dette kan være ting som at maskinen blir betjent feil, at det mangler smøring, at det er løse bolter/mutrer, eller at støv eller vann trenger inn i maskinen. Operatørvedlikehold deles, i følge Teknisk Ukeblad [9], som regel inn i 8 trinn, fra 0 til 7, der Trinn 0 er forberedelse, sikkerhet og opplæring. De neste trinnene er som følgende:

1. Rengjøring av maskiner
2. Fjerne feilkilder
3. Standardisere renhold, inspeksjon og smøring.
4. Generell inspeksjon av utstyr
5. Selvstendig operatør inspeksjon av utstyr
6. Totalkvalitet
7. Selvdrevet vedlikehold og forbedringsarbeid

5S er en del av operatørvedlikehold, S'ene i 5S står for: Sortere, Systematisere, Skinne, Standardisere og Sikre, dette danner basis for operatørvedlikeholdet. Fordelen med operatørvedlikehold er at det er med på å øke levetiden på maskin og utstyr, fører til færre småtopp, øker kompetanse blant ansatte og øker eierskap til utstyr.

3.2.4 Planlegging

Oljedirektoratet [8] fastslår planlegging som planlegging av vedlikeholdsaktiviteter på lengre og kort sikt, de enkelte arbeidsoppgaver samt daglig koordinering. I dette inngår blant annet:

- Finnes det klare retningslinjer/prosedyrer for langtidsplanlegging av vedlikeholdsaktiviteter?
- Hvem er ansvarlig for oppfølging og forbedring av planleggingsprosessene?
- Eksisterer det klare regler/kriterier for fastsettelse av prioritet på korrigerende og forebyggende arbeidsordrer?

3.2.5 Gjennomføring

Gjennomføring fokuserer på forberedelser, gjennomføring, kontroll og avslutning/etterarbeid av forebyggende og korrigerende vedlikehold. I dette inngår også registrering av data/utstyrshistorikk etter utført arbeid på systemer og utstyr, definisjon hentet fra Oljedirektoratets [8] beskrivelse av utførelse.

3.2.6 Analyse

For å systematisere problemløsning i forbindelse med feil og stoppårsaker brukes ferdigutviklede verktøy for å sikre effektiv identifisering av bakenforliggende årsaker (rotårsaker) for å kunne iverksette riktige tiltak. Involvering av ansatte i dette arbeidet skaper felles forståelse og læring på tvers av avdelinger i en organisasjon. Teori rundt verktøy og kartleggingsmetoder er beskrevet i boka *Lean Production for Competitive Advantage* [4]. Følgende kartleggingsmetoder kan brukes til analysearbeid:

1. Ichikawa fiskebeinsdiagram
2. A3
3. 5x Hvorfor

1. Ichikawa fiskebeinsdiagram

Fiskebeins-diagram, som også blir kalt årsaks-/virkningsdiagram ble utviklet av Kaoru Ishikawa. Av den grunn blir den til tider også kalt Ishikawa-diagram og hensikten med den er å visualisere hvilke effekter og årsaker henger sammen. Dette har mange bruksområder og kan eksempelvis brukes til å visualisere identifiserte årsaks-/virkningsforhold. Fordelen med fiskebeinsdiagram er at det er et godt visuelt brainstorming verktøy som kan utløse flere eksempler på rotårsaker og hjelpe med å finne ut om samme rotårsaken går igjen flere ganger andre steder. Ulempen med metoden er at diagrammet kan være visuelt rotete dersom det er mange årsaker og at det er vanskelig å finne sammenheng mellom de ulike årsakene.

2. A3 problemløsning

A3 er en strukturert problemløsning og stammer fra ark-størrelsen A3. A3 er en kontinuerlig forbedringsmetode og oppsettet er basert på Edward Deming sitt PDCA oppsett. Poenget med bruken av A3 er at det går mye mer i dybden i forhold til PDCA oppsettet. Mens PDCA metoden jobber rundt 4 punkter (Plan, Do, Check, Act), tilbyr A3 en mer detaljert metode og har som oftest 8 punkter med problemløsning:

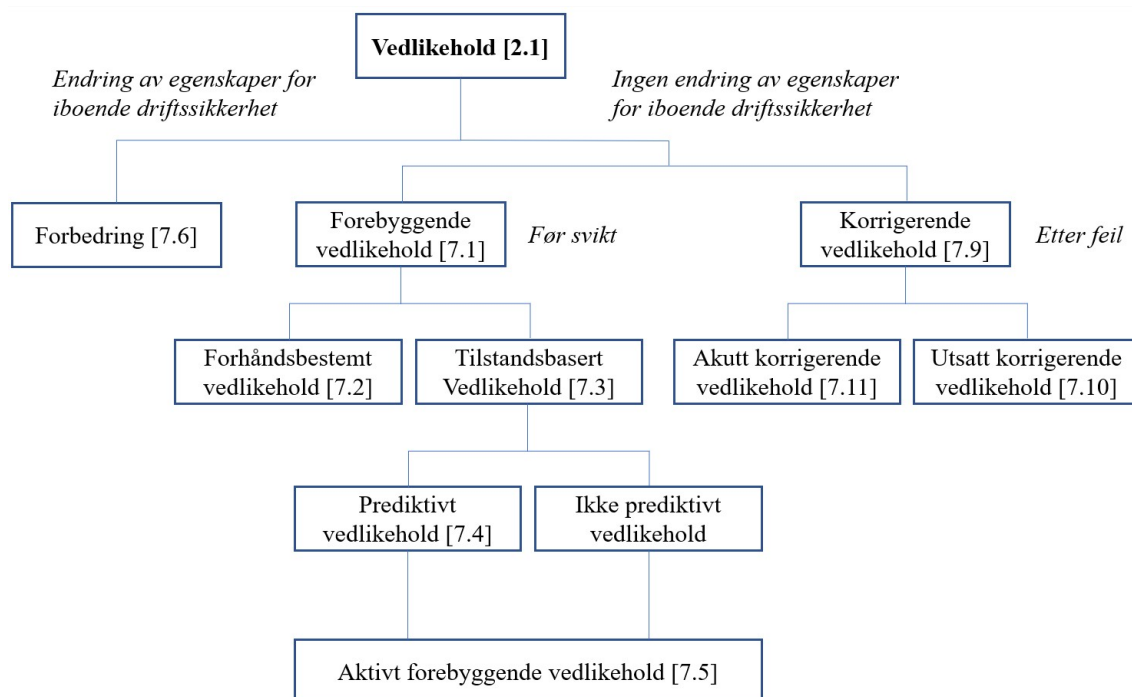
1. Observer problemet
2. Situasjonen idag
3. Problembeskrivelse og mål
4. Årsaksanalyse
5. Skisser løsninger
6. Vurder lønnsomhet
7. Tiltaksliste
8. Vurdering av tiltak og måloppnåelse

3. 5x Hvorfor

5x Hvorfor er en iterativ spørreteknikk som benyttes for å utforske årsak og virkning sammenhenger. Målet med teknikken er gjennom å stille samme spørsmålet - "hvorfor?" å komme ned til rotårsaken til et problem eller et defekt. Hver eneste gang spørsmålet blir besvart, så dannes det grunnlag for å stille det neste, samme spørsmålet. Dette gjentas så mange ganger som nødvendig for å komme ned til rotårsaken og det er ikke slik at alle problemer har et enkelt årsak. Dersom det er behov for å avdekke flere rotårsaker, så må man gjenta metoden, men stille spørsmålene i en annen rekkefølge. Resultatet til denne metoden begrenses av kunnskapen og utholdenheten til de involverte partene.

3.3 Vedlikeholdstyper

Figur 13, vedlikeholdstyper, er hentet fra NS-EN 13306:2017, vedlikehold - vedlikeholdsterminologi [5]. Tall i klammeparentes viser til punkt i denne standarden hvor de forskjellige vedlikeholdstypene er definert.



Figur 13: Vedlikeholdstyper definert i NS-EN 13306:2017 [5]

Vedlikeholdet kan klassifiseres i to hovedtyper:

- Forebyggende vedlikehold [7.1]
- Korrigerende vedlikehold [7.9]

Vedlikeholdet vi fokuserer på her er når det ikke foregår noen endringer av egenskaper for iboende driftssikkerhet. Dersom det foregår endring, så er man over på forbedring, slik Figur 13 illustrerer. **Forebyggende vedlikehold** har sin plass før en funksjonssvikt [2] og er planlagte aktiviteter som skal sørge for å:

- Hindre skader på miljø og mennesker og øke sikkerheten på utstyr og anlegg
- Hindre eller utsette feil eller svikt som fører til følgefeil og/eller ødeleggelse av artikler.
- Minke behovet for korrigerende vedlikehold

Det forebyggende vedlikeholdet styres av undergruppene forhåndsbestemt(planlagt) [7.2] eller tilstandsbasert [7.3].

Tilstandsbasert forebyggende vedlikehold er til å begynne med en tilstandskontroll som er enten kontinuerlig, periodisk eller ved behov. Tilstandskontroll anses å være en vedlikeholdsaksjon selv om det ikke blir utført direkte inngrep. Dette er tilfellet der tilstanden har anvist å være tilfredsstillende. Aktiviteter blir iverksatt når tilstanden ikke er tilfredsstillende og det er fortsett ansett å være Forebyggende vedlikehold så lenge aksjonen utføres før svikt. Dersom aktivitetene blir iverksatt etter svikt, så blir dette om til korrigerende vedlikehold, ettersom aksjonen er utført for å gjenvinne en krevd funksjon.

Forhåndsbestemt (planlagt) forebyggende vedlikehold er basert på faste vedlikeholdsintervaller som er enten kalender- eller driftstidbaserte. Det er viktig at sviktmekanismene som skal forebygges er tidsavhengige for at denne vedlikeholdstypen skal være effektiv.

Korrigerende vedlikehold utføres etter at en feil er oppdaget og er aksjoner som har til hensikt å få en enhet tilbake til en fungerende tilstand som gjør det mulig å utføre en krevd funksjon. Man må ofte først foreta en feilsøking for å identifisere og diagnostisere feilen når en korrigerende vedlikeholdsaksjon skal gjennomføres. Det neste steget er et inngrep som utbedrer feilen, og det siste steget er ofte en funksjonskontroll for å kvalitetssikre det utførte vedlikeholdet.

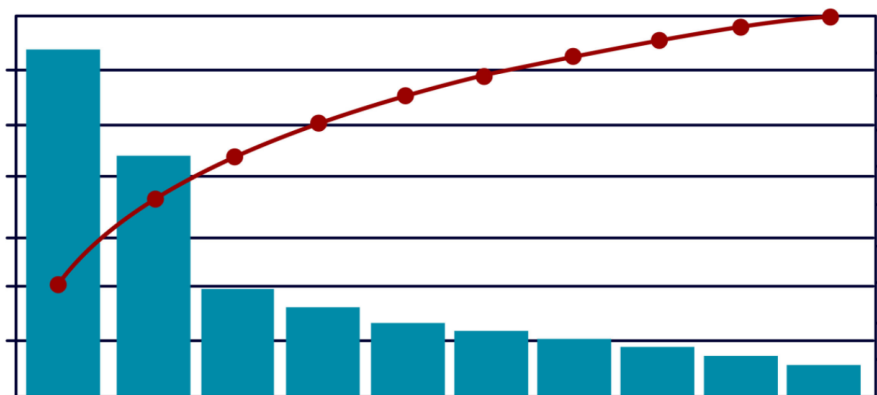
Korrigerende vedlikehold kan så deles inn i to undergrupper som er akutt og utsatt korrigerende vedlikehold. Den førstnevnte er et korrigerende vedlikehold som utføres umiddelbart etter en feil er blitt funnet. Denne typen aktiviteter utføres hovedsakelig for å utbedre feil som har store konsekvenser på områder med høy prioritet. Den sistnevnte, akutt korrigerende vedlikehold, er ikke noe som utføres med engang etter en feil er blitt funnet. Dette vedlikeholdet blir utsatt utifra gitte vedlikeholdsregler og utføres hovedsakelig for å utbedre feil som har lave konsekvenser på områder med mindre prioritet. I praksis brukes denne typen vedlikehold ofte der det ikke er etablert rutiner for forebyggende vedlikehold.

3.4 Kartleggings- og analysemetoder

I dette kapittelet blir teori rundt mulige kartleggings- og analysemetoder beskrevet. Hensikten er å ha dette som et teoretisk grunnlag når forbedringsløsninger diskuteres i kapittel 5. Følgende teori blir gjennomgått i dette kapittelet:

1. Pareto-prinsippet
2. Reliability centered maintenance (RCM)
3. PF-kurve
4. Kraljic-matrisen

3.4.1 Pareto-prinsippet



Figur 14: Eksempel på pareto diagram

Pareto-prinsippet er forklart i bøkene *Praktisk Prosjektledelse* [3] og *Lean Production for Competitive Advantage* [4]. Prinsippet tar utgangspunkt i at 80% av konsekvensene innenfor et område skyldes 20% av årsakene. For dette prosjektet er det snakk om at omtrent 80% av nedetiden kommer fra 20% av delene eller 80% av vedlikeholdskostnadene kommer av 20% av stoppårsakene.

Paretos 80-20-regel blir brukt som en beslutningsteknikk og Pareto-analyse skiller et begrenset antall faktorer statistisk for å definere hvilke har størst innvirkning på et utfall. Dette tillater bedrifter å finne ut hvilke problemområder fortjener mest oppmerksomhet og legger viktig fakta på bordet som blir brukt til å sette prioriteringer. For å få ta i bruk pareto analyse er det viktig å ha registrert nedetids-årsakene. Denne informasjonen kan videre bli brukt til å finne ut hvordan menneske, maskin og metode fører til nedetid.

Nedsiden med pareto analysen er at den kan være begrenset av dets ekskludering av potensielt viktige feil som kan være små til å begynne med, men som blir større med tiden. På Figur 14 ser man eksempel på et typisk Pareto diagram, der søylene representerer de ulike forekomstene, den vertikale aksene (y-aksen) er frekvensen av forekomster eller kostnader knyttet til disse og den horisontale aksene (x-aksen) er den kumulative prosentdelen av det totale antallet av forekomster. De forekomstene (eller feilene) helt til høyre er visuelt små, men det er nettopp disse som har potensiale til å utvikle seg til å være et faremoment. Det kan av denne grunnen være en fordel å kombinere denne analysen med andre analyseverktøy som for eksempel feiltre analyse eller feil mode og effekt analyse. Det er viktig å ha i bakhodet at 80/20 regelen er en tommelfinger regel og ikke en uforanderlig naturlov.

3.4.2 Reliability centered maintenance - Pålitelighetsstyrt vedlikehold

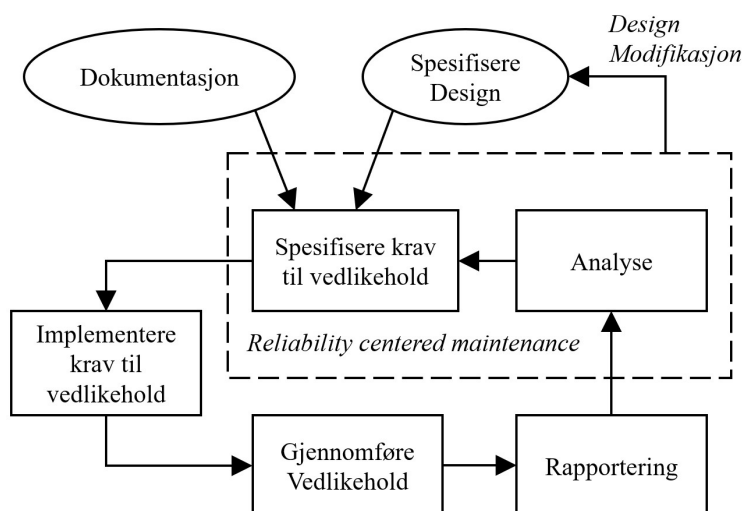
Dette kapitlet beskriver ikke i detalj hvordan Reliability centered maintenance (RCM) analyse gjennomføres, men tar for seg fordeler og hvorfor man bør implementere RCM i vedlikeholdet. I følge Jørn Vatn [10], NTNU, er RCM en metode for:

- systematisk analysere systemfunksjoner. For å se:
- hvordan disse kan feile. For å kunne:
- etablere et forebyggende vedlikeholdsprogram. Som balanserer:
 - Sikkerhet
 - Tilgjengelighet
 - Kostnader

RCM benyttes i forbindelse med vedlikeholdstekniske analyse og er en strukturert metodikk. Dette gjelder alle faser av et utstyrs/anleggs levetid fra prosjektering til drift til utfasing.

Figur 15 viser hvordan RCM kan påvirke vedlikeholdssløyfa gjennom å implementere RCM i vedlikeholdsprogrammet. ifølge Bye [2] vil erfaringer fra drift og vedlikehold danne grunnlag for kontinuerlig forbedring av vedlikeholdet. Figur 15 illustrerer også at en RCM analyse kan medføre forslag til designendringer. RCM analyse kan ifølge Bye [2] blant annet oppnå følgende:

- Identifisere og vedlikeholde utstyr som utfører kritiske funksjoner
- Optimalisere forholdet mellom FV og KV
- Prioritering av vedlikeholdsaksjoner
- Bestemme optimalt intervall for vedlikehold
- Verifikasjon av reservedelsbehov
- Strukturere driftserfaring og erfaringsoverføring
- Identifisere og dokumentere behov for innføring av tilstandsbasert vedlikehold.
- Vise bedriften et gjennomtenkt vedlikeholdsprogram

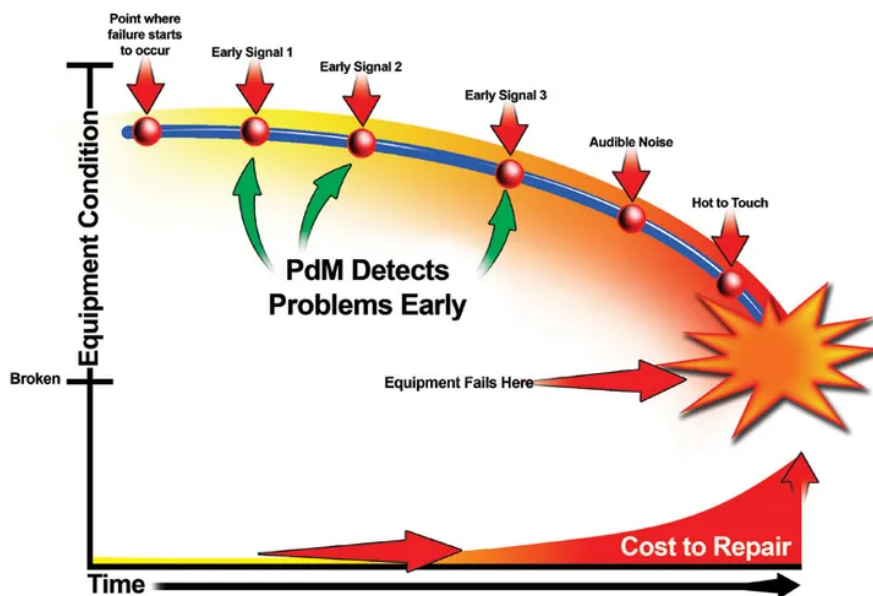


Figur 15: RCM i vedlikeholdssløyfen, hentet fra vedlikehold og driftssikkerhet [2]

3.4.3 PF-kurve

Tilstandskontroll har sin plass i vedlikehold. En mulig vedlikeholdsmetode å bruke er å lage en PF-kurve for en spesifikk del eller komponent av maskinen og se på P-F Intervallet. P-en i intervallet er punktet der det forekommer potensiale for et svikt og F-en i intervallet er da den faktiske svikten forekommer. Her skiller vi mellom to typer svikt: funksjonell svikt og total svikt. Funksjonell svikt er det som er illustrert i Figur 16 og er da komponenten ikke klarer å yte nok til å utføre oppgaven slik den er ment, mens total svikt er når komponenten ikke klarer å yte i det hele tatt. Et eksempel på funksjonell svikt er når et hjullager er veldig slitt, skaper mye vibrasjon og varme, som fører til at den ikke klarer å spinne raskere enn 100rpm, når det egentlig er behov for minst 150rpm. En måte å utføre tilstandskontroll for å se dette er ved bruk av infrarød kamera. Et eksempel på total svikt er når hjullageret er fullstendig ødelagt og klarer ikke å spinne lenger.

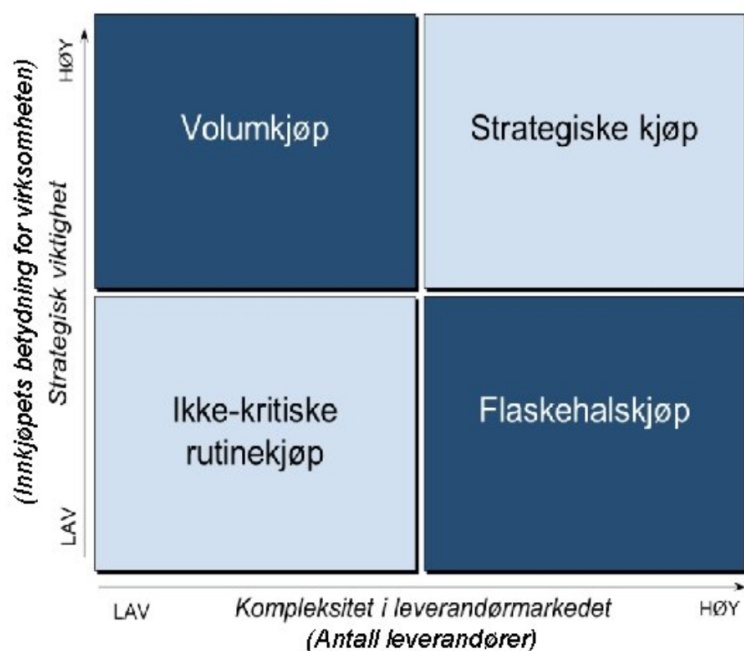
Valg av vedlikeholdsmetode avhenger av om komponenten har en målbar feilutvikling [2]. For komponenter uten økende sviktintensitet, så er det slik at kun 8-29 prosent er aldri betinget, som vil si at feilraten øker med alderen. For disse komponentene kan det være aktuelt å utføre tilstands kontroll. For øvrige 71-92 prosent av komponenter er feilraten konstant, tilfeldig, eller "tidlig". Disse komponentene kommer ikke tilstands kontroll til å ha noen effekt på, men kan likevel bidra til å sikre optimale driftsbetingelser.



Figur 16: PF-kurve, oppdatert illustrasjon hentet fra Maintech

Når det kommer til de 8-29 prosent av komponentene som har økende feilrate (sviktintensitet), så er der noen kriterier for at tilstands kontroll skal gi verifikasjon og vedlikeholdsbeslutning. Det første kriteriet er at komponenten må ha en kritisk systemfunksjon og det andre kriteriet er at komponenten har nok tid i et P-F intervall til å sørge for effektivt inspeksjonsintervall og tilstrekkelig respons tid. Dersom P-F intervallet er for kort, så er man nødt til å se inn på andre vedlikeholdsmetoder, da mangel på sikker vedlikehold kommer til å gå utover driftssikkerheten.

3.4.4 Kraljic-matrisen



Figur 17: Kraljic Matrise

Innen forsyningskjede-styringen, er Kraljic matrisen en metode som blir brukt til å skille ulike typer innkjøp ved å dele dem i 4 klasser. Disse klassene er basert på kompleksiteten i markedet og den strategiske viktigheten for bedriften. Disse to brukes som hver sin akse i Kraljic matrisen og gjør det mulig for bedriften å definere optimale innkjøpsstrategi for hver av de 4 typene innkjøp, eller leverandører om man velger å fokusere på det [11] [2]. Innkjøpskvalifiseringen begynner med klassifisering av alle varer, komponenter, produkter og tjenester i følgende 4 klasser:

Strategiske artikler - Her plasseres artikler som er av høy strategisk viktighet med høy kompleksitet i leverandørmarkedet. Sånne typer artikler er viktige for bedriften både med tanke på økonomisk innvirkning og forsyningstilstanden fra komplekse leverandørmarkeder. Disse artiklene trenger mest oppmerksomhet fra innkjøpssjefer, ettersom det er viktig å sikre seg slike artikler ved å bygge langsiktige stabile forsyningsrelasjoner. Risiko må analyseres og håndteres regelmessig, beredskaper må planlegges og i visse tilfeller kan det være hensiktsmessig å satse på selvforsyning, ved å produsere artikkelen selv.

Volumkjøp - Her plasseres artikler som er av høy strategisk viktighet med lav kompleksitet i leverandørmarkedet. Artikler i denne klassen er viktige for bedriften, men det finnes rikelig med leverandører. For bedriften gjelder det å finne optimal styring av disse innkjøpskategoriene, og utføre kjøp i større volumer. Bedriften bør bruke forhandlingsmakten sin i overfloden av tilbud med jevnlig forhandlinger.

Ikke-kritiske artikler - Her plasseres artikler som er av lav strategisk viktighet med lav kompleksitet i leverandørmarkedet. Målet for artikler i denne klassen bør være å øke effektiviteten i anskaffelsesprosessen og minke trykket på innkjøpsavdelingen. Dette kan eksempelvis utføres ved å flytte innkjøpet over på lokale ledere i den delen av bedriften der det er bruk for artiklene.

Flaskehals artikler - Her plasseres artikler som er av lav strategisk viktighet med høy kompleksitet i leverandørmarkedet. Slike artikler har lite påvirkning i bedriftens økonomi, men markedet kan føre til flaskehals. Fokuset bør være å skaffe seg forsyningsrelasjoner som sikrer leveranse, mens

man legger mindre vekt på kostnadene.

I utgangspunktet er Kraljic matrisen utviklet for kartlegging av innkjøp, og ikke leverandører. Det er slik at matrisen fungerer like bra for å skille ulike kategorier av leverandører.

3.4.5 Klassifisering av reservedeler

I følge boka til Bye [2], er det slik at reservedeler kan klassifiseres i to hovedtyper:

- Forbruksreservedeler
- Beredskapsreservedeler

Beredskapsreservedeler er ofte styrt av erfaringer og er reservedeler som i utgangspunktet skal lagerføres. Disse delene kjennetegnes ofte med:

- Stillstands-kostnader er høye
- De er dyre i anskaffelse
- Har lavt forbruk
- Brukt som regel for uforutsigbare og plutselige feil som ikke har målbar skadeutvikling

Beredskapsreservedeler skal vanligvis kun lagerføres dersom stillstandskostnadene er høyere enn kostnadene knyttet til lagerholdet av gitte reservedelen(e).

Forbruksreservedeler er ofte styrt av tilstand og er reservedeler som i utgangspunktet skal anskaffes ved behov. Disse delene kjennetegnes ofte med:

- Brukt ofte for feil som har målbar skadeutvikling
- Har høyere forbruk / etterspørsel er ofte delvis kjent
- Forbruket er relativt uregelmessig

Fra definisjonen av ledetid, så er det slik at det er tiden beslutningen om bestilling av reservedelen(e) er tatt til reservedelen(e) ligger klar til disposisjon på lageret. Sannsynligheten for at det er behov for en eller flere av forbruksreservedeler under ledetiden, gjør at bedriften må ta hensyn til ledetiden i forhold til om det er nødvendig med lagerhold.

3.4.6 Analyse av reservedeler

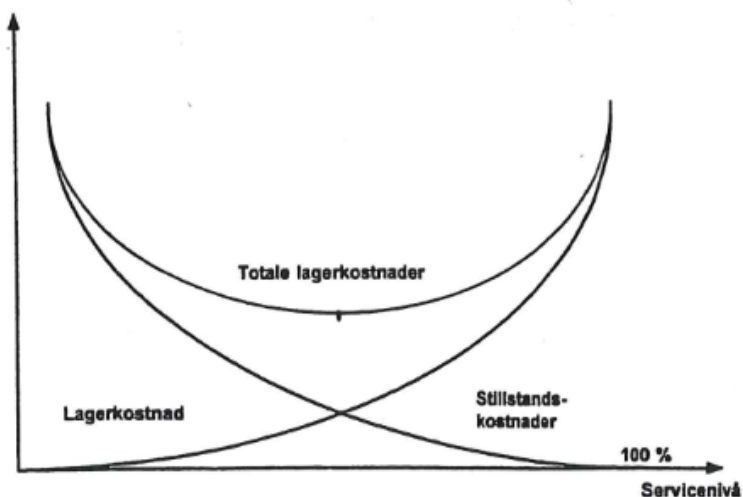
Bye [2] beskriver ulike strategier for anskaffelse av reservedeler planlagt ut ifra deres omsetningsfrekvens. For reservedeler med lav omsetningsfrekvens, så kan det være vanskelig å bestemme bestillings størrelse. Grunnen til dette er at der er usikkerhet rundt fremtidig behov. I dette tilfellet er det lurt å vurdere hvor kritisk delen er og bestille slik at man får økonomisk optimalt resultat, istedet for å bestille mer for å oppnå høyest mulig sikkerhet. Måten man gjør dette på er å finne alle kostnader som kan forekomme som et følge av mangelen av den aktuelle delen på lageret og planlegge ut ifra det.

Situasjonen blir litt annerledes når man lager bestillinger for reservedeler med høy omsetningsfrekvens. For disse er det etterspørsel og anskaffelses tiden som er bestemmede faktorer for både bestillingens størrelse og mengden deler som er forventet til å bli brukt mellom leveransene. I slike tilfeller er man avhengig av et sikkerhetslager og dens inventar avhenger av kravene bedriften har til sikkerhet for de ulike delene. Det er alltid mulighet for tilfeldige feil, noe som må tas til hensyn under bestillingsprosessen.

Definisjonen for servicenivået er “Sannsynligheten for at en reservedel finnes på lager når den etterspørres” [2], og kan uttrykkes slik:

$$\frac{\text{Etterspørsel som kan tilfredsstilles fra eget lager}}{\text{Total etterspørsel}}$$

Videre er det slik at servicenivået kan variere fra 0 til 100%, som forholdsvis betyr at det går fra at der er ingen deler på lager til at det er utelukket at det mangler reservedeler ved behov. 0% er et realistisk alternativ for beredskapsdeler, dersom man har vurdert økonomiske og sikkerhetsmessige konsekvenser og funnet ut at det er et gunstig valg for bedriften.

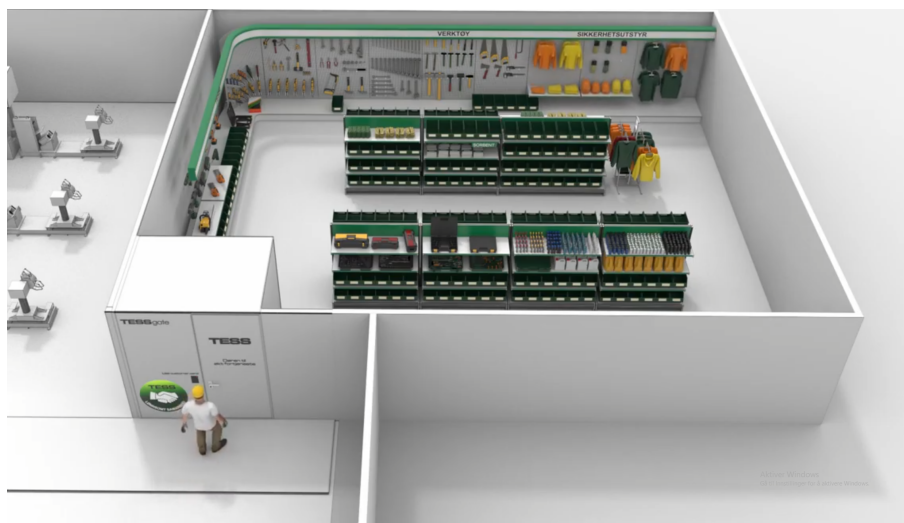


Figur 18: Totale lagerkostnader som funksjon av servicenivået

Figur 18 viser hvordan sammenhengen mellom kostnader og varierende servicenivå henger sammen. Den illustrerer hvordan stillstands kostnader går ned og lagerkostnadene går opp desto høyere servicenivået er. Utdrøingen med dette er å fastlegge det riktige servicenivået som gir laveste totale lagerkostnader. Dette er noe som vil variere ut ifra kritikaliteten på deler og maskiner.

Fastsettelse av servicenivå, krav til produksjonstilgjengelighet og produksjonsplaner er en forutsetning og for å minimalisere kostnadene ved lagerstyring av reservedeler, så må man se på sannsynligheter for noen kostnader. Den ene er sannsynlig kostnad for å holde en spesiell reservedel på lageret og den andre er de sannsynlige kostnadene for reparasjon og produksjonsbortfall når det mangler en del på lageret. Utfører man en kost/nytte analyse av en reservedel og finner ut at det er høyere kostnader med å kjøpe og ha en reservedel på lageret enn kostnadene som vil forekomme når det er faktisk behov for delen, så vil det sannsynligvis være et riktig valg å ikke ha delen på lageret.

3.5 TESSgate



Figur 19: Eksempel på en TESSgate

TESSgate er en teknisk løsning laget av TESS. Teknologien benytter RFID-brikker som festes til en artikkel, artikler Norsk Kylling har i denne løsningen er definert som forbruksartikler, eksempler på slike artikler er skruer, strips, bor, kjemikalier mm . Dette lageret hjelper bedriften å ha kontroll på uttak og forbruk av definerte artikler, uttak-registrering skjer ved hjelp av en RFID-leser som er plassert i utgangen (“i slusen”) av TESSgate. Slusen ser man nederst til venstre på Figur 19.

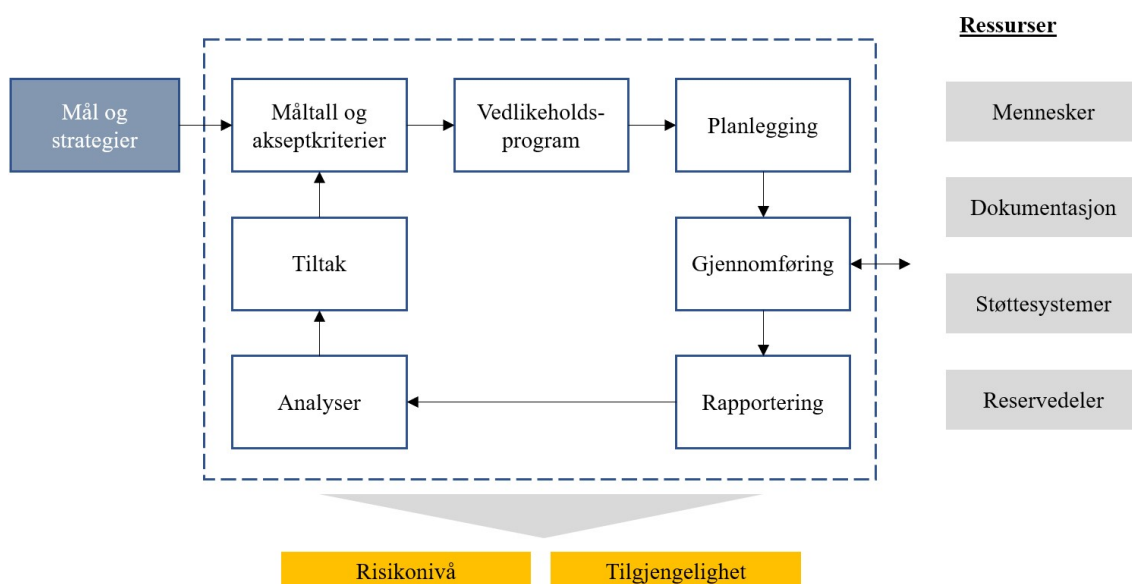
Prinsippet innebærer at tekniker går i TESSgate og henter den han har behov for. All informasjon om uttak, antall, tidspunkt, bruker og artikler blir videresendt til TESS sitt sentrale vedlikeholdssystem som sørger for fakturering til Norsk Kylling og etterfylling av artikler. Driftskostnader av TESSgate betales i form av en månedlig leiepris til TESS.

Dersom TESSgate er brukt til sitt fulle potensiale, så er det et ypperlig verktøy. Det er mulighet for å bruke data fra dette systemet til å finne ut hvor mye et prosjekt eller reparasjon har kostet å vedlikeholde. Samme data kan videre bli brukt til å kartlegge hvilke deler det går mest av og frekvens på forbruket.

4 Hoveddel

Resultater beskrevet i dette kapitlet er å anse som en ståstedsanalyse omtrent ett år etter Norsk Kyllings oppstart av ny fabrikk på Orkanger. Resultater og tall som fremkommer i denne kartleggingen er ikke nødvendigvis reelle for tidligere- eller fremtidig drift.

I dette kapitlet vil det bli gitt en kort prosjektbeskrivelse før vedlikeholdsfunksjonen til Norsk Kylling blir kartlagt punkt for punkt etter vedlikeholdssløyfa som er vist på figur 20. I siste delkapittel blir tiltak og forbedringsforslag presentert uten å tolke hva de betyr.



Figur 20: Vedlikeholdssløyfa hentet fra Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6]

4.1 Prosjektbeskrivelse

Hensikten med dette prosjektet er å kartlegge faktorer som påvirker tilgjengelighet på prosessutstyr og innkjøp av reservedeler. Dette for å sikre minimal nedetid på maskiner og utstyr på grunn av mangel på reservedeler. Dette innebærer å ha et mest mulig forutsigbart reservedelsbehov og sikre tilgang på reservedeler til driftskritisk utstyr.

Forbedringsarbeid og læring tar utgangspunkt i PDCA-sirkelen, denne sirkelen viser at forbedringsarbeid er kontinuerlig. Forbedringssirkelen brukes både for å kvalitetssikre arbeidsoperasjoner og som prinsipp for planlegging og oppfølging [3].

Vedlikeholdssløyfa, se figur 20, er bygd opp etter prinsipper i PDCA-sirkelen der alle oppdrag starter med *planlegging* (Plan), deretter *gjennomføres* (Do) det som er planlagt. I neste trinn *rapporteres og analyseres* (Check) kvalitetsytelsen før eventuelle forbedringer, *tiltak* (Act), utføres. Vedlikeholdssløyfa brukes derfor aktivt i kartleggingsarbeidet.

4.2 Mål og strategi

I dette delkapittelet er mål og strategier for Norsk Kylling kartlagt. Det er tatt utgangspunkt i teori beskrevet i kapittel 3.2.1 og figur 10 målhierarki. Det er viktig at mål og strategier for vedlikeholdet gjenspeiler bedriftens overordnede mål. NS-ISO 55000:2014 [12], forvaltning av anlegg og verdier, kan brukes til fordypning i hvordan en bedrift skal sette eller nå sine overordnede mål.

4.2.1 Norsk Kyllings mål og strategier

Norsk Kyllings visjon, målsetning og strategi står beskrevet i bedriftens ansvarsrapport [1] fra 2020. Bedriftens mål er: *å bli verdens beste næringsmiddelverdikjede*. For å oppnå dette har bedriften definert fire pilarer for bærekraftig utvikling, disse er: dyrevelferd, miljø, sosialt ansvar og verdistyring.



(a) Visjon og strategi

(b) Arbeid mot å nå FNs bærekraftsmål

Figur 21: Visjon, strategi og arbeid for å nå FNs bærekraftsmål, fra NKs ansvarsrapport [1]

Norsk Kylling har synliggjort sitt bidrag til å nå FNs bærekraftsmål gjennom å kommentere de ulike bærekraftsmålene, figur 21b viser hvordan dette er gjort. Dette inkluderer bærekraftsmål innen alle tre dimensjoner for bærekraftig utvikling: klima og miljø, sosiale forhold og økonomi. Listen nedenfor er eksempler på hvilke mål vedlikeholdsavdelingen kan være med å påvirke.

1. SDG7: “Øke effektiviteten i hele vår verdikjede”
2. SDG8: “Øke økonomisk produktivitet gjennom teknologisk fremgang og innovasjon”
3. SDG12: “Redusert matsvinn og plattforbruk. Utnytte råstoff og resirkulerer
4. SDG13: “Skape en grønn verdikjede”
5. SDG14: “Initiativer for gjødselbehandling, hindre avrenning til vassdrag”

4.2.2 Teknisk avdelings mål og strategier

Prosjektgruppen har brukt Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6] som er tilgjengelig for teknisk personell på Norsk Kyllings bedriftsnett som utgangspunkt for denne studien. Vedlikeholdshåndboken ble publisert januar 2020. Det er ingen revisjonshistorie som tyder på at denne har blitt oppdatert etter dette tidspunkt. Vedlikeholdshåndboken tar blant annet for seg følgende:

1. Organisering av teknisk avdeling
2. Vedlikeholdstrategi
3. Arbeidsmetode
4. Planlegging
5. Delelager
6. Utføring

I listen over inngår flere kapitler og underkapitler, men i kartleggen finner ikke prosjektgruppen at teknisk avdeling har mål eller strategier på funksjonsnivå knyttet mot organisasjonens bedriftsmål. Dette bekreftes av Norsk Kyllings tekniske sjef i et avklaringsmøte i slutten av april. Under dette møtet fikk prosjektgruppen tilgang til et støttedokument som var utarbeidet i forbindelse med vedlikeholdshåndboka, men heller ikke der finner prosjektgruppen konkrete mål og strategier knyttet til bedriftens organisasjonsmål.

I den grad det er snakk om strategi er det snakk om vedlikeholdsstrategi som omhandler forebyggende eller korrektiv vedlikeholdstilnærming. Det er da snakk om vedlikeholdsprogram og ikke overordnet mål og strategi for vedlikeholdet, se figur 13 *vedlikeholdstyper*.

Vedlikeholdstype kartlegges i delkapittel 4.4 under vedlikeholdssløyfas punkt om vedlikeholdsprogram. Vedlikeholdsstrategi er definert etter NS-EN 13306:2017 [5] som en ledelsesmetode som brukes for å oppnå vedlikeholdsmålene.

4.3 Måltall og akseptkriterier

Måltall er indikatorer som kontinuerlig skal følges opp og for å vurdere og forbedre en aktivitet, nærmere beskrivelse av måltall og akseptkriterier finnes i kapittel 3.2.2. NS-EN 15341:2019 [13], ytelsesindikatorer for vedlikehold, gir retningslinjer for å definere passende indikatorer for å vurdere, forbedre effektivitet og bærekraft innen vedlikehold. Vedlikeholdsavdelingen hos Norsk Kylling har utviklet en rekke KPI'er for oppfølging, disse ligger innenfor følgende hovedkategorier.

1. Vedlikeholdsstrategi
2. Planlegging
3. Tilgjengelighet og produktivitet
4. Kostnadsstyring
5. Kvalitet og HMS

I tilgjengelig dokumentasjon som prosjektgruppen har fått tilgang til er det utviklet totalt 20 KPI'er for vedlikeholdsavdelingen. 60 % av disse blir målt i bedriftens vedlikeholdssystem, inforEAM, resterende KPI'er blir manuelt registrert i excel-ark eller automatisk gjennom bedriftens timeregistreringssystem. Tabell 3 nedenfor viser KPI'ene som er spesielt interessant for dette prosjektet.

Kategori	KPI	Beskrivelse	Mål
Vedlikeholdsstrategi	Andel FV	Andel er forbyggende vedlikehold (FV)	60%
Vedlikeholdsstrategi	Andel KV	Antall akutthendelser, korrektivt VH.	TBD
Tilgjengelighet	Nedetidsårsak	Andel forårsaket av årsak x?	??
Tilgjengelighet	Tid mellom stopp	Gj.snittstid mellom hver uønsket stopp	??
Tilgjengelighet	Rotårsaksandel	Andel stopp som analyseres videre	??
Kostnadstyring	Alder reservedeler	Varelagerets kurrans	Lav
Kostnadstyring	Omløpshastighet	Hvor ofte skiftes lageret ut	??
Kostnadstyring	Kapitalbinding	Verdier bundet til delelager	??
Kostnadstyring	Servicenivå	Delelagerets leveringsdyktighet	??

Tabell 3: Måltall som påvirker reservedeler og reservedelslager

Måltall for vedlikeholdsstrategi og kostnadsstyring i tabell 3 følges opp via bedriftens vedlikeholdssystem, inforEAM, mens måltall for tilgjengelighet rapporteres av skiftledere og linjeledere, disse følges videre opp av teknisk stab, produksjonsavdeling og fabrikkledelse. Det er gjennom kartleggingen avdekket at servicenivå, som skal måle delelagerets leveringsdyktighet mot interne kunder, mangler korrekt data og blir ikke målt. Servicenivå er per i dag satt opp til å måle etter formel 7.

$$\text{Servicenivå} = \frac{\text{Antall tilfeller deler ikke finnes på lager}}{\text{Antall deleuttak}} \quad (7)$$

Der er kartlagt etter kontakt med systemleverandør av inforEAM, at Norsk Kyllings akseptkriterie for servicenivå ikke fungerer etter sin hensikt.

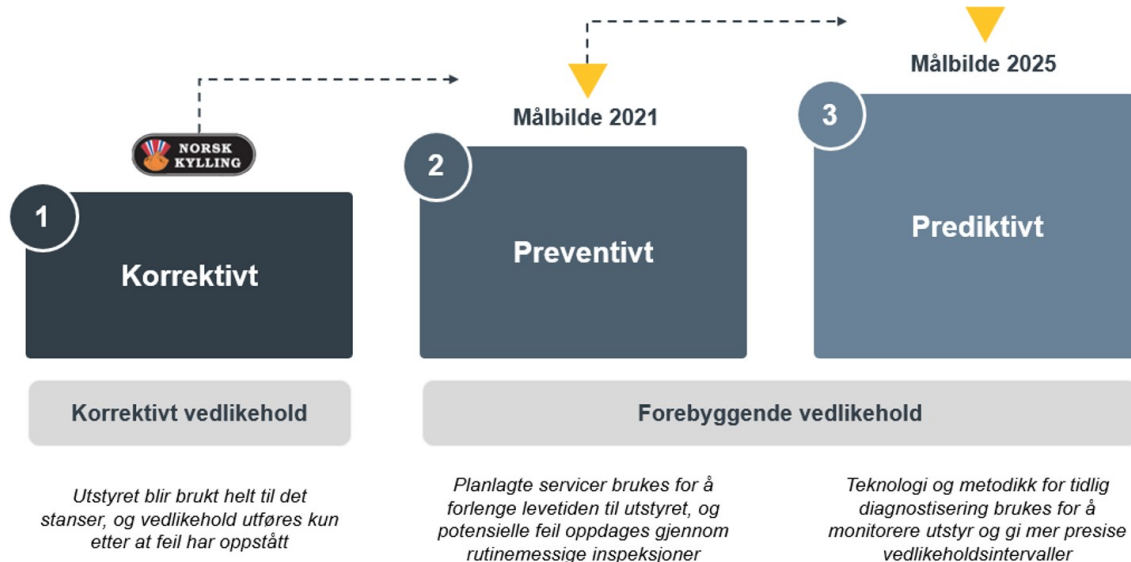
OEE (Overall Equipment Effectiveness) er beskrevet i kapittel 3.2.2, spesielt interessant for denne oppgaven er formel 4 for tilgjengelighet. Norsk Kylling har mulighet til å monitorere en stor del av maskinparken i forhold til ren driftstid, men mangler foreløpig integrasjon i denne systemleveransen til å registrere stopptidsårsaker.

Måltall og akseptkriterier blir i liten grad visuelt fremstilt til utførende teknikere, teknisk stab har tilgang til disse gjennom vedlikeholdssystemet. Akseptkriterier for indikatorene er heller ikke kommunisert.

4.4 Vedlikeholdsprogram

Teoretisk bakgrunn for vedlikeholdsstrategi er beskrevet i kapittel 3.2.3 og er illustrert i figur 11 i samme kapittel. Følgende vedlikeholdsmål kan leses ut av Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6]:

- Vedlikeholdet hos Norsk Kylling preges i grad av korrigerende tilnærming, og målet er over tid å arbeide mer forebyggende.
- Teknisk sin primære oppgave er i all hovedsak å fungere som en støttefunksjon til produksjon ved å blant annet sikre høyest mulig oppetid på fabrikken.
- Ha raskest mulig responstid ved behov for støtte i produksjonen



Figur 22: Vedlikeholdsstrategi og fremtidsvisjon Norsk Kylling, hentet fra VH-håndbok

Norsk Kylling gir gjennom sin vedlikeholdshåndbok [6] en god beskrivelse av nå-situasjon (2020) og ønsket målbilde for vedlikeholdstilmærming (2025), se figur 22. Vedlikeholdshåndboken beskriver videre betydning av korrektivt vedlikehold uten å skille mellom akutt- og utsatt korrigerende vedlikehold.

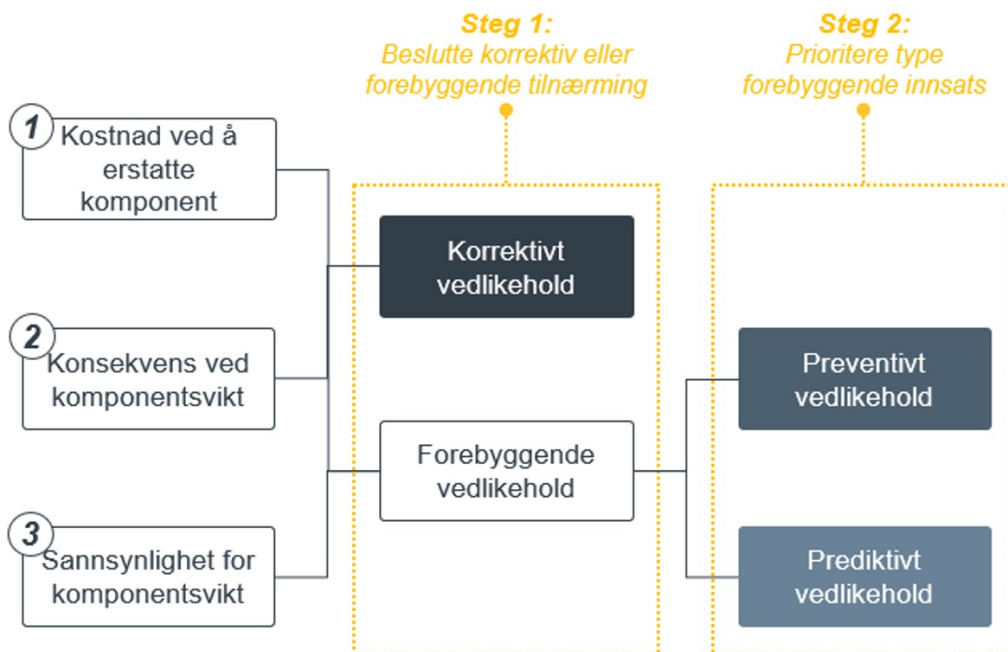
Vedlikeholdshåndboken skiller forebyggende vedlikehold i preventivt og prediktivt vedlikehold. Med preventivt vedlikehold menes her det som heter forhåndsbestemt vedlikehold i figur 13, vedlikeholdstyper, mens prediktivt vedlikehold referer til tilstandsbasert vedlikehold i samme figur.

Risiko er driver knyttet til etablering av vedlikeholdsstrategi. Strategien baseres på risikovurderinger og lønnsomhetsvurderinger, og defineres gjennom følgende tre spørsmål:

- Hva kan gå galt?
- Hvor trolig er det at det skjer?
- Hvis det skjer - Hva er konsekvensene?

Figur 23 viser en veileder på hvordan Norsk Kylling ønsker at valg av vedlikeholdstilmærming skal gjøres. Et vedlikeholdsoppdrag skal i tillegg til en kvalitativ vurdering, vurderes innenfor to dimensjoner, disse er:

- Risiko for stopp
- Kostnad ved stopp



Figur 23: Modell for valg av vedlikeholdstilnærming, hentet fra VH-håndbok

4.4.1 Vedlikeholdsterminologi og begrepsavklaringer

Det registreres i kartleggingen at terminologi om vedlikeholdstyper brukt i vedlikeholdsprogram og vedlikeholdshåndbok [6] er ulik, for terminologi brukt i vedlikeholdsboka se kapittel 4.4. Prosjektgruppen har etter samtale med teknisk sjef funnet følgende betydninger for vedlikeholdstyper brukt i bedriftens vedlikeholdssystem:

- *Akutt korrektivt*: Vedlikehold som utføres etter svikt
- *Forebyggende enkelttiltak*: Utbedringer som gjennomføres før havari
- *Forebyggende periodisk*: Tidsfastsatt forebyggende vedlikeholdsjobber
- *Modifikasjon*: Forbedringsoppgaver
- *Planlagt korrektivt*: En breakdown som skal utføres på senere tidspunkt

Det bekreftes fra teknisk sjef at vedlikeholdet ennå ikke er kommet til et nivå der det drives tilstandsbasert forebyggende vedlikehold etter figur 13 i kapittel 3.3.

Etter et avklaringsmøte mellom prosjektgruppen og teknisk sjef ble det konkludert med at forebyggende enkelttiltak er å betrakte som: *endring av egenskaper for iboende driftssikkerhet*, som etter figur 13 betyr forbedring.

4.4.2 Vedlikeholdsvindu

Vedlikeholdsfunksjonens primære rolle ved Norsk Kylling er å støtte drift, Norsk Kylling produserer i tidsrommet mandag-fredag 05:00-2300, avhengig av prosess avslutter produksjonsavdelingene til forskjellig tidspunkt.

Vedlikeholdsvindu for forebyggende vedlikehold er kartlagt av Norsk Kylling, tid er avsatt før og etter produksjonsstart/-slutt på hverdager, samt på lørdager og søndager.

Utførende teknikere sier gjennom uformelle samtaler at de likevel har liten tilgang til maskiner og utstyr for å gjøre forebyggende vedlikehold. Årsak(er) til dette kan være:

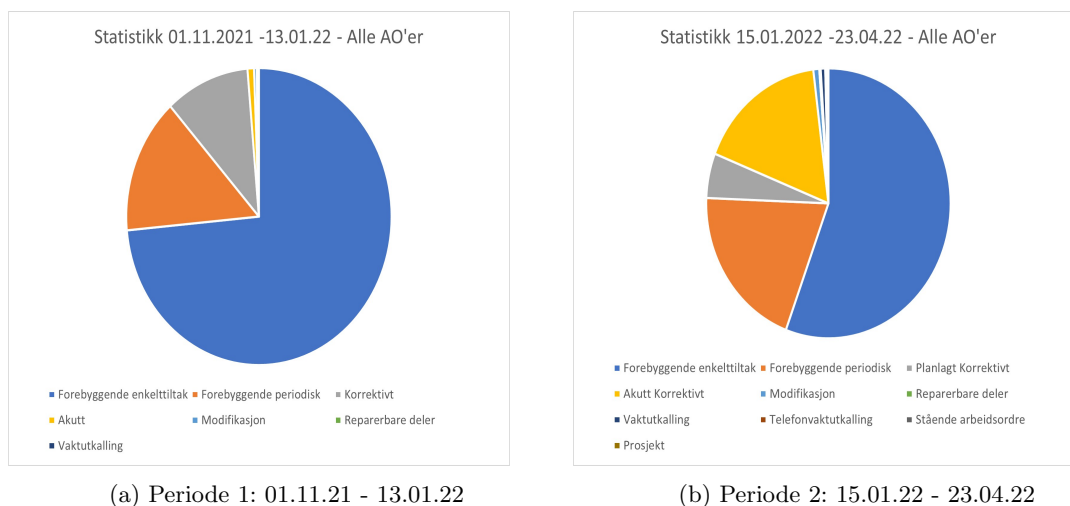
- Det produseres i større grad på lørdager enn opprinnelig tenkt, støtte til drift må prioriteres
- Det produseres lengre på hverdager enn opprinnelig tenkt, støtte til drift må prioriteres
- Flere akutte vedlikeholdsoppdrag og forebyggende enkelttiltak enn antatt
- Vedlikeholdstopp i produksjonen ikke planlagt
- Vedlikeholdsavdeling varsles ikke om maskiner som ikke er i drift

Etter produksjonsslutt gjennomfører produksjonsansatte en grovvask av produksjonsutstyr, når dette er gjennomført er det et vedlikeholdsvindu på 1-2 timer før vaskere kommer for å skumme og vaske ned hele slakte- og prosessanlegget.

Erfaring gitt av teknikerne tilsier at feilsøking og forebyggende vedlikehold er vanskelig å gjøre mens vasking og spyling av anlegget pågår. Ytterligere kartlegging av vedlikeholdsvindu er ikke utført.

4.4.3 Dominerende vedlikeholdstilnærming ved Norsk Kylling

Basert på historikk i vedlikeholdssystemet, inforEAM, har prosjektgruppen over to perioder målt andelen korrigerende og forebyggende vedlikehold utført ved Norsk Kylling. Årsaken til at det er målt over 2 perioder er at teknisk ledelse i større grad har påvirket utførende teknikere til å føre korrekt vedlikeholdstype i periode 2, 15.01.22 - 23.04.22.



Figur 24: Innsamlet statistikk over 2 perioder

Dominerende vedlikeholdstype for begge perioder er forebyggende enkelttiltak, betydningen av denne vedlikeholdstypen ble som beskrevet i kapittel 4.4.1 som: *endring av egenskaper for iboende driftssikkerhet*, som etter figur 13 betyr forbedring.

Diagrammene i figur 24a og 24b er ikke direkte sammenlignbar da beskrivelse av vedlikeholdstype har endret seg mellom periodene. Dog skal fargekoder i diagrammene kunne sammenlignes og dermed gi en visuell indikasjon på endring og dominerende vedlikeholdstyper for begge perioder.

Andel *forebyggende enkelttiltak* er i figur 24 synliggjort som blå del av diagram. For periode 2 har andelen *akutt korrektivt*, gul del av diagrammet, økt betydelig etter bevestigjoring av terminologi, andelen *forebyggende enkelttiltak* har blitt redusert tilsvarende. Orange del viser *forebyggende periodisk* som mellom periodene har økt noe, den ligger i periode 2 på omtrent 20%.

Det ble kommunisert fra teknisk ledelese at en 60/40 fordeling mellom forebyggende og korrigerende vedlikehold kanskje kan være riktig målsetning for vedlikeholdet ved Norsk Kylling.

En medvirkende årsak at forebyggende enkelttiltak er dominerende vedlikeholdstype kan være:

- Forebyggende enkelttiltak ligger inne som standardvalg ved opprettelse av AO
- Aktivt valg av vedlikeholdstype blir ikke gjort av den som oppretter AO

Det er gjennom studien kartlagt at operatørvedlikehold gjennomføres i liten grad, men at det arbeides med å få dette inkludert i totalvedlikeholdet.

4.5 Planlegging

Planlegging av vedlikeholdsoppdrag hos Norsk Kylling er til dels krevende da vedlikeholdsvinduet, beskrevet i kapittel 4.4.2, mellom produksjonsslutt og nedvask av maskiner/ utstyr er relativt kort, i tillegg blir lørdager ofte brukt som en ekstra produksjonsdag.

I dette kapittelet kartlegges vedlikeholdsavdelingens møtestruktur, når maskiner og utstyr er tilgjengelig for vedlikehold (vedlikeholdsvindu), og kort om eksisterende FV-jobber og hvordan disse er generert.

4.5.1 Planlegging og ressursstyring

Det er etablert en møtestruktur på teknisk avdeling for planlegging og ressursstyring for å:

- Prioritere ressurser og arbeidsoppdrag
- Informasjonsdeling på tvers av avdelinger og teknisk fagdisiplin

Hva	Beskrivelse	Hvem	Frekvens
Morgenbrief	Dagens hendelser, videre arbeid	Tekn.stab/Utførende	Daglig
Driftsmøte	Tilbakemeldinger og prioritering	Tekn.stab/Produksjon	Daglig
Skiftoverlevering	Informasjonsutveksling mellom skift	Tekn.stab/Utførende	Daglig
Prioriteringsmøte	AO for uken inkludert helg, mandag	Tekn.stab	Ukentlig
Prioriteringsmøte	Re-prioritering av AO helg, torsdag	Tekn.stab	Ukentlig
Stabsmøte	Informasjon, prioritering stab	Tekn.stab	Ukentlig
Avdelingsmøte	Informasjon, prioritering utførende	Tekn.stab/Utførende	2. uke

Tabell 4: Møtestruktur etablert ved teknisk avdeling.

Tabell 4 viser dagens møtestruktur hvor personell fra teknisk avdeling deltar, i tillegg deltar teknisk sjef på ukentlig fabrikkledermøte og månedlig utvidet ledermøte.

Verktøy for planlegging av arbeidsordre og reservedelsbehov gjøres i bedriftens vedlikeholdssystem system, inforEAM. InforEAM er tilrettelagt for oppfølging av forebyggende vedlikehold, artikkeloppfølging og historikk.

Driftsmøtet er dagens viktigste møte med tanke på kommunikasjon mellom produksjonsavdeling og vedlikeholdsavdeling. I dette møtet gjennomgås status på alle avdelinger, skift- og produksjonsledere fyller på forhånd inn status etter trafikklysmodellen, der rødt er stans og grønt er drift. Driftsmøtetavla er tilgjengelig for alle som er tilknyttet bedriftens interne nettverk og presenteres på storskjerm i kontrollrommet der driftsmøtet fysisk gjennomføres. Informasjon gitt på driftsmøtetavla oppleves som god både for vedlikeholdsavdeling og produksjonsavdeling.

Møtestruktur oppleves som tilfredstillende og kartlegges ikke videre.

4.5.2 Forebyggende vedlikeholdsjobber

Det genereres omtrent 408 forebyggende vedlikeholdsjobber hver uke automatisk i bedriftens vedlikeholdssystem, dette inkluderer ukentlige, månedlige, halvårslige og årlige FV-jobber. En stor del av disse blir ikke gjennomført på grunn av årsaker nevnt i kapittel 4.4.2.

Beskrivelser for forebyggende vedlikeholdsjobber er basert på utstyrsdokumentasjon og leverandør-anbefalinger. En utfordring med å dimensjonere vedlikeholdet på denne måten er at det genererer veldig mange FV-jobber uten at systemet klarer å prioritere hva som er viktig og riktig vedlikehold. Det er kartlagt i dette prosjektet at ingen av FV-jobbene som er lagt inn er tilknyttet materiallister. Vedlikeholdssystemet er klargjort for dette.

Det er også kartlagt at mange av FV-jobbene kan være vanskelig å tolke og forstå, i tillegg til at de inneholder unødvendig mange steg. Noe av årsaken til dette kan være at mange av FV-jobbene er oversatt direkte fra tysk, engelsk, italiensk og nederlandsk ved hjelp av google translate, teknisk språk kan være tilfeller være vanskelig å oversette i en slik oversetter.

4.6 Ressurser

Dette kapittelet beskriver ressurser i form av vedlikeholdsorganisasjon, dokumentasjon, støtte-systemer og reservedeler som benyttes for å oppnå ønsket teknisk tilstand.

4.6.1 Mennesker

Mennesker er kartlagt gjennom:

1. Tekniske ressurser
2. Operatører
3. Eksterne ressurser

1. Tekniske ressurser

Teknisk personell fra alle fagdisipliner er representert ved fabrikken mandag-torsdag 04:30-23:00, fredag 04:30-21:00 og lørdag-søndag 07:00-15:00, i tidspunkt utenfor disse tidsrommene drifter teknisk avdeling en beredskapsvaktordning som ved henvendelser møter på fabrikk. Teknisk sjef leder teknisk stab bestående av: Elektro-/automasjonsansvarlig, Teknisk innkjøpsansvarlig, Plan- og vedlikeholdsingeniør, Støttesystemansvarlig og Delelageransvarlig.

Akutt behov for teknisk assistanse meldes inn fra produksjonsavdeling gjennom “Teknisk ringesløyfe”. Alle utførende teknikere som er på jobb er tilkoblet denne. Telefonsløyfa fungerer slik at tekniker blir oppringt, dersom ikke svar innen 20 sekunder så går den til neste tekniker på lista, dersom ingen utførende teknikere svarer går den videre til teknisk stab, til slutt ender den eventuelt til teknisk sjef. Ytterligere kartlegging av interne ressurser er for denne studien ikke nødvendig.

2. Operatører

Operatørvedlikehold blir i liten grad gjennomført, dette innebærer at belastningen på utførende teknikere blir høyere enn nødvendig. Under rapporteringsperioden er det kartlagt at det pågår en prosess mellom driftsavdeling om å innføre operatørvedlikehold, detaljer gjenstår. Ikke kartlagt ytterligere.

3. Eksterne ressurser

Eksternt vedlikeholdspersonell benyttes for gjennomføring av servicekontrakter og for akutt vedlikeholdsstøtte.

4.6.2 Dokumentasjon

Norsk Kyllings dokumentarkiv er lagret i Microsoft Sharepoint. Sharepoint er en nettskybasert tjeneste fra Microsoft for organisering og deling av dokumenter. Dokumentasjon i dette dokumentarkivet ligger ikke i mappestruktur, men er merket med metadata for effektivt søk og filtrering. Viktigste metadata er Norsk Kyllings egen merking (NK-tag), produsent, leverandør, bygg, type utstyr, romnummer og type dokumentasjon.

Alle maskiner og utstyr er i bedriftens vedlikeholdssystem knyttet til NK-tag. NK-tag er et eget merkesystem for Norsk Kylling basert på tverrfaglig merkesystem. Merkesystemet sier noe om avdeling, linje og type utstyr.

Basert på NK-tag er det mulig å søke dokumentarkiv fra Norsk Kyllings vedlikeholdssystem. All tilgjengelig dokumentasjon ligger i dette dokumentarkivet. Dokumentarkiv ser ut til å fungere godt.

4.6.3 Støttesystemer

Verkstedarealer og tilgang til nødvendig verktøy og utstyr virker tilfredstillende, mangler noe i form av orden og ryddighet (5S), ikke kartlagt ytterligere.

4.6.4 Reservedeler

Reservedeler er kartlagt gjennom:

1. Dagens organisering og klassifisering
2. Reservedelsstyring
3. Lagerstyring
4. Ledetider

1. Organisering og Klassifisering

- Maskinspesifikke reservedeler som er bestilt sammen maskinleveransen er lokalisert i nærheten av tekniske arealer. Tilgang til dette området er regulert med adgangskort, kun teknisk personell som har tilgang til dette området.
- Forbruksartikler er lokalisert i TESSgate, eksempel på forbruksartikler skruer, bor, pneumatikk, kabelgjennomføringer, kjemikalier, verneutstyr etc. Dette området er tilgangstyrt gjennom invitasjon og adgangskort. Kapittel 3.5 gir en beskrivelse av TESSgate.
- Lagerlokaler og lokasjonsbeskrivelser er oversiktlige og lett å finne frem i/til. Lokasjonsbeskrivelse er angitt sammen artikkelbeskrivelse i bedriftens vedlikeholdssystem. I likhet med verkstedarealer mangler lagerlokaler noe i form av orden og ryddighet (5S).

2. Reservedelsstyring

- Opplæring på hvordan uttak gjennomføres er gitt til alle teknikere og teknisk stab gjennom praktiske øvelser i bedriftens vedlikeholdssystem.
- Reservedeler i bedriftens reservedelslager er i stor grad, på grunn av mye nytt utstyr, leverandørstyrt, det vil si etter leverandørens anbefalinger.
- Etterhvert som hyppigheten av innkjøringsproblemer og barnesykdommer reduseres, legges nye artikler inn på lager etter teknikerens erfaring, erfaringsstyrt.
- Rutiner for uttak er ikke formalisert gjennom Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6], se figur 25 som viser utklipp fra Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok.

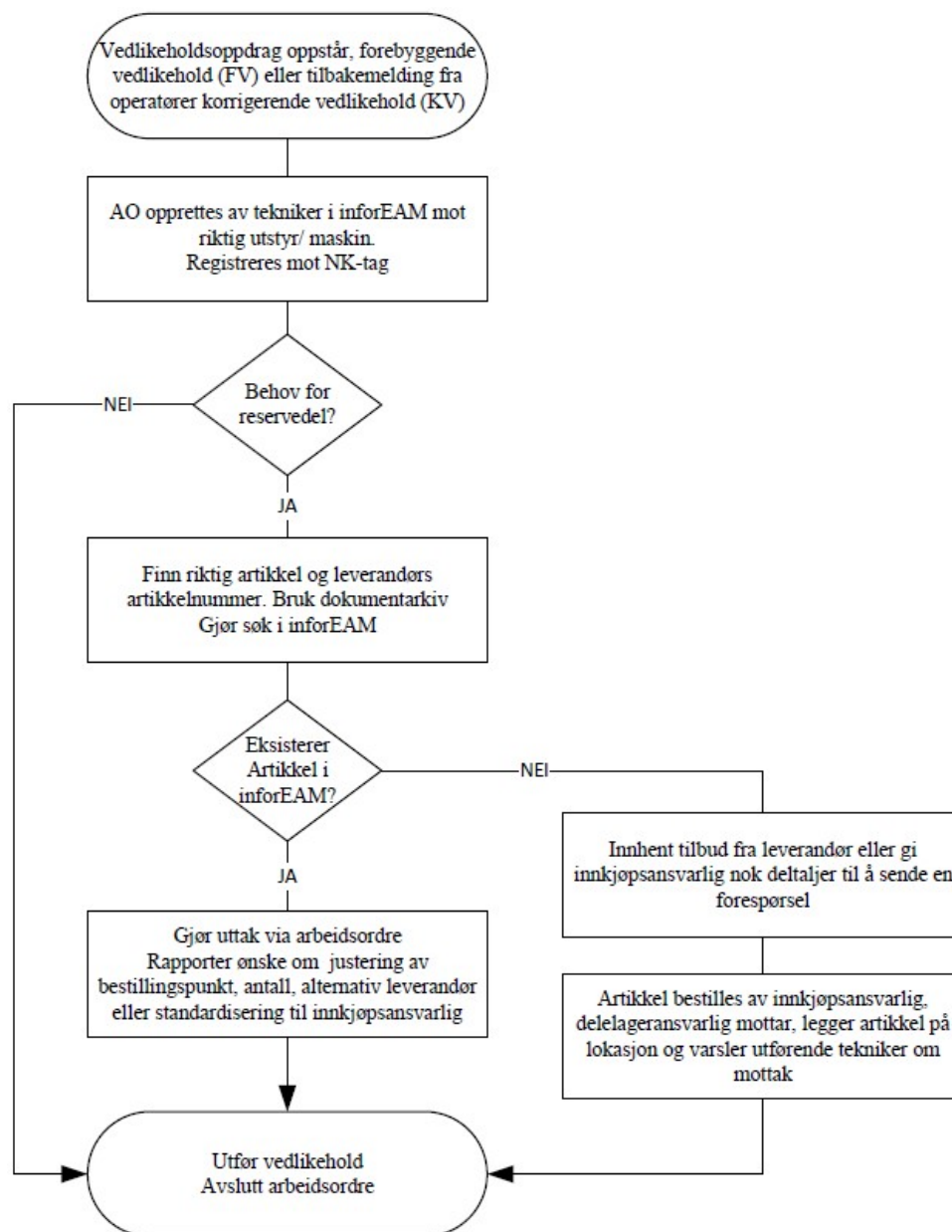
3.5. Delelager

3.5.1. Regler og rutiner for uttak av deler

--- UNDER ARBEID ---

Figur 25: Utklipp fra Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok [6]

Figur 26 viser en forenklet flyt hvordan prosjektgruppen opplever uttak av reservedeler blir gjort i teknisk avdeling. Det ikke er utarbeidet materialister til forebyggende vedlikehold, dette er omtalt i kapittel 4.5.2, det skiller derfor ikke mellom reservedeler til forebyggende eller korrigerende vedlikehold.



Figur 26: Uttaksrutiner hos Norsk Kylling slik den oppleves av teknisk innkjøpsavdeling i dag

3. Lagerstyring

Norsk Kylling har siden oppstart på ny lokasjon hatt en del svinn fra reservedelslager. Dette er registrert gjennom lagertelling og at lagerlokasjoner har vært tomme ved behov for deler. Årsak til dette er ikke kartlagt og årsaksammenheng kan være sammensatt, årsaker kan være:

1. Ikke formaliserte regler og rutiner for uttak av deler
2. Synkroniseringsfeil mellom IPAD og inforEAM (ERP-program)
3. Tellefeil (menneskelig feil) under lagertelling
4. Teknikere "Skal ta ut deler senere", fordi det er hast med å utføre VH-oppdrag
5. Produksjonsledere og andre ansatte tar deler uten å registrere uttak
6. Leverandører henter deler fra lager når de er på serviceoppdrag, uten å varsle uttak

4. Ledetid

Tabell 5 viser et kvalifisert overslag, gitt av teknisk innkjøpsansvarlig ved Norsk Kylling, over ledetid på artikler i Norsk Kyllings artikkelregister, tabellen tar utgangspunkt i at leverandør har deler på eget lager, ikke at de må bestilles hos tredjepart.

Ledetid er satt fra bestilling sendes, ikke inkludert tid til forespørsel, til vare ankommer Norsk Kylling Orkanger. Etter ankomst Norsk Kylling kan der vær opptil 1 dag intern ledetid, dette er heller ikke medregnet i tabellen.

Leverandør	Type Artikler	Ledetid	Merknad
Norske grossister	Standardartikler	1 dag	Kan leveres over natt
Maskinleverandører i Norge	Maskinspesifikke deler	1-3 dager	
Maskinleverandører i Danmark	Maskinspesifikke deler	3-4 dager	
Maskinleverandører i Nederland	Maskinspesifikke deler	3-4 dager	Nettbutikk
Maskinleverandører i Nederland	Maskinspesifikke deler	1 uke	Bestilling via epost

Tabell 5: Kvalifisert overslag på typisk ledetid

Ledetid på forbruksartikler Norsk Kylling har definert til å ligge i TESSgate har i utgangspunktet ingen ledetid, da artikler TESSgate etterfylles av TESS-ansatte etter at uttak er gjort av Norsk Kylling. Registrering og etterbestilling skjer automatisk (online) i TESS sitt vedlikeholdssystem.

4.7 Rapportering

Rapportering av utført vedlikehold gjøres gjennom bedriftens vedlikeholdssystem. Vedlikeholdsoppdrag og arbeidsordre blir knyttet mot NK-tag som ble omtalt i kapittel 4.6.2. Dette ivaretar historikk. Vedlikeholdssystem er tilgjengelig for:

- Fabrikkleidelse
- Teknisk avdeling
- Produksjons- og skiftledere

Stoppårsaker registreres i et excel-ark og følges opp gjensidig av driftsavdeling og teknisk avdeling. I tillegg har bedriften et avvikssystem tilgjengelig for alle ansatte enten på papirform eller digitalt, her kan HMS-avvik, forbedringsforslag og andre avvik registreres. Avvikssystemet blir fulgt opp av kvalitetsavdeling og verneombud.

Arbeidsordre (AO) for akutt korrigerende vedlikehold og forbedring opprettes av utførende teknikere. AO for forhåndsbestemt vedlikehold opprettes av vedlikeholdsplanlegger. Utførende teknikere er ansvarlig for å beskrive gjennomførte tiltak uansett vedlikeholdstype.

4.8 Analyser

Norsk Kylling har lagt til rette for å gjennomføre rotårsaksanalyse. Rotårsaksanalyser skal ifølge vedlikeholdshåndboken [6] gjennomføres i alle tilfeller av gjentakende problemer, alle relevante fagdisipliner skal her inkluderes, dette gjelder kvalitet, renhold, teknisk og produksjon. Rammeverk for dette er gitt gjennom opplæring til teknisk personell på:

-
1. 5x Hvorfor: *Hvorfor-Hvorfor-Hvorfor-Hvorfor-Hvorfor*
 2. A3 problemløsning: *Problem-Årsak-Tiltak-Handlingsplan*

Prosjektgruppen har gjennom intervju med teknisk stab funnet ut at rammeverk for rotårsaksanalyser i liten grad har vært benyttet på teknisk avdeling etter oppstart av ny fabrikk på Orkanger. Det er i tillegg usikkert om andre relevante fagdisipliner er opplært til å arbeide etter denne metoden.

Det kan kommenteres at driftsavdeling ved gjentakende feil ved kritisk utstyr kaller inn til “forbedringsmøte”, for å avdekke feil og komme med en handlingsplan. I disse møtene er teknisk avdeling representert gjennom de som kjenner utstyret best.

4.9 Tiltak og forbedringsforslag

I dette kapitlet beskrives nøkkelresultater og forslag til forbedringer uten å tolke hva dette betyr, dette blir videre diskutert og analysert i kapittel 5. I de neste delkapitlene følger forslag om forbedring innenfor følgende hovedpunkter i styringsmodellen:

1. Mål og strategi
2. Måltall og akseptkriterier
3. Vedlikeholdsprogram
4. Ressurser: Reservedeler

4.9.1 Mål og strategier

Det fremgår i kartleggingen at mål og strategier for vedlikeholdsavdelingen ved Norsk Kylling ikke gjenspeiles i bedriftens organisatoriske mål. Forslag til mål og strategi for vedlikeholdsavdelingen er:

Vedlikeholdet ved Norsk Kylling skal støtte oppunder organisasjonens mål om trygg, ansvarlig og bærekraftig matproduksjon. Dette oppnås gjennom høyt fokus på HMS, dyrevelferd, kvalitet og involvering av alle ansatte i vedlikehold og forbedringsarbeid. Dette retter fokus mot:

1. *Økt tilgjengelighet på prosessutstyr*
2. *Effektiv, sikker og bærekraftsvennlig utførelse*
3. *Riktige reservedeler på lager*
4. *Eierskap til utstyr på tvers av fagdisiplin*

4.9.2 Måltall og akseptkriterier

Prosjektgruppen har kartlagt at OEE for tilgjengelighet ikke måles, men at dette kan ved enkle grep integreres i dagens overvåkningsystem. Det er også kartlagt at formel for måltall av servicenivå er satt opp feil i vedlikeholdsprogrammet og gir per dags dato ingen informasjon eller tilbakemelding. I tillegg er det registrert at måltall som er viktig for lager- og reservedelsstyring mangler akseptkriterier. Forslag til forbedring:

-
- Implementer måling av OEE tilgjengelighet, som registrerer nedetid på grunn av korrigerende- eller forebyggende vedlikehold samt ventetid på personell og reservedeler
 - Sett akseptkriterier til servicenivå på lager og rett opp formel
 - Sett akseptkriterier for omløpshastighet og kapitalbinding

4.9.3 Vedlikeholdsprogram: Vedlikeholdsterminologi

Det er kartlagt at det benyttes ulik vedlikeholdsterminologi i Norsk Kyllings vedlikeholdsprogram og bedriftens vedlikeholdshåndbok [6]. Forslag til forbedring:

- Bruk vedlikeholdsterminologi definert i NS-EN 13306:2017, Vedlikeholdsterminologi [5]

4.9.4 Vedlikeholdsprogram: Materiallister

Det er kartlagt i kapittel 4.4 og 4.5.2 at materiallister ikke er utarbeidet for forebyggende, forhåndsbestemt, vedlikehold. Forslag til forbedring:

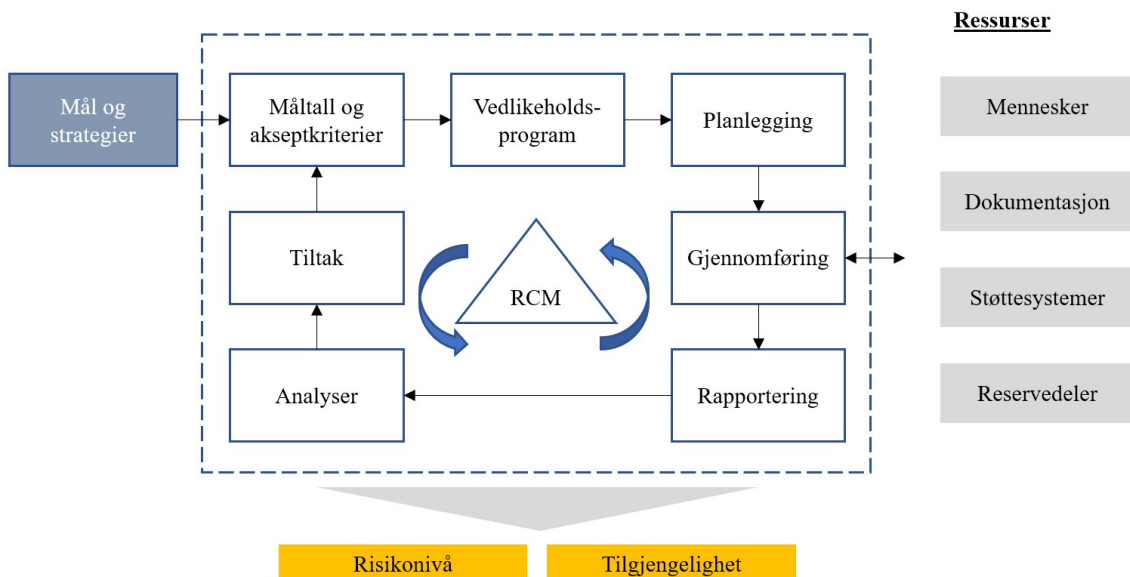
- Lag materiallister for forebyggende, forhåndsbestemt, vedlikehold

4.9.5 Vedlikeholdsprogram: Analyse og forbedring

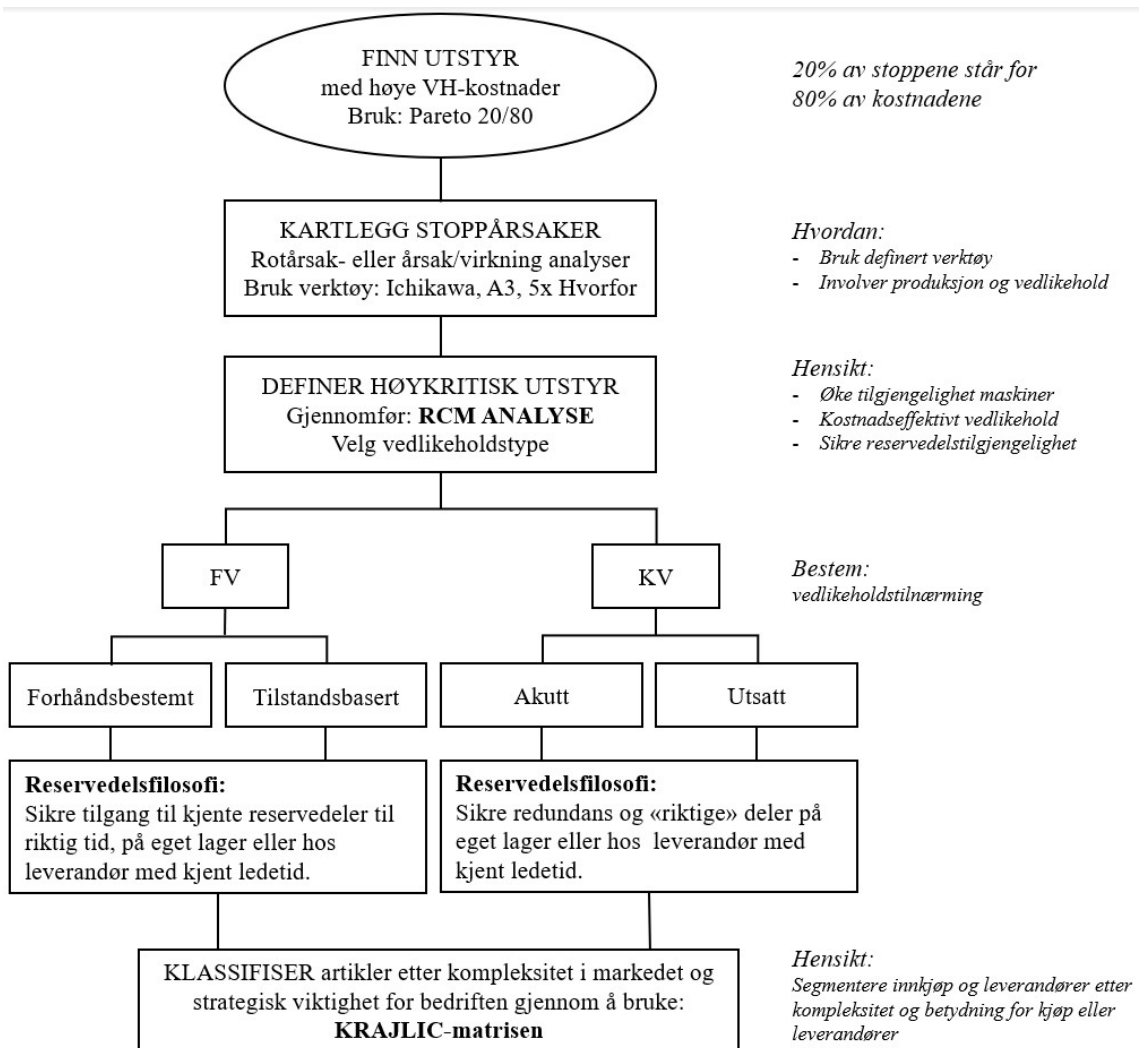
Det er kartlagt i kapittel 4.4 Norsk Kylling's målbilde for ønsket vedlikeholdstilnærming og at tilnærming skal vurderes innen for dimensjonene risiko og kostnad. Det beskrives ikke hvordan dette målbildet strategisk skal nås, av hvem og hvordan det skal følges opp. Forslag til forbedring:

- Inkluder RCM i vedlikeholdssløyfa
- Bruk paretoanalyse for å kartlegge utstyr med høye vedlikeholdskostnader
- Bruk verktøy for å finne rotårsaker til disse stoppene
- Definer høykritisk utstyr (Grovsortering i RCM-analyse)
- Klassifiser artikler etter Kraljic-matrise og vedlikeholdstype

Figur 27 illustrerer at RCM er inkludert i vedlikeholdssløyfa, mens figur 28 viser hvordan ulike analysemetoder kan benyttes for å sikre at korrekt utstyr følges opp og at det etableres en reservedelsstrategi etter dette.



Figur 27: Forslag til å implementere RCM i vedlikeholdssløyfa til Norsk Kylling

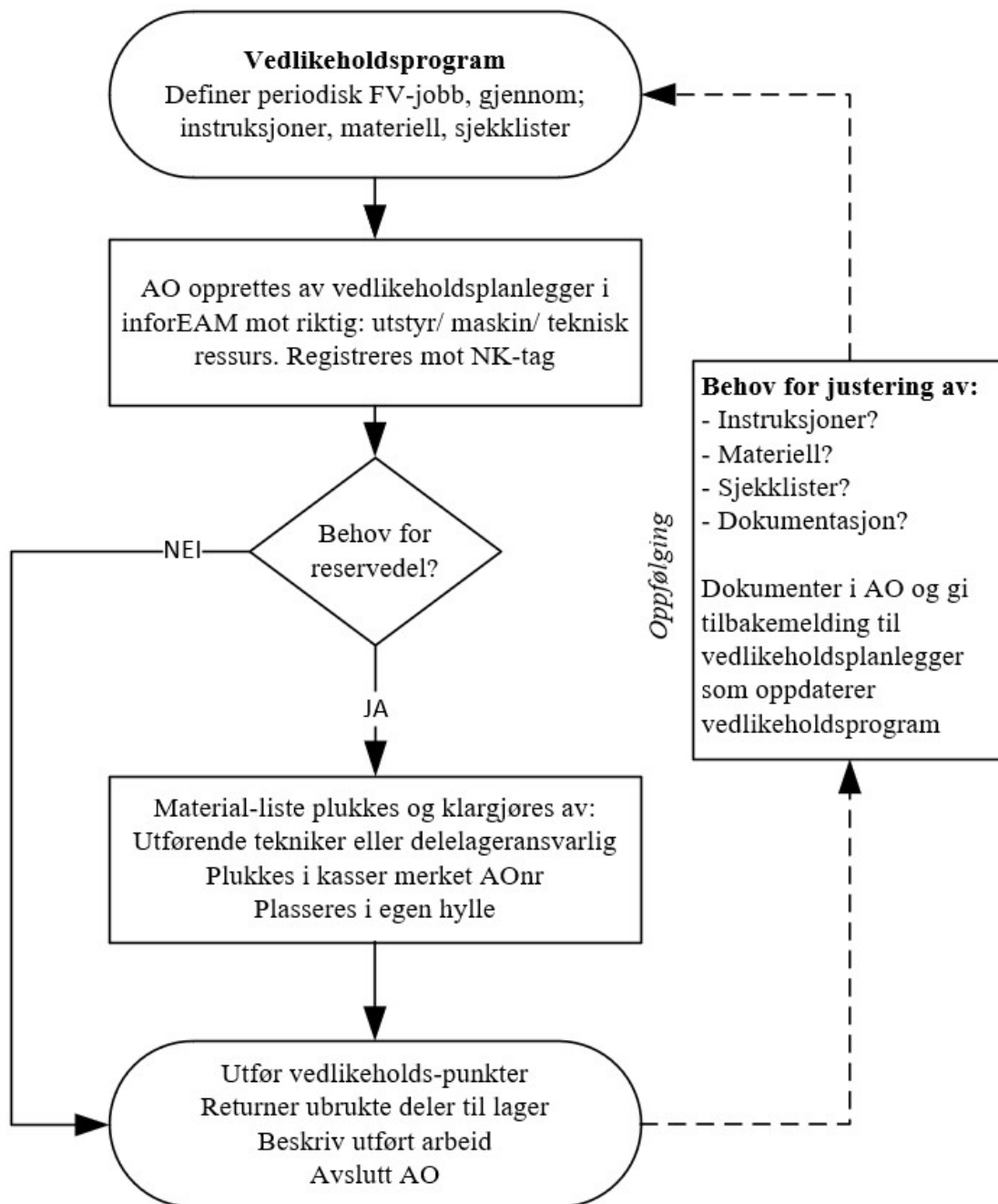


Figur 28: Analysemetoder for å sikre at korrekt utstyr følges opp

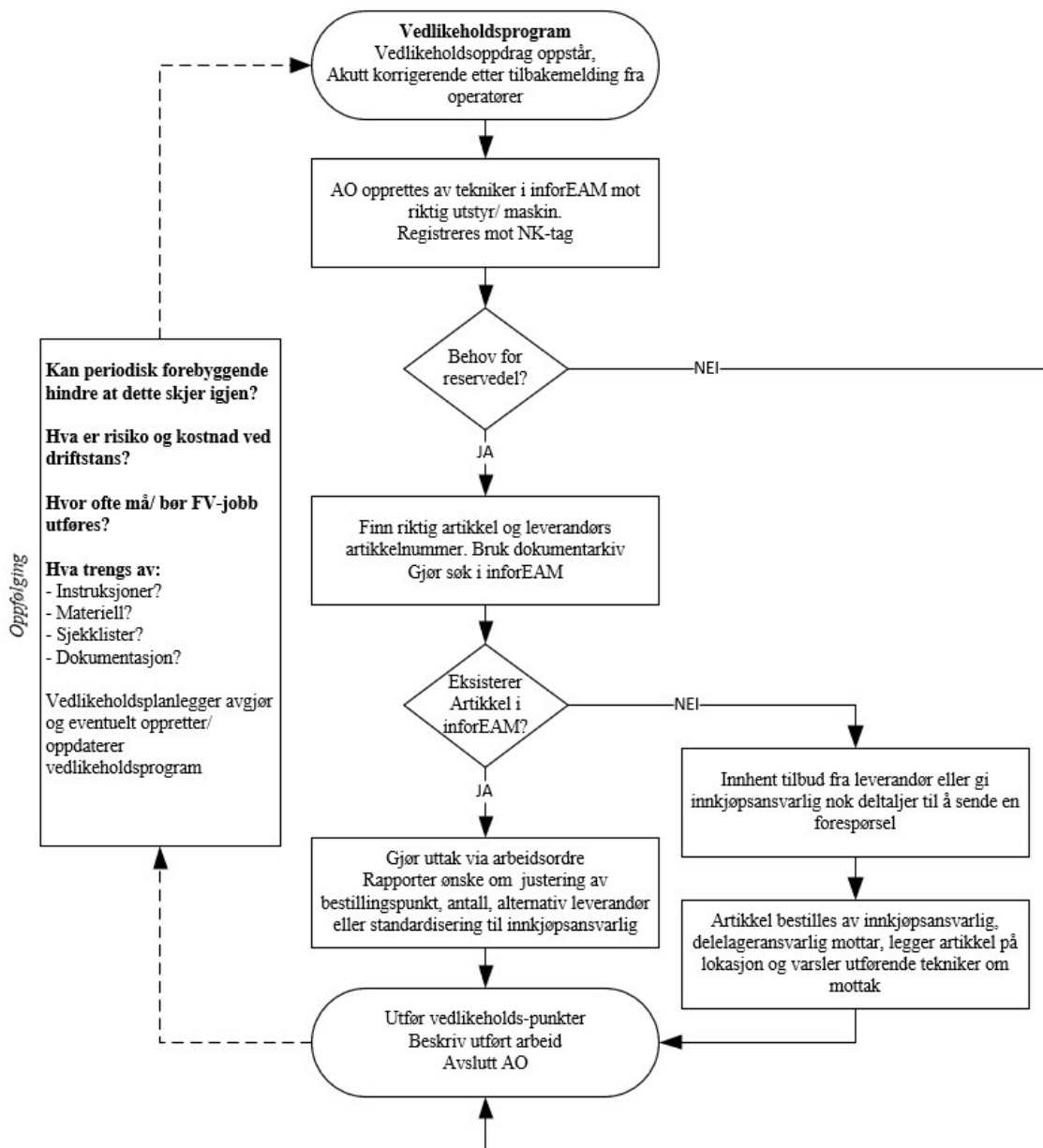
4.9.6 Ressurser: Reservedeler

Det er kartlagt at det ikke skilles mellom reservedeler til forebyggende vedlikehold og reservedeler korrigerende vedlikehold.

- Definer hva som kjennetegner reservedeler til forebyggende vedlikehold
- Definer hva som kjennetegner reservedeler til korrigerende vedlikehold
- Formaliser uttaksrutiner til de to vedlikeholdstypene gjennom flytdiagram, se forslag gitt i figur 29 for forebyggende vedlikehold, og figur 30 for korrigerende vedlikehold



Figur 29: Forslag flyt for oppfølgings- og uttaksrutiner i forbindelse med periodiske FV-jobber



Figur 30: Forslag flyt for oppfølgings- og uttaksrutiner i forbindelse med KV-jobber

5 Diskusjon og analyse

I dette kapittelet analyseres og diskuteres nøkkelresultater beskrevet i kapittel 4.9, dette blir knyttet sammen med teori fra kapittel 3 opp mot forskningsspørsmål og resultatmål, beskrevet i kapittel 1.5 og 1.3.2. Forslag til løsninger og diskusjon i dette kapittel kan relateres til “Total Productive Maintenance”(TPM) som er en helhetlig tilnærming til utstyrsvedlikehold som kan kombineres med andre medoder som for eksempel RCM. TPM benytter blant annet pareto-prinsippet for å kartlegge de riktige tiltakene, OEE som en forbedringsindikator og operatørvedlikehold for å skape entusiasme og eierskap til maskiner og utstyr gjennom kompetansehevingstiltak. Diskusjon og analyse i dette kapittelet har enten direkte eller indirekte påvirkning på reservedeler og innkjøp.

5.1 Mål og strategi

Denne rapporten handler først og fremst om hvordan ventetid på reservedeler i forbindelse med vedlikeholdsoppdrag kan reduseres. For å kunne etablere måltall og akseptkriterier for lager- og reservedelsstyring må vedlikeholdsmål som etableres samordnes mellom avdelinger i bedriften og opp imot bedriftens overordnede mål eller visjon. Hensikten med mål og strategiarbeid er å gi føringer for aktiviteter som utføres for å nå målet. Gjennom kartleggingen i kapittel 4 finner ikke prosjektgruppen at mål og strategier for vedlikeholdsarbeidet er knyttet til bedriftens organisatoriske mål.

Daglige gjøremål, effektiviseringer og forbedringer kan selvfølgelig utføres uten en strategiplan. Hvis vedlikeholdsstrategi og vedlikeholdsmål gjenspeiler bedriftens mål og politikk, vil tiltro til vedlikeholdet og forankring i toppledelsen være lettere. I kapittel 4.9.1 foreslår prosjektgruppen følgende mål og strategi for vedlikeholdsavdelingen ved Norsk Kylling:

Vedlikeholdet ved Norsk Kylling skal støtte oppunder organisasjonens mål om trygg, ansvarlig og bærekraftig matproduksjon. Dette oppnås gjennom høyt fokus på HMS, dyrevelferd, kvalitet og involvering av alle ansatte i vedlikehold og forbedringsarbeid.

Dette forslaget ivaretar både bedriftens organisatoriske mål om trygg, ansvarlig og bærekraftig matproduksjon og vedlikeholdsavdelingens primære rolle som støttedfunksjon til driftsavdeling, samtidig som det gir retningslinjer for å etablere vedlikeholdsmål. Mål for vedlikeholdsarbeidet kan for eksempel utarbeides gjennom å stille følgende spørsmål:

1. Hvordan skal man oppnå høyt fokus på HMS?
2. Hvordan skal man ivareta dyrevelferd?
3. Hvordan skal riktig kvalitet oppnås?
4. Hvordan og hvorfor skal man involvere alle ansatte i vedlikehold og forbedringsarbeid?

Svar eller tiltak på flere av spørsmålene kan være å ha en bedre reservedelsberedskap for å redusere ventetid. Dette kan løses gjennom eget reservedelslager, hos underleverandør eller samarbeid med andre i samme bransje. Hvis man til slutt stiller seg spørsmålet: *Hvorfor ha bedre reservedelsberedskap?* Peker dette tilbake til overordnet mål og strategi for vedlikeholdet som er høyt fokus på HMS, dyrevelferd, kvalitet og involvering.

Det er kartlagt i forstudien at operatørvedlikehold utføres i liten grad hos Norsk Kylling. Fordeler med operatørvedlikehold står beskrevet i kapittel 3.2.3. Et resultat av denne typen vedlikehold er at det mest sannsynligvis reduserer mengden korrigerende vedlikehold da forebyggende vedlikehold utføres på daglig basis av de som kjenner utstyret best. Redusert korrigerende vedlikehold medfører

at behovet for uforutsett reservedelsbehov blir mindre som igjen medfører at tid der maskiner og utstyr ikke er tilgjengelig, på grunn av vedlikehold eller venting på reservedeler, reduseres. Operatører kan også delta i rotårsaksanalyser i forhold til stoppårsaker, dette sammen med en forankring i toppledelsen av vedlikeholdsstrategi, vil oppnå kravet til involvering av alle ansatte i vårt forslag til strategi.

Når strategiplan utarbeides for vedlikeholdet er det viktig at man også tar hensyn til utstyrets pålitelighet og vedlikeholdsevne som er beskrevet i kapittel 3.1. Mange av Norsk Kyllings organisatoriske mål er knyttet mot FNs bærekraftsmål, kapittel 4.2.1 viser eksempler til disse som vedlikeholdsavdelingen kan påvirke gjennom sin strategi og vedlikeholdsarbeid.

5.2 Måltall og akseptkriterier

Akseptkriterier etableres for å konkretisere vedlikeholdsmålene og legge til rette for oppfølging. Akseptkriteriene er dynamiske fordi de til enhver tid skal tilfredstille organisasjonens bedriftsmål. De skal kontinuerlig oppjusteres som følge av at erfaringsgrunnlaget øker, som er i tråd med vedlikeholdssløyfas ide om kontinuerlig forbedring.

Å ha tydelig mål og strategi for vedlikeholdet gjør det enklere å sette måltall og akseptkriterier for lager- og reservedelsstyring. I gapsanalysen i kapittel 1.2.1 antok prosjektgruppen basert på tidligere driftserfaring at oppetid på maskiner og utstyr skal være 90%. Tilgjengelighet ble i kapittel 3.1.1 definert som forholdet mellom den tid systemet er i stand til å operere (oppetid) og summen av denne tid pluss den tid systemet er utilgjengelig (nedetid). Tilgjengelighet påvirkes etter figur 9 av sviktintensitet og nedetid. I nedetid ligger blant annet “Ventetid på reservedeler”, ventetid kan i denne sammenheng både være internt og eksternt.

OEE for tilgjengelighet er en velkjent måleindikator for utstyrseffektivitet. Tilgjengelighet, mulig driftstid, påvirkes av hvor stor andel av faktisk tid som brukes til planlagt arbeid. Vedlikehold og ventetid på personell og reservedeler reduserer faktisk tid, og dermed tilgjengelighet for drift og produksjon. En fordel med OEE er at dette er et måltall som både driftsavdeling og vedlikeholdsavdeling kan være med på å påvirke. Det er kartlagt at Norsk Kylling har mulighet til å overvåke tilgjengelighet digitalt, men mangler noe integrasjon for å registrere stoppårsaker. Med enkle grep kan Norsk Kylling for eksempel integrere, med mulighet til å registrere, følgende stoppårsaker:

1. Klargjøring og småstopp
2. Venter på vedlikehold
3. Vedlikeholdarbeid pågår
4. Venter på reservedeler

Klargjøring og småstopp inkluderer i denne sammenheng alt operatørvedlikehold og justeringsstopp. På denne måten kan stoppårsaker monitoreres og OEE for tilgjengelighet gi en indikasjon på vedlikeholdets effektivitet. I tillegg har man et tall på hvor mye av tilgjengeligheten som skyldes ventetid på reservedeler. Basert på denne informasjonen kan tiltak gjennomføres for å påvirke tilgjengelighet. NB! Pauser inngår ikke i regnestykket for tilgjengelighet, da dette ikke inngår i planlagt tid. Ved å ha fokus på økt tilgjengelighet gjennom å forbedre nedetid i forbindelse med vedlikehold vil Norsk Kylling få en indirekte gevinst gjennom økt ytelse. Ytelse er en annen OEE indikator som påvirker den totale utstyrseffektiviteten.

Et annet måltall i forbindelse med reservedelslager er “Servicegrad”. Det er kartlagt at Norsk Kylling har lagt til rette for å måle denne indikatoren, men at denne er ikke satt opp korrekt av systemleverandør i Norsk Kyllings vedlikeholdsprogram. Servicegrad skal måle reservedelslagerets

leveringsgrad mot interne kunder. Fins artikkel på eget lager er det full score, men hvis den ikke fins reduseres score, et snitt av alle lageruttak indikerer servicegrad.

Servicegrad kan si noe om Norsk Kylling har riktige deler på lager eller ikke. Analyse og forslag til metode Norsk Kylling kan bruke for å øke servicegrad blir beskrevet i kapittel 5.3.3. Forslag til forbedring av indikator servicegrad er:

1. Finn ut hvorfor indikator ikke virker?
2. Finn ut hvordan mangel på artikkel skal registreres?
3. Sett akseptkriterie for måltall, for eksempel etter følgende skala:
 - (a) 98-100% - Fremragende
 - (b) 90-97% - Godkjent
 - (c) 89-70% - Kan bli bedre
 - (d) 00-69% - For dårlig

Tre andre måltall som i dag måles i forbindelse med reservedelslager, men ikke er målsatt er:

1. Omløpshastighet
2. Kapitalbinding
3. Alder på reservedeler

Omløpshastighet viser hvor ofte varelageret byttes ut i løpet av en periode. Det er vanskelig å anslå en verdi på hva den skal være, men lav omløpshastighet indikerer høy kapitalbinding og høy omløpshastighet indikerer lav kapitalbinding. Kapitalbinding er verdien av varer som ligger på lager som enten må dekkes inn av egenkapital eller gjeld. Norsk Kylling er fremdeles i en oppbyggingsfase av reservedelslager, når innkjøp og reservedelsbehov hos Norsk Kylling stabiliserer seg i større grad enn hva den er i dag, må akseptkriterier for begge disse indikatorene settes. Det samme gjelder indikator for alder på reservedeler.

5.3 Vedlikeholdsprogram

Vedlikeholdsmålene nevnt i kapittel 4.4 sier at Norsk Kyllings vedlikehold over tid skal bli mer forebyggende enn hva tilfellet er i dag, ha høyest mulig oppetid og raskest mulig responstid, men vedlikeholdsprogram sier ingenting om hvordan målene skal nås. I dette kapittelet har prosjektgruppen valgt å plassere tre funn som prosjektgruppen mener, enten direkte eller indirekte, påvirker reservedeler gjennom vedlikeholdsprogram. Disse funnene er:

1. Bruk NS-EN 13306:2017, vedlikeholdsterminologi, for entydig forståelse av terminologi
2. Manglende materialister for forebyggende tidsbestemt vedlikehold
3. Inkluder RCM i vedlikeholdssløyfa for kontinuerlig forbedring av vedlikeholdsprogram

5.3.1 Vedlikeholdsterminologi

Vedlikeholdsterminologi brukt hos Norsk Kylling må være tydelig definert, spesielt med tanke på vedlikeholdstype, se figur 13. Dette for å skille mellom reservedeler som benyttes til forbedrende-, forebyggende- og korrigerende vedlikehold, da de forskjellige vedlikeholdstypene vil ha ulike reservedelsstrategi. Reservedeler må også skilles gjennom klassifisering etter forbruks- og beredskapsartikler, hva som kjennetegner disse artiklene er beskrevet i kapittel 3.4.5 Det anbefales å bruke definisjoner og uttrykk brukt i NS-EN 13306:2017, Vedlikeholdsterminologi [5].

Et av forskningsspørsmålene til denne rapporten er: *Hva kjennetegner vedlikeholdet ved Norsk Kylling?* I kartleggingen av vedlikeholdstyper, kapittel 4.4.3, fremgår “forebyggende enkelttiltak” som dominerende vedlikeholdstype, men hva betyr egentlig dette tiltaket? I kartleggingen fant prosjektgruppen ut at forebyggende enkelttiltak er å betrakte som: *endring av egenskaper for iboende driftssikkerhet*, som etter figur 13 betyr forbedring. Blir det da brukt feil vedlikeholdstype? En mulig årsak til at forebyggende enkelttiltak ofte velges er ifølge kapittel 4.4.3 at forebyggende enkelttiltak står som standardvalg når arbeidsordre opprettes.

Uformelle samtaler med teknisk utførende antyder at de fleste oppdrag de utfører er akutt korrigerende vedlikehold, dette samsvarer ikke med historikk som er hentet fra Norsk Kyllings vedlikeholdssystem i forbindelse med kartleggingen. Det er i tillegg kartlagt at ulike terminologi er brukt i vedlikeholdshandbok og vedlikeholdsprogram. Dette forsterker mistanken om at vedlikeholdstyper ikke er godt nok innarbeidet hos Norsk Kylling. For å strukturere terminologi anbefales det å bruke vedlikeholdsterminologi fra NS-EN 13306:2017 slik at vedlikeholdsbegrep får en entydig definisjon. Dette vil gjøre det lettere definere andelen forebyggende- og korrigerende vedlikehold som er målsatt av Norsk Kylling.

Reservedeler til forebyggende vedlikehold skal i utgangspunktet ha et kjent behov og kan bestilles inn til eget reservedelslager med kjent ledetid. Reservedeler til korrigerende vedlikehold er vanskeligere å planlegge, da forbruk og etterspørsel er uregelmessig. For de sistnevnte delene anbefales det å sikre tilgjengelighet gjennom å kartlegge kritikalitet og vurdere mot risiko og kostnad ved eventuell maskinstans. Forbedrende vedlikehold (modifikasjon) kan etter utførelse enten legges inn som en tidsbestemt eller tilstandsbasert vedlikeholdspunkt.

5.3.2 Materiallister

I kapittel 4.5.2 er det kartlagt at materiallister ikke er utarbeidet for forebyggende vedlikehold. Det vil si at når forebyggende vedlikehold skal utføres så foreligger det ingen forhåndsdefinert artikkelliste på hvilke reservedeler det er behov for. Informasjon hentet fra Norsk Kyllings vedlikeholdssystem viser at det genereres over 400 forebyggenede vedlikeholdsjobber hver uke. Ifølge kartlegging blir omtrent 20% av disse vedlikeholdsjobbene utført, resterende blir ikke utført på grunn av årsaker oppgitt i kapittel 4.4.2, vedlikeholdsvindu, som blant annet viser at det produseres mer enn antatt og at vedlikeholdstopp ikke gjennomføres mens det er drift.

Dersom det hadde blitt utarbeidet materiallister på disse FV-jobbene ville reservedelsbehovet for forebyggende vedlikehold vært veldig forutsigbart. Bestillingsformen for deler til dette vedlikeholdet kunne vært bestilt etter faste intervall og optimal ordremengde med tanke på lager og bestillingskostnader. Dette for å sikre at deler er tilgjengelig på eget reservedelslager eller hos underleverandør med kjent ledetid.

Da materiallister ikke er utarbeidet vil alle bestillinger til forebyggende vedlikeholdsarbeid oppleves som akutt-bestillinger for bestillingsansvarlige. Dette medfører usikkerhet rundt behov, hvilke og hvor mange artikler som skal bestilles, og hva bestillingspunkt skal settes til i vedlikeholdssystemet. Konsekvensen av manglende materiallister er høyere bestillings- og lagerkostnader enn nødvendig, i tillegg til risiko for at ønsket artikkel ikke er på lager.

Når materialister defineres er det viktig å klassifisere artikler som forbruksreservedeler eller beredskapsreservedeler. Forbruksdeler er reservedeler som i utgangspunktet skal anskaffes ved behov og har ofte en målbar skadeutvikling. Beredskapsdeler er artikler som i utgangspunktet skal lagerføres, har ikke målbar skadeutvikling og har høy stillstandkostnad. Beredskapsdeler er ofte forbundet med usikre tidsintervaller og knyttet til utstyr med høy kritikalitet for bedriften.

5.3.3 Analyse og kontinuerlig forbedring

Det er kartlagt i kapittel 4.4 Norsk Kylling's målbilde for ønsket vedlikeholdstilnærming, men ikke hvordan vedlikeholdsprogram skal påvirke eller forbedre fremtidig vedlikehold slik at dette målet blir oppnådd. Ved å inkludere RCM i vedlikeholdssløyfa vil Norsk Kylling både ha et verktøy for kontinuerlig forbedring og et verktøy for kostnadseffektivt vedlikehold. En annen gevinst med å inkludere RCM i vedlikeholdssløyfa er at maskiner og utstyr blir definert med tanke på kritikalitet. Dette vil styrke bevisstheten rundt hvilke reservedeler som er viktig for beredskap og driftssikkerhet, slik at det kan iverksettes tiltak for å skaffe tilgang på disse delene på eget reservedelslager eller hos leverandør med kjent ledetid avhengig av klassifisering av reservedel.

Figur 15 i kapittel 3.4.2 viser hvordan RCM kan ivareta kontinuerlig forbedring og et kostnadseffektivt vedlikehold. Figuren viser hvordan RCM i driftsfasen kan optimalisere vedlikeholdet gjennom erfaringer fra drift og utført vedlikehold, som igjen danner grunnlaget for kontinuerlig forbedring. Med kostnadseffektivt vedlikehold menes et vedlikehold som har lavest mulig kostnader, men likevel ivaretar bedriftens krav til driftssikkerhet og tilgjengelighet.

RCM analyse er en tidkrevende prosess og bør gjennomføres av personer som har kjennskap til stegene i RCM og de som kjenner utstyret best. Hensikten er som tidligere nevnt å forbedre eksisterende vedlikeholdsprogram gjennom å definere kritiske funksjoner til slikt utstyr. PF-kurven som er omtalt i kapittel 3.4.3 kan være et godt utgangspunkt og hjelpemiddel for å definere vedlikeholdsmetode. Valg av vedlikeholdsmetode avhenger ifølge PF-kurven blant annet av om komponenten har en målbar feilutvikling eller ikke.

Forslag til fremgangsmåte for når og hvordan RCM-analyse kan brukes til kontinuerlig forbedring av vedlikeholdsprogram er skissert i figur 28. Første steg er å finne utstyr med høye vedlikeholdskostnader, til dette arbeidet kan man gjøre en pareto-analyse. Pareto-prinsippet er forklart i kapittel 3.4.1, og går kort forklart ut på at 80% av konsekvensene innenfor et område skyldes 20% av årsakene. Gjennom å bruke pareto-prinsippet på denne måten kan man få kartlagt de 20% stoppårsaker som koster mest. Pareto-analyse er å betrakte som et kvalitetsverktøy.

Etter at stoppårsaker med høyest vedlikeholdskostnader er kartlagt, kan stopper med gjentagende stoppårsak kartlegges ytterligere gjennom problem-løsningsverktøy som A3, Ichikawa og/ eller 5x hvorfor, disse verktøyene er beskrevet i kapittel 3.2.6. A3-problemløsning kan for eksempel benyttes, A3 er en kort, enkel og visuell metode, som visuelt skal fremstilles på et A3 ark og benytter PDCA forbedringshjul som løsnings- og forbedringsmodell. Husk å involvere de som kjenner utstyret best (operatørene), de har størst kjennskap til prosessene, kan identifisere kilder til tap og foreslå forbedringer med egen prosess. Dette bidrar også til eierskap til både eget arbeid og maskiner. Konklusjonen på en rotårsaksanalyse kan være at en RCM-analyse må gjennomføres.

Basert på det som er kartlagt gjennom pareto-analyse og rotårsaksanalyse, kan nå en RCM-analyse definere høykritisk utstyr for drift. For å definere høykritisk utstyr i en RCM-analyse må konsekvensene av maskinstans kartlegges etter høy, middel eller lav konsekvens innenfor risiko- og kostnadsdimensjonen. Tolkning av konsekvensene kan være som følger:

-
1. *Høy konsekvens*: Maskinstans har svært store økonomiske eller miljømessige konsekvenser
 2. *Middel konsekvens*: Maskinstans har betydelige økonomiske eller miljømessige konsekvenser
 3. *Lav konsekvens*: Maskinstans har ubetydelige økonomiske eller miljømessige konsekvenser

Mye av utstyret som inngår på figur 1 i kapittel 1.2 vil i en RCM-analyse klassifiseres som høykritisk utstyr for Norsk Kylling da maskinstans har svært store økonomiske konsekvenser med tanke på unødvendig tid, kassasjon av produkter og dyrevelferd, i tillegg finnes ikke det redundans på dette utstyret. Med redundans menes alternativ løsning for å få utført samme funksjon.

Etter at kritiske utstyr og komponenter er kartlagt kan vedlikeholdsmetode oppdateres i vedlikeholdsprogram avhengig av om komponenten har en målbar feilutvikling eller ikke. Dersom komponenten har en målbar feilutvikling kan tilstandsbasert vedlikehold benyttes. Hvis komponenten ikke har en målbar feilutvikling kan forebyggende periodisk benyttes, det vil si at komponenten byttes eller kontrolleres med faste periodiske intervall. Da vil komponenten inngå på en materialiste, omtalt i kapittel 5.3.2, og artikkel kan planlegges inn på reservedelslager. En tredje vedlikeholdsmetode er å kjøre komponenten til den svikter, utsatt korrigerende vedlikehold. Dette avhenger i stor grad av vedlikeholdsvennlighet og tilgjengelige tekniske ressurser. Både tilstandsbasert vedlikehold og utsatt korrigerende vedlikehold krever at komponenten er på eget reservedelslager eller på lagerlokasjon i umiddelbar nærhet av utstyret.

Etter at vedlikeholdstilnærming og vedlikeholdsprogram er oppdatert gjennom en RCM-analyse og kritiske komponenter er kartlagt, må artikler klassifiseres etter kompleksitet i markedet og strategisk viktighet for bedriften. Til dette brukes Kraljic-matrisen omtalt i kapittel 3.4.4. For å gjøre innkjøp av artikler med høy kompleksitet og med enten høy eller lav strategisk viktighet for bedriften er det viktig å bygge langsiktige og stabile forsyningsrelasjoner. Disse klassene er omtalt i Kraljic-matrisen som strategiske kjøp og flaskehalskjøp. Eksempler på slike artikler hos Norsk Kyllings i disse er segmentene er:

- Sensorer og elektronikk som inneholder mikro-chipper. Mikro-chipper er laget av et halvleder-materiale som heter silisium, dette grunnstoffet har siden starten av covid-19 pandemien i 2020 og frem til i dag vært en begrensende faktor for at elektronikk-industrien, og spesielt bilindustrien, ikke har klart å levere hva markedet ønsker. Informasjon om halvleder-mangel er hentet fra TV2 [14].

Artikler som befinner seg i det Kraljic-matrisen omtaler som volumkjøp og ikke-kritiske rutinekjøp er av lav kompleksitet i leverandørmarkedet og enten av høy eller lav strategisk viktighet for bedriften. Norsk Kylling bør kartlegge disse artiklene for å finne ut om artiklene er maskinspesifikke deler eller om deler kan kjøpes direkte fra produsent eller grossist. Med grossist menes leverandør som videreselger artikler fra produsent uten egen bearbeidelse. Maskinspesifikke deler må mest trolig kjøpes fra underleverandør, men strategisk viktighet må uansett vurderes for om artikkel skal lagerlegges eller ikke. Dersom artikkel kan kjøpes fra tredjeparts produsent så kan Norsk Kylling, for å lette på trykket for innkjøpsavdelingen, vurdere om disse artiklene kan legges i TESSgate, TESSgate er omtalt i kapittel 3.5. Fordeler med å legge artikkel i TESSgate er:

1. Ingen kapitalbinding for Norsk Kylling (uttak utløser faktura fra TESS)
2. Bestillingskostnader inngår i adm.kostnader (månedlig leie av TESSgate)
3. Redusert risiko for ukurranse (utdaterte varer)
4. Norsk Kyllings innkjøpsavdeling får frigjort tid til andre oppgaver

5.4 Ressurser: Reservedeler

Figur 26 i kapittel 4.6.4 viser hvordan opplæring er gitt til teknisk personell, og hvordan uttak og nye reservedelsbehov registreres i dag. Gjennom karleggingen har prosjektgruppen funnet ut at det ikke skiller mellom reservedeler til forebyggende eller korrigerende vedlikehold. Alle nye reservedelsbehov vil dermed oppleves av Norsk Kyllings innkjøpsavdeling som et akutt behov. Norsk Kyllings innkjøpsavdeling vil da trolig være presset på tid slik at vurdering av strategisk viktighet for bedriften og kompleksitet i leverandørmarkedet ikke blir utført slik Kraljic-matrisen anbefaler. Dette medfører forhastede valg i forhold til bestillingspunkt, antall og valg av leverandør, som igjen kan medføre høyere kapitalbinding enn nødvendig.

Reservedeler til forebyggende vedlikehold er gjennom denne studien definert som reservedeler som skal ligge på eget reservedelslager eller hos leverandør med kjent ledetid, med kjent forbruk og behov. En utfordring hos Norsk Kylling er, som beskrevet i kapittel 5.3.2, at materialister ikke er utarbeidet for tidsbestemte forebyggende vedlikeholdsoppdrag. Figur 29 tar utgangspunkt i at materialister er utarbeidet, og viser flyt for gjennomføring av tidsbestemte forebyggende vedlikeholdsoppdrag, figuren inkluderer også materialiste-behandling og oppfølging av vedlikeholdsprogram. Følgende ansvar kan ut fra denne figuren bli definert:

- Uttaksregistrering av artikler på materialliste gjennomføres av utførende teknikere eller delelageransvarlig
- Retur av deler som ikke er benyttet returneres av utførende teknikere
- Oppfølging av lagerbeholdning og innkjøp gjennomføres av innkjøpsansvarlig
- Utførende teknikere ansvarlig for å dokumentere justeringer i AO
- Vedlikeholdsplanlegger er ansvarlig for å oppdatere vedlikeholdsprogram

Reservedeler til korrigerende vedlikehold er gjennom denne studien definert som reservedeler som enten ikke er kartlagt eller kartlagt som reservedeler som skal sikre rask igangsettelse av maskiner og utstyr etter akutt eller planlagt korrigerende vedlikehold. Deler som er lagerført til denne typen vedlikehold er enten basert på leverandørs anbefalinger eller teknisk utførendes egne erfaringer. Figur 30 viser forslag til hvordan korrigerende vedlikeholdsoppdrag kan gi grunnlag for å definere et nytt tidsfastsatt forebyggende vedlikeholdsoppdrag. Dette krever at teknisk utførende gir god nok dokumentasjon og beskrivelse til vedlikeholdsplanlegger som er ansvarlig for å oppdatere vedlikeholdsprogram. På denne måten vil et utstyr eller artikkel inngå som et forebyggende vedlikeholdstiltak istedet for en korrigerende vedlikeholdstiltak der ofte sviktårsak og sviktfrekvens er ukjent. På denne måten vil også Norsk Kylling raskere nå sitt mål om en vedlikeholdstiltak på større andel forebyggende vedlikehold enn korrigerende vedlikehold.

6 Konklusjon

Prosjektgruppen har kommet frem til at Norsk Kylling må gjøre følgende tiltak for å hindre unødvendig nedetid på prosessutstyr på grunn av ventetid på reservedeler:

1. *Mål og strategi:* Mål og strategi må utarbeides for teknisk avdeling basert på bedriftens mål og visjon, dette for å igjen kunne definere og sette krav til reservedelslagerets mål og funksjon. Se forslag til mål og strategi og diskusjon av denne i kapittel 5.1.
2. *Måltall og akseptkriterier:* Implementer måltall for tilgjengelighet (OEE), akseptkriterie kan med fordel utarbeides sammen med driftsavdeling. Finn ut hvorfor formel for servicenivå ikke virker og sett akseptkriterier etter skala foreslått i kapittel 5.2. Akseptkriterier for omløpshastighet og kapitalbinding på reservedelslager bør settes for reservedelslager når alle reservedelspakker fra leverandører er mottatt og erfaringsstyrte behov fra teknikere stabiliserer seg.
3. *Vedlikeholdsprogram:* Terminologi må være tydelig definert, spesielt med tanke på vedlikeholdstype. Dette for å skille mellom deler som benyttes til forbedrende-, forebyggende- og korrigerende vedlikehold, da de forskjellige vedlikeholdstypene vil ha ulik reservedelsstrategi. Det anbefales å bruke definisjoner og uttrykk brukt i NS-EN 13306:2017, Vedlikeholdsterminologi [5].
4. *Vedlikeholdsprogram og reservedeler:* Materialister må utarbeides for periodisk forebyggende vedlikehold, dette for å sikre at deler er tilgjengelig på eget reservedelslager eller hos leverandør med kjent ledetid. Definer samtidig hva som er forbruks- og beredskapsartikler.
5. *Vedlikeholdsprogram, analyse og tiltak:* RCM må inkluderes i vedlikeholdssløyfa for å være et verktøy for kontinuerlig forbedring av vedlikeholdsprogram og et kostnadseffektivt vedlikehold. En annen grunn til at den må inkluderes er også for å definere driftskritisk utstyr med tanke på reservedeler som må ligge på eget lager, hos leverandør med kjent ledetid eller i umiddelbar nærhet til kritisk utstyr. Metode for hvordan dette kan gjøres er beskrevet i figur 28 og diskutert i kapittel 5.3.3.
6. *Ressurser - Reservedeler:* Rutiner for uttak og behov for nye reservedeler må formaliseres. Det må skilles mellom reservedeler til forebyggende og korrigerende vedlikehold. Forslag til hvordan dette kan gjøres gitt i figur 29, 30 og diskutert i kapittel 5.4.

6.1 Oppsummering

Denne rapporten har analysert rutiner knyttet til lageruttak og organisering, gjennom blant annet å ha kartlagt at det mangler materialister for forebyggende vedlikeholdsjobber, at uttaksrutiner ikke er formalisert i Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok og at det fins kilder til svinn av reservedeler. Svakheter knyttet til lageruttak og organisering er kartlagt gjennom at Norsk Kylling ikke har etablert rutiner for oppfølging av vedlikeholdsprogram og at vedlikeholdsterminologi ikke er innarbeidet nok i vedlikeholdsavdelingen.

Studien presenterer måltall og akseptkriterier som er viktige for reservedelsstyringen, krav og forventninger til effektiv reservedelsstyring beskrives gjennom å definere mål og strategi for vedlikeholdsarbeidet knyttet til bedriftens organisatoriske målsetning(er). Effektiv reservedelsstyring er også beskrevet gjennom å benytte kvalitetsverktøy innen rotårsaksanalyser, RCM, Kraljic og pareto-prinsippet. Disse verktøyene har blitt brukt til å utvikle en metodikk Norsk Kylling kan bruke for å følge opp og forbedre eget vedlikehold. Studien har også utviklet modeller for uttak og bestilling som skiller mellom reservedeler til forebyggende og korrigerende vedlikehold, samtidig som den ivaretar og forbedrer vedlikeholdsprogram.

Ved å gjennomføre konkluderende tiltak 1-6 i konklusjonen over vil forhåpentligvis Norsk Kyllings reservedelslager på sikt tilfredstille kravene til korrigerende- og forebyggende vedlikehold, samt ha oversikt over hva som er på lager til enhver tid. De vil sikre en god flyt og tydelige prosedyrer knyttet til uttak og innkjøp av reservedeler.

Forskningsspørsmål 1-3 som ble presentert i kapittel 1.5 er besvart gjennom kartlegging av Norsk Kyllings vedlikehold i kapittel 4, dette inkluderer hva som utløser behov for reservedeler og typisk ledetid på reservedeler. I forhold til hvilken bestillingsform Norsk Kylling skal ha er dette besvart i diskusjonskapittel. Her må Norsk Kylling i sin forbedring av vedlikeholdsprogram samtidig klassifisere artikler etter forbruks- eller beredskapsartikler. Bestillingsform vil sammen med utarbeidelse av materialister, som i dag ikke er på plass, og FV-planer bestemme behov, antall og innkjøpstilhørighet etter en kostnads- og risikovurdering.

Siste forskningsspørsmål omhandler hvilken nytte Norsk Kylling vil ha av å innføre RCM-analyse. Prosjektgruppen foreslår i denne rapporten til en metode hvordan RCM kan implementeres i vedlikeholdssløyfa og være i likhet med forbedringshjulet, PDCA, en metode for å gjennomføre og forbedre vedlikeholdsprogram. En fullstendig RCM-analyse gir også svar på konsekvenser av svikt på komponentnivå, som vil være med på å definere hvilke reservedeler Norsk Kylling må ha tilgang til. I kapittel 6.2 kommenteres svakheter og begrensninger ved å implementere foreslåtte tiltak hos Norsk Kylling.

6.2 Svakheter og begrensninger i studien

Fastsettelse av servicenivå, krav til produksjonstilgjengelighet og produksjonsplaner er en forutsetning for å minimalisere kostnadene ved lagerstyring av reservedeler. Lagerkostnader og innkjøp må alltid vurderes mot risiko og kostnad for maskinstans og uproduktiv tid.

Denne studien har i stor grad kartlagt Norsk Kyllings vedlikeholdsavdeling og i mindre grad kartlagt produksjonsavdelingen. En forutsetning for lykkes med vedlikehold og produksjon er at alle "drar" i samme retning og har en gjensidig forståelse for hverandres behov. Dette kan for eksempel gjøres gjennom felles måltall mellom avdelinger og avdelingsstrategier knyttet til bedriftens organisatoriske mål. En suksessfaktor for å lykkes med foreslåtte tiltak er at produksjonsavdelingen må legge til rette for et totalvedlikehold gjennom blant annet operatørvedlikehold og kommunikasjon om når maskiner og utstyr er ledig for vedlikehold.

Norsk Kylling har mange maskiner og utstyr som kan defineres som kritisk for produksjon og drift. En RCM-analyse er tidskrevende arbeid, det er viktig at utstyr og maskiner er kartlagt og satt i prioritert rekkefølge etter kritikalitet før analysearbeid startes. Det er også særdeles viktig med tanke på reservedelsberedskap at reservedeler blir klassifisert enten som beredskapsartikkel eller som forbruksartikkel gjennom denne prosessen. Med tanke på tid som kreves for å få gjennomført analyse bør Norsk Kylling vurdere å leie inn eksterne ressurser til dette arbeidet, slik at vedlikeholdsavdelingen fortsatt kan utføre sin primære funksjon; å være støtte til driftsavdeling. Denne rapporten har foreslått flere tilbakemeldings-sløyfer for å ivareta forbedring av vedlikeholdsprogram. En suksessfaktor for at dette skal fungere er at utførende teknikere tar seg tid til å dokumentere mangler eller forbedringer knyttet til vedlikeholdsoppdrag, samt at vedlikeholdsplanlegger følger opp denne dokumentasjonen og oppdaterer vedlikeholdsprogram.

Mulige feilkilder knyttet til datainnsamling er at det ikke er utført formelle intervju med teknisk utførende. Prosjektgruppen mener likevel å sitte igjen med et godt datagrunnlag da et av prosjektgruppens medlemmer har vært tilstede hos Norsk Kylling gjennom hele bachelorperioden og observert daglige driftsutfordringer knyttet til vedlikehold og reservedeler. Observasjoner er gjort både gjennom egne erfaringer og gjennom uformelle samtaler med teknisk utførende.

Kartleggingsdel er nyansert til å være en generell oppfatting blant Norsk Kyllings ansatte i produk-

sjons- og vedlikeholdsavdeling. Kartleggingen omfatter ikke ytterpunkter. Oppgavens omfang og avgrensninger beskrevet i kapittel 1.6 gir grunnlag for begrensninger i diskusjonskapittel.

6.3 Forslag til videre arbeid

Nedenfor en liste over det som er kartlagt, men i liten grad diskutert i denne rapporten. Det anbefales å arbeide videre med disse punktene for å skape en enda bedre flyt både for reservedeler og vedlikehold hos Norsk Kylling. Kartleggingen gjort i denne rapporten kan anses som sonderingsstadiet i et prosjekts livsløp. Det anbefales at hvert enkelt punkt bringes over i prosjektstadiet og behandles som egne prosjekt. Dersom mistanke om at noen av de forslåtte projektene medfører større investeringskostnader, for eksempel punkt om orden og ryddighet (5S), kan det være en fordel å kartlegge dette i en forstudie for å vurdere lønnsomhet og investeringskostnader.

1. Opplæring av produksjonsledere og skiftledere i uttak fra lager, omtalt i kapittel 4.6.4
2. Bygg opp vedlikeholdshåndboka [6] etter vedlikeholdssløyfas punkter og definisjoner. Kapittel 4 i denne rapporten er bygd opp på denne måten. Hent inspirasjon og referanser i Bye's kompendie [2], Oljedirektoratets basisstudie [8] og referanser til Norsk Standard som er gitt i denne rapporten.
3. Visuell fremstilling av KPI'er bør gjøres tilgjengelig for alle, se siste avsnitt kapittel 4.3
4. Orden og ryddighet (5S) omtalt i kapittel 4.6.3 og 4.6.4
5. Vedlikeholdsvindu kartlagt i kapittel 4.4.2 bør vurderes på nytt sammen med driftsavdeling
6. Utnytte potensialet til TESSgate i større grad, omtalt siste avsnitt i kapittel 5.3.3

7 VEDLEGG

Det er ingen vedlegg lastet opp i selve rapporten. Filer brukt i utarbeidelse og kartlegging vil i tillegg til rapport bli lastet opp i Insperia i ei zip-fil. Prosjektgruppen ønsker ikke å publisere disse filene offentlig, ettersom de kan inneholde restriktiv informasjon. Et dokument å legge merke til er Norsk Kyllings vedlikeholdshåndbok, som er brukt som referanse flere ganger i denne rapporten.

7.1 Filer lastet opp sammen med rapport

1. Avtale med bedrift.pdf
2. Forprosjekt vår 2022 ved IØT-Gruppe 14.pdf
3. Norsk Kyllings Vedlikeholdshåndbok - 130120 - Versj 1.0.docx
4. Kartlegging av vedlikeholdstype.xlsx

Referanser

- [1] Norsk Kylling AS, “Ansvarsrapport.” <https://files-cdn.vitaminw.no/ansvarsrapport>, 2020. (Hentet: 19.04.2022).
- [2] P. I. Bye, *Vedlikehold og driftssikkerhet*. Ukjent utgiver, 2009.
- [3] Rolstadås, Johansen, Olsson, and Langlo, *Praktisk Prosjektledelse, Fra ide til gevinst, 2.utgave*. Fagbokforlaget, 2020.
- [4] J. Nicholas, *Lean Production for Competitive Advantage, 2. utgave*. CRC Press, 2018.
- [5] Standard Norge, *NS-EN 13306:2017, Vedlikeholdsterminologi*. Standard Online AS, 2019.
- [6] Norsk Kylling, *Vedlikeholdshåndbok, håndbok for teknisk avdeling*. Norsk Kylling AS, 2020.
- [7] Frostland, “Total productive maintenance.” <https://xn--plitelighet-x8a.no/metoder-og-verktoy/tpm-total-productive-manufacturing/>, 2021. (Hentet: 11.05.2022).
- [8] Oljedirektoratet, “Basisstudie vedlikeholdstyring.” <https://www.ptil.no/contentassets/9fdd4648b19747aca09c0abd82830c8b/basisvedlikehold.pdf>, 1998. (Hentet: 07.05.2022).
- [9] E. Fladberg, “Operatørvedlikehold.” <https://www.tu.no/artikler/selvgjort-er-velgjort/218446>, 2013. (Hentet: 08.05.2022).
- [10] Jørn Vatn, “Reliability centred maintenance (rcm) = pålitelighetsstyrt vedlikehold.” <https://slideplayer.no/slide/12983297/>, 2018. (Hentet: 08.05.2022).
- [11] P. Kraljic, “Kraljic matrisen fra the magazine - 1983.” <https://hbr.org/1983/09/purchasing-must-become-supply-management>, 1983. (Hentet: 26.04.2022).
- [12] Standard Norge, *NS-ISO 55000:2014, Forvaltning av anlegg og verdier*. Standard Online AS, 2014.
- [13] Standard Norge, *NS-EN 15341:2019, Ytelsesindikatorer for vedlikehold*. Standard Online AS, 2019.
- [14] TV2, “Derfor har det blitt unormalt lang ventetid på mange biler.” <https://www.tv2.no/a/14515221/>, 2022. (Hentet: 16.05.2022).

