



---

University of  
Stavanger

*En kvalitativ studie av Tine Meieri Jærens implementering  
av Manufacturing Execution System*

- **Et samarbeid med Tine Meieri Jæren**

Masteroppgave i Økonomi og Administrasjon

15. juni 2021

Handelshøgskolen ved Universitetet i Stavanger

Skrevet av Johan Sebastian Mala Schjerven og Simon Sefany Mesfin

Veileder: Jan Frick



University of  
Stavanger

DET SAMFUNNSVITENSKAPELIGE FAKULTET,  
HANDELSHØGSKOLEN VED UIS  
MASTEROPPGAVE

STUDIEPROGRAM:

Master i økonomi og administrasjon

OPPGAVEN ER SKREVET INNEN FØLGENDE  
SPESIALISERINGSRETNING:

Strategisk markedsføring

ER OPPGAVEN KONFIDENSIELL? Nei

(NB! Bruk rødt skjema ved konfidensiell oppgave)

TITTEL:

En kvalitativ studie av Tine Meieri Jærens implementering av Manufacturing Execution System

- Et samarbeid med Tine Meieri Jæren

ENGLISH TITLE:

A qualitative study of Tine Meieri Jærens implementation of Manufacturing Execution System

- A partnership with Tine Meieri Jæren

## Sammendrag

Økt konkurranse og et høyere kostnadspress har tvunget produksjonsbedrifter til å fornye seg selv og finne nye og mer effektive måter å produsere på. Digitalisering har for alvor satt sitt preg på produksjonen av varer og produsentene er nødt til å ta stilling til dette. I denne oppgaven undersøker vi Tine Meieri Jærens implementering av manufacturing execution system. Dette er et system for datainnsamling og dokumentasjon av produksjon - fra råvarer til ferdigvarer. Målet for studien er å undersøke hvordan Tine Meieri Jæren utnytter ny teknologi og manufacturing execution system (MES) for å øke effektivitet i sin produksjon. I denne kvalitative studien vil vi sette innsamlede resultater opp mot aktuell teori gjennom følgende forskningsspørsmål:

- *1: Hvordan forbedrer manufacturing execution system Tine Meieri Jærens produksjon med tanke på effektivitet?*
- *2: Hvordan kan Tine Meieri Jæren vidreutvikle produksjonen og MES fremover?*
- *3: Hvordan bør man balansere menneskelig og teknologisk involvering for å oppnå optimale prosesser?*

I besvarelsen av forskningsspørsmålene benytter vi kvalitative analyseteknikker i form av semistrukturerte dybdeintervju med ansatte på Tine Meieri Jæren. Ved å ha en nøye utarbeidet intervjuguide basert på forskningsspørsmålene og teori har vi innhentet relevant data for å kunne besvare forskningsspørsmålene. Vi fant i oppgaven ut at man på Tine Meieri Jæren i stor grad har lykket med implementeringen av MES. Informantene la i særlig stor grad vekt på hvordan systemet øker dataflyten og bidrar til bedre samhandling mellom de forskjellige produksjonssystemene. Ved å digitalisere dataflyt opplever man også en mer strømlinjeformet flyt av informasjon mellom datasystemene og beslutningstakerne. Ikke bare fører dette til en mer effektiv produksjon, men det gir også positive ringvirkninger i form av at det tilrettelegger for mer effektiv analyse av produktene. For Tine Meieri Jæren er dette særdeles viktig da det tillater igangsettingen av flere forbedringsprosesser basert på et større datagrunnlag en før. Vi finner i oppgaven ut viktigheten av å ta et bevisst standpunkt til dagens økte bruk av teknologi og digitalisering. At Tine Meieri Jæren har vært tidlig ute med å inkorporere disse nye teknologiene har gjort at de har tilegnet seg verdifull kunnskap som vil være kritisk fremover.

## Forord

Denne masteravhandlingen representerer avslutningen av vår mastergrad i økonomi og administrasjon ved Handelshøgskolen ved Universitetet i Stavanger. Den ble skrevet våsemesteret 2021 og representerer 30 studiepoeng innenfor hovedretningen strategisk markedsføring og analyse.

Vi ønsker å rette en stor takk til alle som har vært med å bidra med arbeidet av denne oppgaven. Først og fremst vil vi takke vår veileder Jan Frick ved avdeling for innovasjon, ledelse og markedsføring på UiS. Han har bidratt ved å gi oss inspirasjon til valg av oppgave i tillegg til tilbakemeldinger og konstruktiv kritikk. Vi ønsker også å rette en stor takk til Tine Meieri Jæren og spesielt vår kontaktperson Karima Eid Bacha. Vi er utrolig takknemlig for et svært produktivt og konstruktivt samarbeid. I tillegg vil vi også takke informantene våre som har vist stor samarbeidsvilje og har bidratt med svært verdifull informasjon og kunnskap.

Under arbeidet med denne oppgaven har vi tilegnet oss innsikt om meieriindustrien og nye teknologier innenfor Industri 4.0. Det har vært en lang og utfordrende prosess som også har vært utrolig lærerik. Vi vil derfor takke hverandre for et meget hyggelig samarbeid.

Med dette takker vi for oss!

*Simon Mesfin & Sebastian Schjerven*

*15. juni 2021*

## Innholdsfortegnelse

<b>Sammendrag</b> .....	<b>2</b>
<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Introduksjon</b> .....	<b>5</b>
<b>2. Bakgrunn</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1 Leveringskjeden</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Avgrensning</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3 Mål</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Teori</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1 Teknologiene i meieriindustrien</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2 Industri 4.0</b> .....	<b>15</b>
3.2.1 Nåværende- og Industri 4.0 produksjons tilnærming.....	16
<b>3.3 Manufacturing Execution System</b> .....	<b>18</b>
3.3.1 Tradisjonell MES vs Ny MES .....	20
<b>3.4 Kunstig Intelligens</b> .....	<b>26</b>
<b>3.5 Maskinlæring</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6 Stordata</b> .....	<b>28</b>
<b>3.7 Nøkkelord analyse</b> .....	<b>29</b>
<b>4. Metode</b> .....	<b>30</b>
<b>4.1 Forskningsdesign</b> .....	<b>30</b>
<b>4.2 Dataanalyse</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3 Datakvalitet</b> .....	<b>31</b>
<b>5. Analyse</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1 Datainnsamling</b> .....	<b>34</b>
5.1.1 Datainnsamlingsform .....	34
5.1.2 Utvalg.....	34
5.1.3 Intervjuguide .....	35
<b>5.2 Analyse av nøkkelord i intervju</b> .....	<b>37</b>
<b>5.3 Produksjon hos Tine Meieri Jæren</b> .....	<b>39</b>

<b>5.4 Teknologiske hjelpemidler .....</b>	<b>40</b>
<b>5.4.1 Anlegget og innovasjon.....</b>	<b>43</b>
<b>5.5 Tine og MES .....</b>	<b>44</b>
<b>5.6 Muligheter og utfordringer .....</b>	<b>46</b>
5.6.1 Utfordringer ved helautomatiserte systemer/prosesser .....	47
<b>5.7 Framtidsutsikter .....</b>	<b>48</b>
<b>5.8 Klima og miljøvennlighet .....</b>	<b>49</b>
<b>5.9 Nedetid .....</b>	<b>50</b>
<b>6. Validering.....</b>	<b>52</b>
<b>6.1 Reliabilitet.....</b>	<b>52</b>
<b>6.2 Validitet.....</b>	<b>52</b>
<b>6.3 Begrensninger ved oppgaven .....</b>	<b>53</b>
<b>7. Konklusjon .....</b>	<b>54</b>
7.1 Studiens bidrag til videre forskning .....	55
<b>8. Referanser .....</b>	<b>56</b>
<b>Appendix.....</b>	<b>60</b>
<b>Intervju 1 .....</b>	<b>60</b>
<b>Intervju 2 .....</b>	<b>68</b>
<b>Intervju 3 .....</b>	<b>73</b>

## Figurliste

<i>Figur 1: Produksjonsprosessen til Ost. ....</i>	<i>12</i>
<i>Figur 2: Oversikt over oppgavens informasjonsflyt og logisk linking mellom de forskjellige elementene - fra forskningsspørsmål til resultat. ....</i>	<i>14</i>
<i>Figur 3: Forskjellen mellom dagens produksjonstilnærming og Industri 4.0-tilnærming.....</i>	<i>17</i>
<i>Figur 4: Hvordan MES integrerer uavhengige og separate datainnsamlingssystem. ....</i>	<i>18</i>
<i>Figur 5: Tradisjonell MES vs Ny/Moderne MES.....</i>	<i>20</i>
<i>Figur 6: Hvordan MES kommuniserer på tvers av alle apparat og enheter for å få produktets mest kostnadseffektive rute. ....</i>	<i>21</i>
<i>Figur 7: Dynamic Shop-floor Marketplace. ....</i>	<i>24</i>

<i>Figur 8: Vertikal Integrasjon.....</i>	<i>25</i>
<i>Figur 9: Ordsky fra intervju .....</i>	<i>38</i>
<i>Figur 10: Prosentvis måloppnåelse av papirløs dokumentasjon.....</i>	<i>40</i>

## **Tabelliste**

<i>Tabell 1: Intervjuguide.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabell 2: Nøkkelord oppsummering .....</i>	<i>38</i>

# 1. Introduksjon

*Det innledende kapittelet i studien tar for seg en introduksjon av Tine Meieri Jæren, samt hva studien vil ta for seg. Videre presenteres Tines nye system MES og industri 4.0, før forskningsspørsmålene blir introdusert avslutningsvis.*

Tine Meieri Jæren er et anlegg som produserer hvitost, smør og prim, i tillegg til pulverprodukter. Anlegget ble åpnet i 2012 og er unikt på grunn av sin kombinasjon av størrelse, kompleksitet og miljøløsninger. Intensjonen var at dette nye meieriet skulle erstatte fire mindre meierier i distriktet. Totalt er det 150 årsverk på anlegget som sørger for døgnkontinuerlig drift året rundt. Det produseres rundt 220 mill. liter melk per år, 21 500 tonn hvitost, 15 700 tonn pulver og 11 900 tonn smør. Anlegget omsetter for rundt 1,8 mrd. årlig og er derfor en viktig bedrift i regionen.

Denne studien vil se på hvordan TM Jæren bruker nye, avanserte teknologier for å øke effektiviteten og redusere kostnader i osteproduksjonen og i melkebehandlingen. TM Jæren begynte i 2018 arbeidet med å redusere svinn i osteproduksjonen ved å engasjere kunstig intelligens-selskapet Intelec (Sti, 2018). Samarbeidet har vokst ytterligere med utviklingen av 'manufacturing execution system' (MES). Systemet er nå aktivt på tre ulike avdelinger - melkebehandling, ysteri og pakkeavdelingen. Prosjektet er fortsatt i pilotfasen, men har som mål å kunne effektivisere og automatisere produksjonsprosessen ytterligere. Tine beskriver MES sine hovedfunksjoner som å levere riktig informasjon til riktig tid. MES er et system for datafangst og skal kunne tilby utvalgt og sortert data til beslutningstakere med formål om å spare tid i tillegg til å kunne gjøre mer kvalifiserte beslutninger. Systemet har også gjort at man har klart å redusere bruken av papir til dokumentering, og målet er at man på sikt skal kunne bli papirløse. TM Jæren har definert fire funksjonskategorier for MES: riktig info til riktig tid, rutiner/arbeidsflyter, rapportering og analyser. Disse vil vi gå mer innpå senere.

MES bygger i utgangspunktet på eldre systemer for datainnsamling, men dagens system er tett bundet opp mot Industri 4.0 og automatiserte løsninger. Uttrykket industri 4.0 omhandler den fjerde industrielle revolusjonen, hvor internett blir introdusert og smeltet sammen med produkter og produksjon. For industriell produksjon betyr dette at maskiner ikke bare produserer produktet, men snarere at produktet kommuniserer med maskinene og gir de



instrukser. Dette kan bety at maskinene i den nære fremtid vil kunne organisere og strukturere seg selv, og dermed skape nye leveringskjeder.

Industri 4.0 har de siste årene blitt en større del av de daglige oppgavene i flere industrier, og har åpnet opp nye muligheter. Det utfordrer selskaper til å tenke nytt, samt åpner muligheten for automasjon, maskinlæring and effektivisering av prosesser. Den tradisjonelle kraftintensive industrien er en betraktelig del av produktivitet, innovasjon og eksport i den norske økonomien. Industri 4.0 representerer en evolusjon av digitalisering for selskap som allerede har begynt å ta i bruk “lean”, integrerte prosesser, kontinuerlig forbedringer, osv. Gjennom en digitalisering av produkter og tjenester, samt teknologisk integrasjon både vertikalt og horisontalt i verdikjeden, åpnes muligheten for et nytt nivå av produktivitet og kostnadseffektivitet. Videre skaper dette nye forretningsmodeller og kunde plattformer (Geissbauer et al., 2016).

Forskningsspørsmålene danner grunnlaget for intervjuguiden og forskningen som helhet. De lyder som følger:

- **1:** Hvordan forbedrer manufacturing execution system Tine Meieri Jærens produksjon med tanke på effektivitet?
- **2:** Hvordan kan Tine Meieri Jæren vidreutvikle produksjonen og MES fremover?
- **3:** Hvordan bør man balansere menneskelig og teknologisk involvering for å oppnå optimale prosesser?

Forskningsspørsmålene er utarbeidet gjennom empiri og gjennomgang av litteraturen. Intervjuguiden ble dermed utarbeidet ut fra disse forskningsspørsmålene.

## 2. Bakgrunn

*Bakgrunnskapittelet begynner med en introduksjon av ny teknologi i matindustrien, før den tar for seg studiens hovedfokus, samt inspirasjonen bak valget av forskning. Videre presenteres leveringskjeden før studien avgrenses og mål introduseres.*

Jordas befolkning vokser, samtidig som at klimautfordringene gjør det utfordrende å produsere mat. Ifølge FNs organisasjon for ernæring og landbruk må den globale matproduksjonen økes med rundt 60% i løpet av de neste 40 årene. Det er derfor viktig å finne nye måter å kunne produsere mat effektivt og bærekraftig. For å kunne øke produksjonen må derfor ressursene kunne utnyttes mer effektivt og man må minimere sløseri og matavfall. Den siste tids fremvekst av nye teknologier er grunn til optimisme.

Automatiserte systemer tillater oss å produsere med høyere hastighet og 'presisjon'. Kunstig intelligens brukes allerede flittig innenfor helsesektoren. Her bruker man teknologi blant annet til å stille diagnoser, utvikle teknologier og robotiske operasjoner. Matindustrien begynner også å tilvenne seg de nye teknologiene. Tomra Systems ASA er et norsk industriselskap som blant annet har utviklet systemer for matanalyse basert på kunstig intelligens. Teknologien brukes til å hjelpe matprodusenter måle kvaliteten på maten, som for eksempel fettprosenten.

Denne studiens hovedfokus vil bli å undersøke Tine Meieri Jærens bruk av nye teknologier i deres produksjon. De nye teknologiene som vil undersøkes er det industrielle tingenes internett, kunstig intelligens og cyber-fysiske systemer (maskiner, sensorer o.l.).

Hovedsakelig vil vi gå i dybden på TM Jæren sin bruk av disse teknologiene i produksjonen av hvitost. For å kunne danne et mer helhetlig bilde av produksjonen fra start til slutt vil vi også se på hele leveringskjeden, dog uten å gå inn i dybden.

Tine Meieri Jæren er en lokal produksjonsfasilitet på Jæren med høymoderne utstyr og maskiner. Fabrikken mottar 210 millioner liter melk årlig og produserer ca. 46 000 tonn ferdigvare årlig. Det er rundt 170 ansatte på huset og de mottar råvarer fra rundt 10 500 bønder fra 8500 forskjellige gårder. Fasiliteten produserer en rekke produkter, som smør, prim, margarin og hvitost. Tine Meieri Jæren er en del av samvirkeselskapet TINE, som eies av melkeprodusentene som leverer melk til selskapet. Konsernet TINE leverte i 2020 et

driftsresultat på 1 992 millioner kroner, som er en vekst med 803 millioner kroner fra 2019. Konsernet hadde også en økning i driftsinntekter på 3,8% fra 2019. Dette utgjør 903 millioner kroner av totale driftsinntekter på 24 715 millioner kroner (Tine.no, 2021). I denne delen av studien vil vi snakke litt om valget av studie og hva som inspirerte oss til å velge nettopp Tine Meieri Jæren.

Et kurs i Supply Chain og Lean Management gjorde oss oppmerksomme på de uutnyttede teknologiene og mulighetene ny teknologi har introdusert. Det industrielle tingenes internett, stordata og maskinlæring kan revolusjonere operasjoner og verdikjeder globalt. Ideen om maskinlæring og en helautomatisert fabrikk er meget interessant og introduserer et potensielt paradigmeskifte global produksjon. Bevegelsen – som er døpt «den fjerde industrielle revolusjon» eller Industri 4.0 er basert på fire ulike prinsipper; interoperabilitet, transparens, teknisk støtte og desentraliserte beslutninger. Optimal implementering av disse tankesettene kan føre til en mer proaktiv og effektiv produksjon. Mange tidkrevende prosesser som beslutningstaking, nedetid, prognoser o.l. vil kunne reduseres.

Inspirasjonen bak valget av Tine Meieri Jæren stammer fra egen erfaring som operatør i osteproduksjonen hos Tine Meieri Jæren. Det var øyevekkende å se hvordan forskjellige automatiserte system og samlebånd samhandlet – både med og uten menneskelig involvering. Produksjon var høyst systematisk og analytisk. Ved bruk av nøkkeltallsindikatorer kunne man utarbeide prognoser og forutse produksjonstid, nedetid osv. Man kunne allerede for flere år siden se potensialet i anlegget. Det var allerede infrastruktur og instrumentering på plass for å kunne introdusere nye teknologier som kunstig intelligens og maskinlæring.

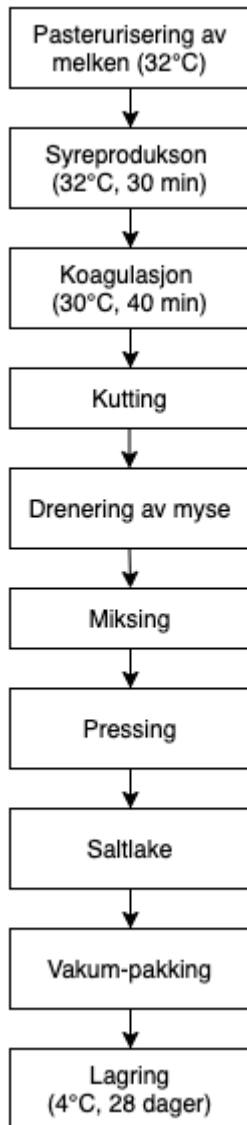
Tradisjonelt er meieriindustrien en industri med lave marginer. Derfor er inntreden av nye teknologier svært interessant for å kunne kutte kostnader og øke effektivitet. Teknologien det dreier seg om er både maskiner og sensorer, med roboter i melkeprosessen og sensorer i pakkingen og på samlebåndene. Sensorene kan redusere tiden på de mikrobielle og kjemiske analysene og introdusere data i sanntid (Burke et al., 2018, p.3). Vi vil i denne studien derfor se på Tine Meieri Jæren og hva de gjør for

## 2.1 Leveringskjeden

I osteproduksjon består leveringskjeden i hovedsak av fire deler – gård, meieri, butikk og sluttbruker. Man kan dog dele inn i flere ledd internt i de tre hoveddelene av kjeden. Bonden mottar grovfôr fra leverandøren sin for å kunne fø kyrne sine. Dette tillater igangsettingen av melkeproduksjonen. Norske kyr har i senere år blitt avlet til å kunne melkes mer. I 2017 var gjennomsnittet for hver ku på rundt 7.797 liter melk årlig/25,6 liter daglig.

(Dyrevernsalliansen, 2019). Avhengig av hvor mange kyr gården har vil melken etter hvert transporteres til meieriet. Fra her vil den gå rett til prosessering. Når melken er prosessert og omdannet til en mer fast masse starter produksjonen av det som til slutt blir ost. Denne prosessen forklares nærmere i flytskjemaet. Etter at ferdigvarene er pakket og lagret vil de distribueres til butikkene før de forskjellige produktene ender opp hos sluttbrukeren.

Melken som kommer fra kua er det som kalles råmelk. Denne vil fremme ved meieriet bli testet for stoffer som for eksempel antibiotika. Om melken inneholder uønskede bakterier eller den ikke oppfyller krav for lukt og smak vil den bli vraket. Dette er viktig, da dårlig melk kan ha store konsekvenser for videre produksjon. Fra tankbilene blir melka pumpet inn i større tanker på meieriet. Her vil melka gå gjennom en separering hvor målet er at fløte og skummet melk skal skille seg. Etter dette vil både fløten og den skumma melka pasteuriseres. Her vil den varmebehandles i 72,5°C i 15 sekunder, før den kjøles ned igjen. Denne varmebehandlingen fjerner sykdomsfremkallende bakterier. Videre skal melka standardiseres, hvor fløte og skummet melk blandes i riktig mengde for å få ønsket fettinnhold. Neste fase er homogenisering hvor fettpartiklene spaltes og fordeler seg jevnt i melka slik at man unngår å få et fløtelag på toppen av melka. Hele denne prosessen er automatisert og melka går gjennom ventiler og rørgater. Melken går deretter videre i en blandetank hvor den blandes med tørrstoff. Overskuddsmelk brukes til å lage tørrmelk, også kjent som pulver. Dette gjør man ved å gradvis fjerne vannet i melka. Melkedråpene faller ned i et stort tørkekammer hvor varmluft tørker ut vannet, og den gjenværende melka kommer ut som rent pulver. Under ser man flytskjema av hvordan osten produseres.



Figur 1: Produksjonsprosessen til Ost.

Anbefalt av Tine Meieri

## 2.2 Avgrensning

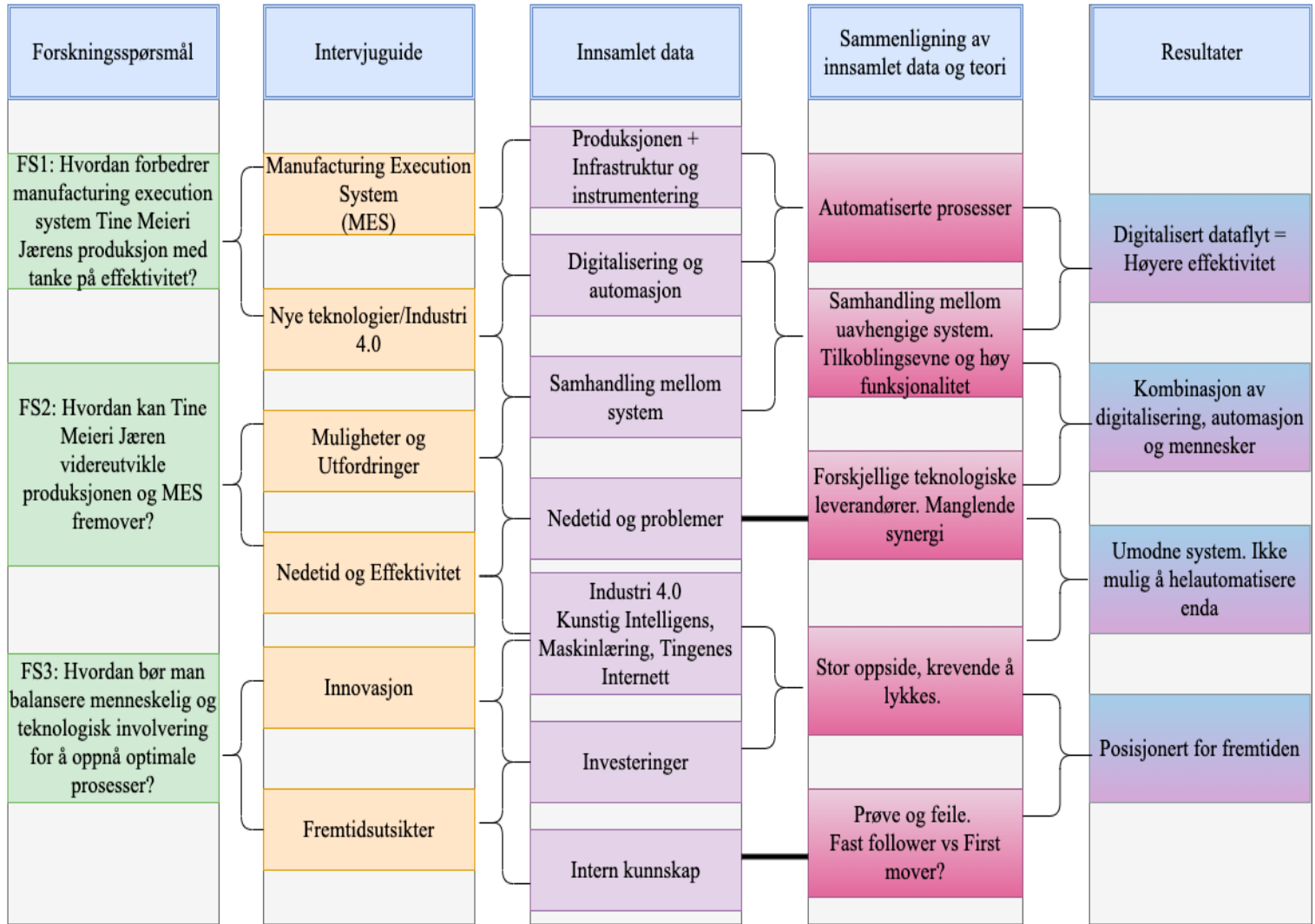
Denne studien vil hovedsakelig fokusere på tre avdelinger - melkebehandling, ysteri og pakkeriet. Det er foreløpig på disse tre avdelingene man har tatt i bruk MES. Vi vil stort sett se på de tre avdelingene under ett, da disse tre henger tett sammen. Det overordnede fokuset i studien ligger på hvordan man bruker MES og teknologier til sin fordel. Dette reflekteres også av datainnsamlingen hvor vi har intervjuet ansatte som i ulik grad er involvert i alle de

tre avdelingene. Det som er felles for avdelingene er at de alle bidrar til ferdigvaren, som er ost.

## **2.3 Mål**

Målet for denne studien er å se på hvordan Tine Meieri Jæren utnytter ny teknologi og manufacturing execution system (MES) for å øke effektivitet i sin produksjon. De har inngått strategiske samarbeid med Industri 4.0-aktører og vi skal derfor undersøke effektene av dette. Nye teknologier som maskinlæring og stordata bringer med seg et hav av muligheter. Potensialet er enormt og uutnyttet. Meieriindustrien er en industri med lave marginer, og effektivitet er derfor kritisk. I denne studien vil vi utføre intervjuer med ansatte og sammenligne disse resultatene med den eksisterende teorien. Målet for studien er å kunne besvare forskningsspørsmålene våre ved å analysere resultatene og sette dem opp mot litteraturen.

I figuren under ser man en visualisert presentasjon av oppgavens informasjonsflyt og oppbygning. Oppgaven tar utgangspunkt i forskningsspørsmålene som danner grunnlaget for teorien, metoden og analysen. Dette er for å gi leseren en forenklet og lett forståelig fremstilling av oppgavens flyt.



Figur 2: Oversikt over oppgavens informasjonsflyt og logisk linking mellom de forskjellige elementene - fra forsknings spørsmål til resultat.

### 3. Teori

*I denne delen av studien vil det fremlegges teori og aktuell litteratur om meieriindustrien, Industri 4.0 og manufacturing execution system. Mye av teorien som presenteres er utdelt av Tine Meieri Jæren selv. Det vil refereres til presentasjoner, rammeverk og teorier som de selv har brukt i forbedringsprosesser knyttet til produksjonen og arbeidet med MES.*

#### 3.1 Teknologiene i meieriindustrien

De seneste årene har det vært økt fokus på enklere og mer effektive måter for bøndene å produsere på. Noen av grunnene til dette økte fokuset er for å gjøre arbeidet enklere for bøndene, men også for å gi dyrene bedre levevilkår samtidig som gårdsbruket blir mer miljøvennlig. Melkeroboten er kanskje den mest banebrytende teknologien som har blitt introdusert. I dag melkes over 50% av norske kyr av roboter. Dette tillater kua å bestemme selv når den skal melkes (Landbruk.no, 2019). I tillegg til å effektivisere melkingen har robotene også positive helsemessige effekter på kua. Roboten kan måle kuas hormonnivå, og sensorer og kamera bidrar til å se hvordan kyrne beveger seg. I en undersøkelse gjort av NMBU fant man ut at den norske bonden er positivt innstilt til ny teknologi og nye arbeidsmetoder (Innovasjon Norge, 2020). Verdikjeder er avhengige av at alle leddene i kjeden spiller på lag, for Tine er det derfor viktig at også bøndene følger den teknologiske utviklingen (Stræte, 2007). En katalysator for Industri 4.0 er moderne og modne systemer og teknologier.

#### 3.2 Industri 4.0

Industri 4.0 er et begrep som brukes om visjonen om fremtidig produksjon som tillater lavere kostnader, høyere kvalitet og raskere prosessering. I tillegg til dette omfatter begrepet også personaliserte produkter - i høyere grad enn det man ser i dag. I praksis vil det være en omgivelse hvor smarte systemer og maskiner samhandler autonomt for å oppnå en dynamisk optimalisering (Kolbjørnsrud, 2017). For de fleste produksjonsbedrifter er Industri 4.0 foreløpig kun et konsept. Grunnen til at det foreløpig kun er et konsept er fordi



kompleksiteten til teknologiene er såpass høy at man må ha en infrastruktur på plass først. Et grunnleggende fundament for visjonen om denne nye måten å produsere på er MES (Manufacturing Execution System), som blir omtalt nærmere senere i studien.

I 2021 krever kunder mer av produsentene, man ønsker seg billigere, men mer tilpassede produkter. Dette er en av de viktigste driverne for utviklingen av Industri 4.0. Produksjonsbedrifter er nødt til å fornye seg og finne nye måter å produsere på. Bevegelsen kalles den fjerde industrielle revolusjon, fordi i likhet med de tre første revolusjonene er også dette et paradigmeskifte innenfor industriell produksjon. I en konkurransedyktig verden hvor kunder er mer opptatt av pris enn før er produsenter avhengige av effektivitet og lave kostnader. Kostnadseffektivitet er også et viktig element for at man skal ha muligheten til å reinvestere og innovere. Man er avhengig av høy kvalitet for å minske svinn og “defekte” produkter. I takt med at kundene har satt høyere krav til produktene de konsumerer har også presset på pris og marginer økt (Critical Manufacturing, 2017). Dagens maskiner og systemer er ikke rustet for å levere tilstrekkelige resultater under disse forutsetningene og det kreves derfor nye ideer og tilnærminger.

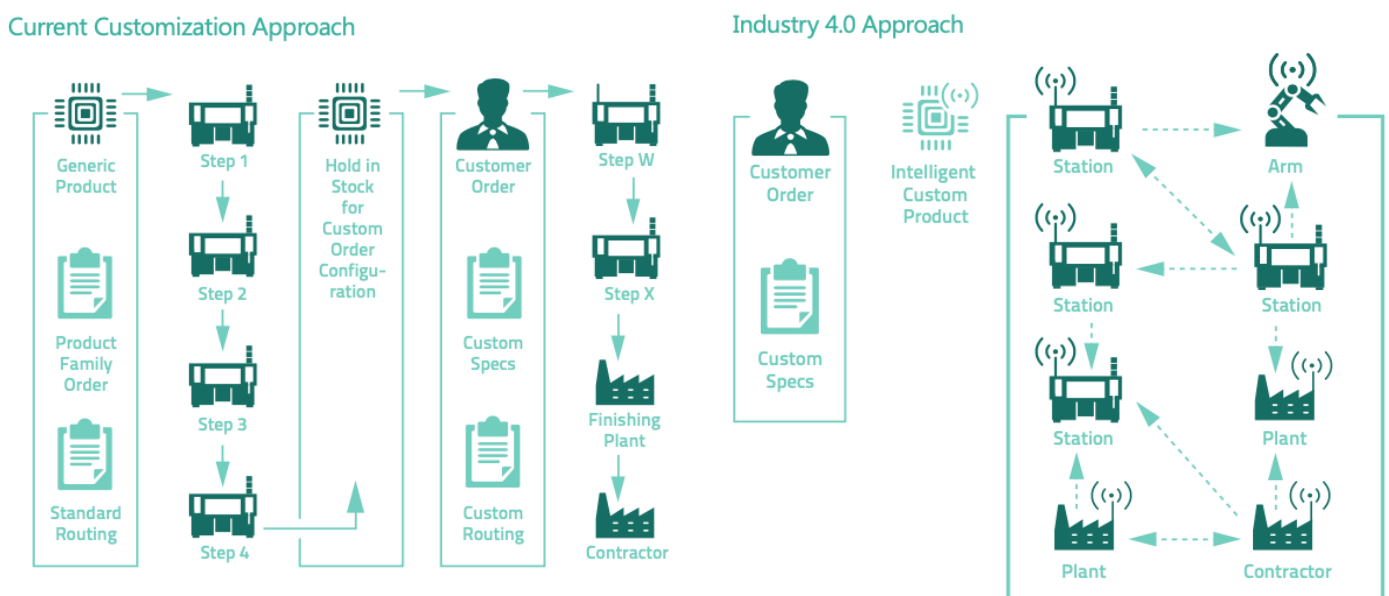
### 3.2.1 Nåværende- og Industri 4.0 produksjons tilnærming

Industri 4.0 muliggjør bedre produksjon ved å tilby mer data og intelligens. Tingenes Internett tillater en datainnsamling med mye høyere frekvens enn det man har i dag. Dette gjør at man kan samle inn data fra alle knutepunkter, sensorer og maskiner i fabrikken. Denne informasjonen omdannes automatisk til verdifull og relevant informasjon som operatørene på fabrikken kan benytte. Med maskinlæring vil også produksjonsenhetene ha evne til å gjøre korreksjoner og optimalisere seg basert på historiske data og trender. I Industri 4.0 er ideen at man skal ha produkter, utstyr og hele produksjonsgulv som selv-konfigurerer og selv-optimaliserer seg selv. Ved å benytte kunstig intelligens kan utstyret utføre komplekse oppgaver så effektivt som mulig, både med tanke på tid og kostnad, i tillegg til å levere kvalitet på et mer konsistent nivå.

Figur 3 viser hvordan Industri 4.0 er vesentlig forskjellig fra dagens produksjonsmetode. Her ser man hvordan produkter og utstyr som er basert på IIoT samhandler. Nåværende produksjon er basert på en forhåndsbestemt/planlagt produksjonsordre, med forhåndsdefinert

styringer. I Industri 4.0 tillater intelligente produkter og utstyr tilpassede produkter å dynamisk gå gjennom prosessen på en optimal måte uten å forhåndsinnstille generiske versjoner av produktet. I dette industrielle tingenes internett (IIoT) er det distribuert intelligens i hele systemet. Her ligger prosessering og sensorer i produkter, materialer eller utstyr og produksjonslinjer på tvers av anlegg og partnere i forsyningskjeden. Denne distribuerte intelligensen fjerner ikke behovet for anleggs overvåking, kontroll og veiledning - men den endrer den betydelig. Når det industrielle tingenes internett (IIoT) og Industri 4.0-klare intelligens strukturer er på plass, kan selskaper fullt ut utnytte ny teknologi som 3D-utskrift, kunstig intelligens, maskinlæring og stordata-analyse (Critical Manufacturing, 2017).

Bedrifter må forbedre hastigheten og redusere kostnadene for å innovere, og personalisering blir normen. Det vil være færre produkter med høyt volum og flere produkter med lite volum, noe som resulterer i behov for raske omstillinger. Kvaliteten må forbedres for å nærme seg null feil. Kundekrav og produkter er ofte komplekse, samtidig er det et høyt pris- og marginpress, selv om kundenes krav er mer komplekse og mangfoldige. Nåværende produksjonssystemer og automatiserings metoder kan ikke levere disse resultatene i møte med konstant og rask endring. Marger, syklustider og kvalitet lider jo mer kompleks og avansert produksjonen blir. Hovedmålet med Industri 4.0 er å redusere kostnadene og forbedre påliteligheten til en mer tilpasset og mindre produksjon (Critical Manufacturing, 2017).



Figur 3: Forskjellen mellom dagens produksjonstilnærming og Industri 4.0-tilnærming.

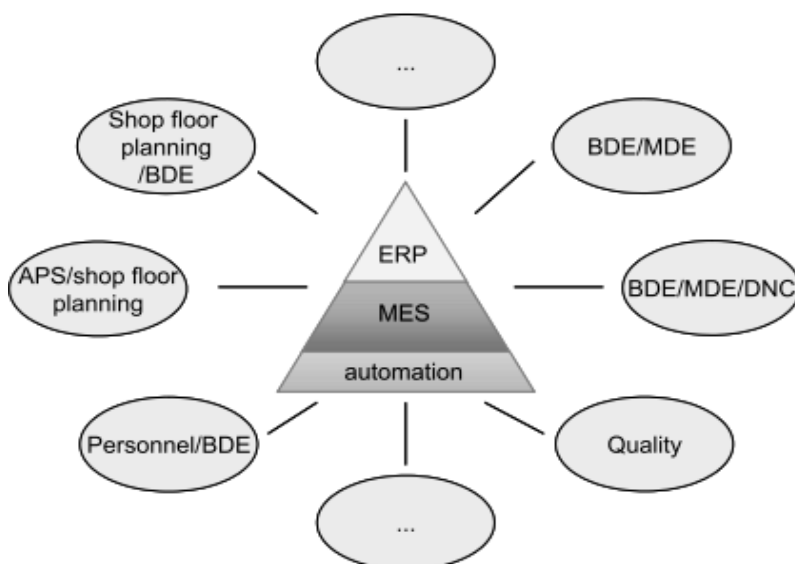
The New MES: Backbone of Industry 4.0, by Critical

Manufacturing and IYNO Advisors, 2017. Anbefalt av Tine Meieri Jæren

### 3.3 Manufacturing Execution System

Betegnelsen Industri 4.0 dekker et stort antall teknologier som for eksempel det industrielle tingenes internett, kunstig intelligens, maskinlæring, skylagring, stordata, mobil databehandling, robotikk, mfl. Disse nye teknologiene krever en infrastruktur og en instrumentering for   kunne fasilitere samhandlingen og tilkoblingen man ønsker. Det er her MES kommer inn. Et godt MES bidrar til   sikre kvalitet, produktivit t og kostnadsh ndtering.

MES har sin tidlige begynnelse fra datainnsamlingssystemer på 1980-tallet. Man gikk bort fra et tankesett om at elementer som produksjonsplanlegging, personal og kvalitetssikring var uavhengige. I stedet begynte man   se på alle de forskjellige systemene i en sammenheng. Denne holistiske tankegangen la til rette for en økt grad av integrasjon mellom ulike systemer. Dette førte videre til at man kuttet ned på antall systemer og heller økte funksjonaliteten til hvert enkelt system. Resultatet av dette var at det ble enklere   danne et rammeverk for datainnsamling på tvers av alle de individuelle systemene hos produsentene (Kletti, 2007). De ulike komponentene var derimot fortsatt uavhengige av hverandre og jobbet på transversalt. Etter hvert som systemene utviklet seg, ble det formet tre ulike system for datainnsamling. Fra datainnsamling av uavhengige variabler ble det dannet kombinasjonssystem med evnen til   utføre ulike oppgaver. Det er funksjonaliteten av disse kombinasjonssystemene som danner grunnlaget for funksjonaliteten til MES i dag.



Figur 4: Hvordan MES integrerer uavhengige og separate datainnsamlingssystem.

Fra "Manufacturing execution system-MES." av Kletti, J. (Ed.), 2007, s. 25. Springer Science & Business Media.

Figuren over viser hvordan MES integrerer opprinnelig separate og uavhengige datainnsamlingssystem. MES bygger på filosofien om de 6 R-ene, som sier:

Et produkt produseres ikke økonomisk effektivt om man ikke har de riktige ressursene i riktig kvantitet på riktig sted til riktig tid med riktig kvalitet og riktige kostnader gjennom hele produksjonsprosessen.

Funksjonaliteten til MES endrer seg hurtig og kan fungere som et komplett støttesystem for alle prosessene i produksjonen - fra arbeidsordrer til å faktisk kunne levere ferdigvarer. MES har noen svakheter, og spesielt i dynamiske virksomheter som krever adapterte løsninger hvor verdikjeden kan reagere til uventede hendelser. Dette gjelder også for matindustrien. På et generelt grunnlag brukes MES foreløpig stort sett som et verktøy for datafangst, i tillegg til presentasjon av dataen. Funksjonaliteten går stort sett ut på datainnsamling. MES kan være et nyttig verktøy for å presentere dataene og deres betydning på en lett og oversiktlig måte. Beslutningstakerne vil da få visualisert beslutningsstøtte gjennom systemets analyse av dataene. Sintef beskriver MES og dens hovedoppgaver slik: "Datastøtte og verktøy (system) for å styre og overvåke produksjon" (Strandhagen, 2010). I mange produksjonsbedrifter er det svært mange tanker og beholdere som krever overvåkning. Ofte kontrolleres og måles disse av programmerbare logiske styringer (PLS). Ved å integrere denne funksjonen i MES oppnår man i tillegg synergier ved at flere kritiske funksjoner settes inn i ett og samme system. Dette gjør det enklere og mer effektivt for beslutningstakere å gjøre observasjoner og eventuelle beslutninger.

For at MES skal fungere optimalt må nettverket av datainnsamlingssystemer suppleres med tilstrekkelige elementer av kvalitetssikring, dokumentasjonshåndtering og produksjonsanalyser (Chen & Voigt, 2020). Dette gjør at man kan evaluere og predikere uventede problemer i produksjonen i realtid og sørge for at man har de riktige prosedyrene til å motvirke disse problemene. Som tidligere nevnt har MES eksistert en god stund, men moderne MES er tilpasset til Industri 4.0 og skiller seg dermed fra den tradisjonelle funksjonaliteten. I neste avsnitt ser man på likhetene og forskjellene mellom de to systemene.

### 3.3.1 Tradisjonell MES vs Ny MES

For at MES skal kunne ha en positiv innvirkning må det være kompatibelt og tilrettelagt for infrastrukturen man har på plass. Teknologiene i Industri 4.0 er mer komplekse enn teknologien man har fra før. Alle systemene er tilknyttet nettverket og er avhengige av hverandre. I tillegg til dette er også de individuelle systemene avhengige av et hovedsystem som bidrar til datainnsamling og overvåking. MES i Industri 4.0 må derfor ha andre egenskaper enn man trengte i tradisjonell MES. Det finnes hovedsakelig fem overordnede karakteristikk: til koblingsevne, skylagring og avansert analyse, desentralisering, vertikal integrasjon og horisontal integrasjon. I figur 5 ser man forskjellene listet opp:

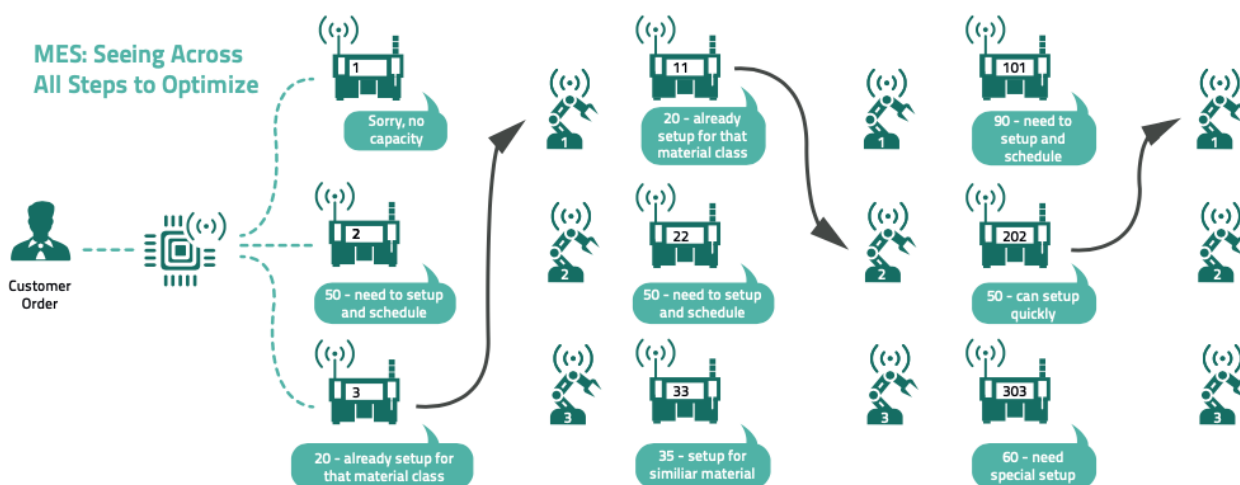
Traditional MES	New MES (Industry 4.0-ready)
Fixed model of a plant, fixed screens to view	IIoT event, location processing for context, augmented reality, mobile interfaces
On-premise, some intelligence for floor	Cloud-based; advanced analysis inside plant context for big data
Linear, fixed model of assets and processes	Binding to connect in real-time with context resolution
High-touch integration to automation and ERP	Dynamic execution of processes and status in a shop floor marketplace
Plant-context workflow	Service-oriented, modular visibility across operations

Figur 5: Tradisjonell MES vs Ny/Moderne MES.

The New MES: Backbone of Industry 4.0, by Critical Manufacturing and IYNO Advisors, 2017. Anbefalt av Tine Meieri Jæren

### 3.3.1.1 Tilkoblingsevne

En av hovedoppgavene til MES har alltid vært å guide, monitorere og måle produksjonsaktivitet. Tradisjonelt drives flyten av materialer av kunnskapen man har om produktet og utstyret. Normalt sett vil MES (det overordnede systemet) kun gi stegvise direktiver om hva som bør og skal skje i prosessen(e). Med den nye versjonen av MES vil man kunne se på alle operasjonene i produksjonen og avgjøre den mest kostnadseffektive fremgangsmåten på nåværende tidspunkt. Dette vil bety at hver enkelte steg i produksjonen vil "gi" sin pris (kostnad) for utførelse av gitte operasjon. Deretter vil MES gi en overordnet kontekst for å optimalisere produktets vei gjennom produksjonen. Dette illustreres i figur 6 nedenfor. Dette krever dog hendelsesprosessering som er basert på tingenes internett (IoT). Det dette innebærer er at MES både må kunne levere og innhente informasjon til og fra cyberfysiske systemer (CPS). Denne økte informasjonsflyten fører til en økning i det totale systemets egenskaper, tilpasningsevne og oppmerksomhet rundt prosessen (Coronado, et al. 2018).



Figur 6: Hvordan MES kommuniserer på tvers av alle apparat og enheter for å få produktets mest kostnadseffektive rute.

The New MES: Backbone of Industry 4.0, by Critical Manufacturing and IYNO Advisors, 2017. Anbefalt av Tine Meieri Jæren

Videre må MES ha evnen til å orkestre og tilrettelegge for IoT. Når et apparat brukt til for eksempel målinger er tilkoblet må man ha noen prosesser iverksatt for å oppnå ønsket funksjonalitet. Apparatet må informere en IoT-plattform om at der er klart til å brukes. Deretter må plattformen registrere apparatet og knytte det opp mot en enhet (maskin, robot, etc.). Den overordnede plattformen må til enhver tid kunne overvåke apparatets status og

kunne kommunisere dette bidireksjonalt for å kunne integrere det i workflowen i MES (Huang, C. Y., 2002). Det er denne integrasjonen som danner grunnlaget for en desentralisert produksjon.

### 3.3.1.2 Skylagring og avansert analyse

Tradisjonell MES er som regel en lokal programvare som er installert og lagret på datamaskiner i lokalet. Med denne nye versjonen av MES vil alt lagres i en sky. Dette skal sikre tilkoblingsevnen, men også tilrettelegge for kommunikasjon på tvers av alle de forskjellige systemene som er lagret i skyen. Et av hovedargumentene for dette er blant annet for å sikre tettere tilkobling til ERP-systemer og resten av leveringskjeden. Skyen sikrer skalerbarhet og er designet slik at den kan kobles opp for å kunne integreres med andre systemer - også lokale programvarer.

Et av spørsmålene som må besvares når det kommer til databehandling omgår sikkerhet og lagring av sensitive opplysninger. Argumentet for å ha lokal programvare er den høye sikkerheten man har når dataen er oppbevart på lokale datamaskiner. Etter hvert som teknologien utvikler seg har man sett at skybaserte løsninger også kan sikre god datasikkerhet. Ved hjelp hybride skyer kan man lagre den mest kritiske dataen på en lokal sky og mindre sensitiv data i en offentlig sky. Dette gir en enkel IT-struktur som er fleksibel og kostnadseffektiv (Vennam, 2019). Som tidligere nevnt er en av ideene bak Industri 4.0 at alle systemer og enheter er sammensatt. Denne holistiske visjonen gjør at alle de forskjellige elementene fungerer best når de samarbeider, slik oppnår man synergier. Ved å benytte skylagring kan man oppnå mer avansert databehandling for å prosessere avansert analyse. MES må ha et operasjonelt datalager som kan utveksle data med det overordnede "varehuset" for data for hele bedriften. En av ideene er at MES skal kunne eksportere spesifikke utvalg av bedriftsanalyser til stordata-strukturer.

### 3.3.1.3 Desentralisering

En av Industri 4.0 sine viktigste oppgaver er å kunne tilby autonom beslutningstaking. Uforutsette hendelser som for eksempel nedetid kan være forstyrrende for prosessen og kan resultere i at man må gjøre endringer. Produksjonsprosesser er komplekse prosesser hvor operatørene er avhengige av beslutningsstøtte. For å minimere feil og samtidig øke effektivitet er man avhengig av informasjon i realtid. (Block, et al., 2018). Grunnen til at dette er så viktig er at systemet må kunne gjøre endringer tilpasset de gitte situasjonene og scenarioene. Dette reduserer tiden det tar å produsere ferdigvarer i tillegg til å øke kostnadseffektiviteten. MES kan opptre nesten som en megler eller mellomledd i produksjonen på en av to måter - planlegging eller ekspedering. I planlegging vil MES på forhånd ta beslutninger vedrørende produksjonen. Dette gjelder for eksempel hvilke produkter som skal produseres på hvilke maskiner i kontekst av bedriftens overordnede kriterier (eks: leveringstid). Ekspedering gjøres på bakgrunn av lokal kontekst for å maksimere utnyttelsen av flaskehalser, ved å bruke konsept som for eksempel 'first in, first out' (Critical Manufacturing and IYNO Advisors, 2017). Ofte vil denne produksjonsmåten fokusere på data fra MES som omhandler status og tilgjengelighet av materiell, utstyr, linjer og andre ressurser.

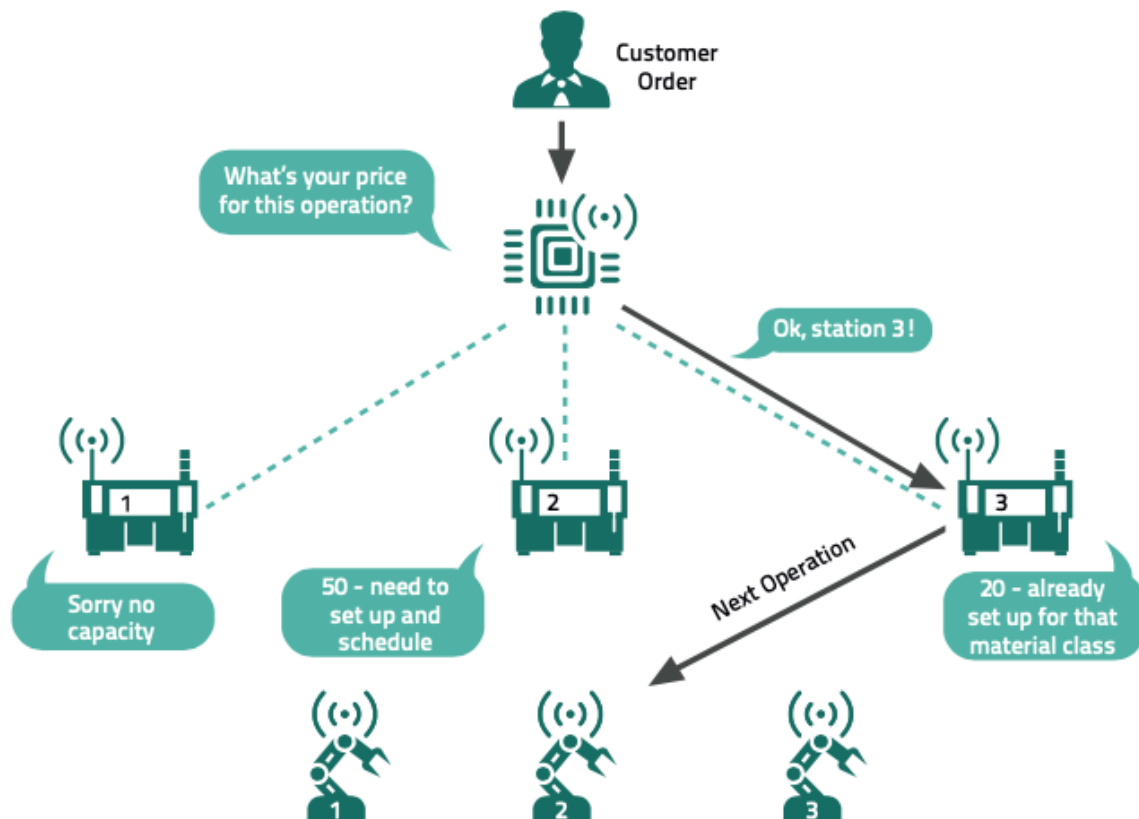
### 3.3.1.4 Vertikal Integrasjon

MES har lenge vært bindeleddet mellom ERP og utstyret (og automasjonen) i en fabrikk eller produksjonsfasilitet. Det som er nytt er at med det industrielle tingenes internett (IIOT) og Industri 4.0 er det mange nye data flows som må integreres (Tamas & Murar, 2019). Det man ser i figuren under er noe som kalles "Dynamic Shop-floor Marketplace". Dette brukes til å finne de mest kostnadseffektive måtene å produsere en enhet av et produkt på. Denne teknologien må derfor integreres med prosesser som går på tvers av produksjonen for å sikre 'konnektivitet'. Disse prosessene omhandler alt fra salg, planlegging i verdikjeden, kvalitetssikring og vedlikehold. Alle disse prosessene representerer en livssyklus hvor "Dynamic Shop-floor Marketplace" er i midten av syklusen. Figuren under viser hvordan den "dynamiske markedsplassen" i Industri 4.0 utnytter data og intelligensen i hvert enkelt steg av produksjonsprosessen til å avgjøre produksjonsplanleggingen. Selv om Industri 4.0 og



ERP er to forskjellige ideer innenfor produksjon henger de fortsatt sammen gjennom at de er bygget opp av noen felles filosofier og mål.

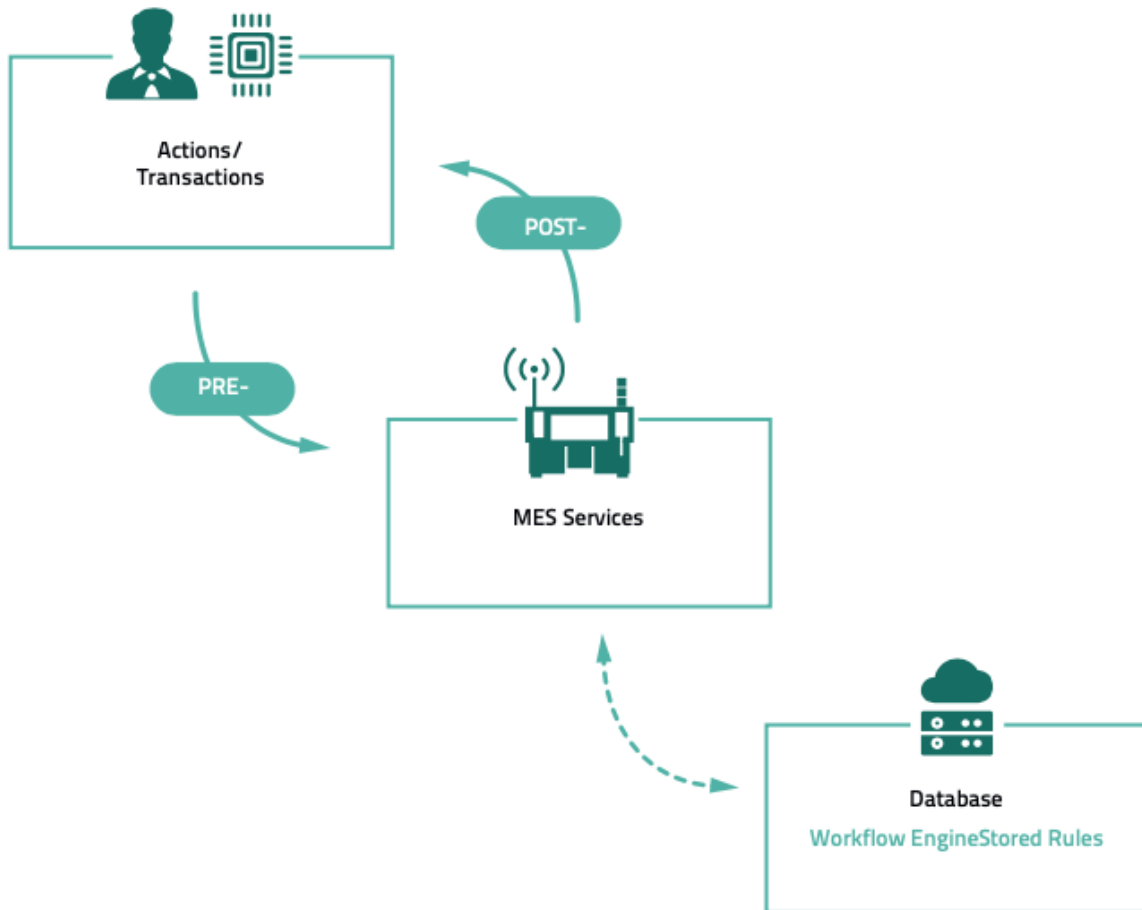
## Shop-floor Marketplace



Figur 7: Dynamic Shop-floor Marketplace.

The New MES: Backbone of Industry 4.0, by Critical Manufacturing and IYNO Advisors, 2017. Anbefalt av Tine Meieri Jæren

I Industri 4.0 må MES ha evnen til å sikre at kommunikasjonen mellom systemene involverer absolutt alle prosessene, ikke bare det umiddelbare neste steget. Ved desentraliserte beslutninger og aktiviteter er det viktig at MES oppdateres kontinuerlig for å alltid kunne tilby en full kontekst for analyser og transaksjoner (av informasjon og verdier). For å håndtere dette må MES kunne ha en dynamisk workflow som er kapabelt til å styre prosesser (Kalogeras, et al., 2006). Styringene og retningslinjene for workflowen kan lagres i databaser og brukes av MES til å ta beslutninger vedrørende produksjonen og leveringskjeden.



Figur 8: Vertikal Integrasjon.

The New MES: Backbone of Industry 4.0, by Critical Manufacturing and IYNO Advisors, 2017. Anbefalt av Tine Meieri Jæren

### 3.3.1.5 Horisontal Integrasjon

Aspektet som omhandler horisontal integrasjon går lenger enn bare bedriften selv, den tar for seg hele leveringskjeden fra start til slutt. Dette er hvor verdinettverket skal synkroniseres for å kunne optimaliseres og for at man skal oppnår synergi. Dette innebærer at alle de forskjellige leddene i verdikjeden opererer med MES. I tillegg må de ulike bedriftene og aktørene i verdikjeden ha systemer som til enhver tid er oppdatert om den nåværende og kommende situasjonen/statusen. Tanken om smarte verdikjeder spiller en stor rolle i Industri 4.0 og er en av de overordnede visjonene. Den desentraliserte ideen innebærer at man ikke kun sørge for at interne systemer er oppdaterte, men også at leverandører og eksterne aktører

også til enhver tid er oppdaterte. Dette innebærer at MES har en service-orientert arkitektur (Sprott & Wilkes, 2004).

### 3.4 Kunstig Intelligens

Industri 4.0 beskrives ofte som en kombinasjon av internett og kunstig intelligens. Denne teknologiske revolusjonen karakteriseres blant annet av kryssfunksjonell integrasjon, automasjon og delte tjenester. Kunstig intelligens (KI) er en kombinasjon av teorier fra flere fagfelt, med bidrag fra blant annet informatikk og matematikk. Regjeringen definerer KI slik (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2020):

Kunstig intelligente systemer utfører handlinger, fysisk eller digitalt, basert på tolkning og behandling av strukturerte eller ustrukturerte data, i den hensikt å oppnå et gitt mål. Enkelte KI-systemer kan også tilpasse seg gjennom å analysere og ta hensyn til hvordan tidligere handlinger har påvirket omgivelsene.

En mer enkel definisjon vil være at KI er datasystemer som er i stand til å utføre oppgaver som vanligvis krever menneskelig intelligens. Man finner dagligdagse eksempler på KI som for eksempel talegjenkjenning, automatiske oversettelser og visuell persepsjon. På grunn av en naturlig modning av andre teknologiske faktorer har man den siste tiden sett en stor utvikling innenfor KI. I og med at KI er såpass komplekst krever det at man har teknologier og innovasjon til å kunne utvikle systemene. I takt med at katalysatorer som stordata, nettskyer og tingenes internett utvikler seg har også KI utviklet seg. Kunstig intelligens er en overordnet beskrivelse av flere ulike teknologier med ulike bruksområder. For å få en bedre forståelse av teknologien og tankegangen bak vil det gjøres rede for på kunstig intelligens som en helhet.

## 3.5 Maskinlæring

Ifølge Jordan & Mitchell (2015) adresserer maskinlæring spørsmålet om hvordan man utvikler datamaskiner som forbedres automatisk gjennom erfaring. Erfaring kan være tidligere samlet informasjon og data, som ofte er elektronisk samlet data gjort klar for analyse. Denne dataen er samlet gjennom interaksjoner med miljøet rundt, og hvordan tidligere beslutninger har påvirket miljøet. I de aller fleste tilfeller, er det kvaliteten og størrelsen på dataen som er de viktigste faktorene for at prediksjonene skal bli så nøyaktig som mulig (Mohri et al., 2018). Det er et av dagens raskest voksende tekniske felt, som ligger i skjæringspunktet mellom datavitenskap og statistikk, og i kjernen av kunstig intelligens og datavitenskap. Nylig fremgang innen maskinlæring har vært drevet både av utviklingen av nye læringsalgoritmer og teori, og av den pågående eksplosjonen i tilgjengeligheten av online data og billig beregning og analyse. Adopsjonen av data-intensive maskin læringsmetoder kan finnes i vitenskap, teknologi og handel, noe som fører til mer bevisbasert beslutningstaking på tvers av mange samfunnslag, inkludert helsevesen, produksjon, utdanning, økonomisk modellering, politiarbeid og markedsføring (Jordan & Mitchell, 2015).

### 3.5.1 utfordringer og muligheter med maskinlæring

Det fremkommer fortsatt en del utfordringer for dagens selskaper ved bruk av maskinlæring. Jordan & Mitchell (2015) fremhever hvordan de fleste maskinlæringsalgoritmer er målrettet mot å lære en bestemt funksjon eller datamodell fra en enkelt datakilde, mennesker lærer tydelig mange forskjellige ferdigheter og forskjellig kunnskap, fra mange års mangfoldig erfaring, overvåket og uten tilsyn, i en enkel til vanskeligere sekvens (f.eks. lære å krype, så gå, så løpe). Dette har ført til at noen forskere har begynt å utforske spørsmålet om hvordan man kan konstruere datamaskiner som jobber uten avbrekk gjennom mange år, og lærer tusenvis av sammenhengende ferdigheter eller funksjoner som gjør at systemet kan forbedre evnen til å lære en ferdighet basert på å ha lært en annen ferdighet.

Dagens maskinlæringssystemer fungerer som regel isolert for å analysere gitte data, mens mennesker jobber ofte i team for å samle inn og analysere data. Det optimale scenario vil være hvor nye maskinlæringsmetoder er i stand til å samarbeide med mennesker for å

analysere kompliserte datasett i fellesskap, og kan utnytte maskinenes evner til å filtrere ut subtile statistiske regelmessigheter fra massive datasett med menneskers evner til å trekke på mangfoldig bakgrunnskunnskap for å komme frem til det beste utgangspunktet og løsningen (Jordan & og Mitchell, 2015).

### **3.6 Stordata**

I tidsskriftartikkelen til Sagiroglu & Sinanc (2013) forklarer de stordata som et begrep for massive datasett med store, mer varierte og komplekse strukturer. Disse strukturene er det vanskelig å lagre, analysere og visualisere for ytterligere prosesser eller resultater. Prosessen med forskning på enorme datamengder for å avsløre skjulte mønstre og hemmelige korrelasjoner blir kalt stordata analyse. Flere IT leverandører og løsnings-tilbydere bruker begrepet stordata som et ord for smartere, mer innsiktsfull data analyse, men det ligger mer i begrepet stordata enn dette (Barth et al., 2012). Selskapene som lærer hvordan å utnytte fordelene med stordata vil kunne bruke sanntids informasjon fra sensorer, radio frekvenser og andre enheter for å forstå forretningsmiljøet sitt fra et mer presist perspektiv. Dette vil kunne gi mulighet til forbedring av produkter og tjenester, samt å kunne respondere til endringer i forbruksmønsteret når det skjer. Organisasjoner som drar nytte av stordata analyse, skiller seg fra tradisjonelle analysemiljøer på tre viktige måter:

#### **1. Ser på og analyserer nåtids-data i motsetning til gammel lagret data.**

Organisasjoner i dag må prøve å fokusere på nåtids-data og prosesser, i stedet for å analysere og se på data fra tidligere. Strømningsanalyse gir organisasjoner muligheten til å prosessere dataen samtidig som hendelsen skjer, for deretter å kunne gjøre tiltak for å forbedre resultatet av hendelsen. ...

#### **2. Bruker dataforskere og produkt- og prosess utviklere i motsetning til dataanalytikere.**

Kravene til støtte-personalet er forskjellig med stordata, ettersom samhandlingen med dataen, anskaffelse, behandling og strukturering, er kritisk til analysen. Derfor må de ansatte som jobber med stordata ha betraktelige og kreative IT kapabiliteter. De ansatte må også arbeide

nærme produktene og prosessene innad i organisasjonen, som tilsier at de må organiseres annerledes enn dataanalytikere har blitt tidligere.

### **3. Flytter analysen bort fra IT og til kjernevirksomheten og de operasjonelle funksjonene.**

Økende datamengder krever store forbedringer i database- og analyseteknologi.

(Barth et al., 2012)

Når verktøyene og kunnskapene rundt stordata sprer seg, vil de endre veletablerte ideer om verdien av erfaring, arten av ekspertise og praksis for ledelse. Smarte ledere på tvers av bransjer vil verdien av å bruke stordata for hva det er: en ledelses revolusjon. Men som med alle andre store endringer i virksomheten, kan utfordringene med å bli en stordata-aktivert organisasjon være enorme og kreve praktisk- eller i noen tilfeller “hands-off”- ledelse. Likevel er det en overgang som det er nødvendig for ledere å engasjere seg i snarest mulig (Brynjolfsson & McAfee, 2012). Brynjolfsson & McAfee (2012) skriver at datadrevne beslutninger er bedre beslutninger - det er så enkelt som det. Bruk av stordata gjør det mulig for ledere å ta beslutninger på grunnlag av bevis i stedet for intuisjon. Av den grunn har det potensialet til å revolusjonere måten ledelsen fungerer.

### **3.7 Nøkkelord analyse**

Onwuegbuzie et al (2012) skriver at nøkkelord analyse blir brukt til å trekke ut relevant og viktig informasjon fra den analyserte teksten. Nøkkelord analysen gir så et overblikk over hvilke emner som er relevante, og hvilke ord som er viktigst. Videre forteller Kevork & Vrechopoulos (2009) at nøkkelord er et av innholdets mest avslørende faktorer, og kan bidra til å forstå innholdet i sin helhet. Nøkkelord produserer også meningsfulle resultater, ettersom de beholder konteksten av teksten gjennom analysen (Fjermestad & Romano, 2003, p.83).

## 4. Metode

*I vårt forskningsspørsmål spør vi: Hvordan bruker Tine Meieri nye teknologier og MES til å øke effektivitet? I dette kapitlet redegjøres studiens forskningsdesign og den metodiske fremgangsmåten. Metoden skal underbygge argumentene våre og skape troverdighet for å kunne svare på forskningsspørsmålene. Avslutningsvis vil det drøftes utfordringer og begrensninger ved valgt metodebruk.*

### 4.1 Forskningsdesign

Saunders, et al. (2016) definerer forskningsdesign som en beskrivelse av hvordan man henter inn og analyserer data for å besvare problemstillingen. I følge Grenness (1997) skiller det mellom tre typer forskningsdesign: eksplorativt, deskriptivt og kausalt. Eksplorativt brukes når man skal undersøke noe det finnes lite forskning på fra før og problemstillingen er noe uklar. Deskriptivt forskningsdesign brukes når man har klare og definerte hypoteser om sammenhenger og strukturer. Dette designet brukes ofte når man skal gi en kvantifisert beskrivelse av et fenomen. Kausalt forskningsdesign bruker man når man statistisk kausalitet mellom to variabler. Problemstillingens natur og hva slags datagrunnlag man har tilgang til avgjør dermed hvilken av de tre som er best egnet. I og med at studien tar for seg områder som er relativt lite forsket på har egner det seg best med et eksplorativt forskningsdesign, noe som gjør at undersøkelsene derfor er kvalitative. Ved bruk av eksplorativt forskningsdesign er det viktig å velge en metode som evner å få fram ulike synspunkt og nyanser. Hensikten med datainnsamlingen er å fange de ansattes inntrykk og opplevelser av omgivelsene og endringene.

### 4.2 Dataanalyse

Datainnsamling -og analyse foregikk hele tiden parallelt. Etter intervjuene satte vi oss ned og reflekterte over informantens svar. Dette ble gjort for å få våre spontane reaksjoner og tanker. Underveis i intervjuet tok vi også notater når det ble sagt ting som fanget vår

oppmerksomhet. Selv om intervjuet ble tatt opp på video så følte vi at det var nødvendig å dokumentere vår umiddelbare reaksjon. Slik klarte vi å komprimere hele intervjuet til det som vi faktisk ønsker å ha med i studien. Deretter ble hele intervjuet transkribert fra muntlig til skriftlig form. Transkriberingen er gjort ordrett slik som informanten snakket for å sikre autenticitet i dataen.

### **4.3 Datakvalitet**

Vitenskapelig forskning avhenger i stor grad av kvaliteten på dataen. Reliabilitet og validitet omhandler hvorvidt resultatene av forskningen er gyldige og pålitelige. Reliabilitet handler om konsistens eller stabilitet. Dette går på hvor etterprøvbart studiet ditt er, altså om man kan oppnå samme resultat ved gjennomføre det på nytt senere (Grønmo, 2016). Validitet kan også kalles gyldighet, og går ut på hvorvidt man basert på resultatene kan trekke valide slutninger om temaet (Gripsrud et al., 2016).

I denne datainnsamlingen har det blitt lagt vekt på kvalitet over kvantitet. Det har blitt valgt gode og troverdige kilder som kan tilføre kunnskap til den eksisterende teorien. Kildene som har blitt valgt har alle lang fartstid i sine respektive roller og tilbyr en førstehånds ekspertise om hva som kan og bør forbedres. I tillegg vil også deres førstehånds erfaring bidra til at de kan forutse hva som vil og ikke vil virke med tanke på forbedringer og nye teknologier. Det har bevisst blitt valgt en informant fra tre forskjellige kritiske funksjoner. For å få et direkte perspektiv på produksjonen er den ene informanten en operatør. Informanten er involvert i den døgkontinuerlige driften av ost på anlegget. Slik fanger man opp synspunkt og tanker man normalt sett ikke hadde fått om man kun hadde intervjuet for eksempel mellomledelsen. Neste kilde er en ansatt som har ansvar for det automatiske på anlegget. Informanten er direkte involvert i forbedringsprosesser hva gjelder det tekniske og mekaniske. Slik har man fått en god teknisk kilde som bidrar med kunnskap på det som gjelder kunstig intelligens, maskinlæring, automasjon og MES som helhet. Kilden har selv vært med på utviklingen og utformingen av MES og har dermed førstehånds erfaring på systemet og hvordan det fungerer og eventuelt utvikles i fremtiden. Den tredje kilden er tidligere produksjonsleder for ost på anlegget. Informanten var en av bidragsyterne til MES og tilfører et overordnet og et mer administrativt perspektiv.



Grunnen til at det kun er valgt tre kilder er at det først og fremst er veldig få ansatte som sitter med bred nok kunnskap om MES og hvordan det påvirker produksjon, og spesielt veien videre. I denne studien har det blitt nøye utvalgt tre kilder som tilfører spisset kompetanse og førstehånds erfaring. Siden det potensielle utvalget ikke var så stort gjorde man derfor sammen med kontaktperson i Tine en utvelgelse av tre informanter man ønsket å hente informasjon fra. Disse ble anbefalt av vår kontaktperson med bakgrunn i våre mål for datainnsamlingen.

I tillegg til primærdata har det også blitt samlet inn sekundærdata fra andre -og tredjehåndskilder. Tine Meieri har selv utlevert dokumenter som underbygger og forklarer systemene og prosessene deres. Dette refereres det flere ganger til i teorien. I tillegg til dette har vi selv hentet informasjon fra tilgjengelig litteratur både fra internett og bibliotek. Det er denne informasjonen som danner grunnlaget for teorien. I analysen er intervjuene satt opp mot litteraturen vi refererer til i teorien. Vår rolle relativt til forskningen varierer fra tid til annen. Ved innhenting av primærdata fungerer vi som innsamler i form av at det er vi som intervjuer informantene. I tillegg har vi også fungert som deltakende observatør på møter med representanter fra TM Jæren. Disse bedriftspresentasjonene har vært svært hjelpsomme ved at vi har fått førstehåndsinformasjon på Tine Meieri Jærens volumer, rutiner, arbeidsmetoder og filosofier. I tillegg ble det også vist video og presentasjoner av MES og dens funksjoner, samt deres visjon for hvordan teknologi ytterligere kan brukes i produksjonen.

## 5. Analyse

*I denne delen av studien redegjøres det for hvordan datainnsamlingen har foregått i tillegg til at det gis begrunnelse for utvalget og intervjuguiden. Videre presenteres resultatene fra dybdeintervjuene med ansatte på Tine Meieri Jæren i tillegg til å utføre en tematisk analyse av intervjuene. Etter avtale med bedriften er svarene anonymisert på grunn av til tider sensitiv informasjon. Det vil bli referert til intervjuobjektene som “informant 1”, “informant 2” og “informant 3”.*

Formålet med denne delen av studien er først og fremst å objektivt presentere svarene fra intervjuene før man i neste del av studien drøfter resultatene og deres betydning. Den tematiske analysen har som formål å presentere og formidle innholdet i dataen vår (intervjutranskript). I tillegg skal det også identifisere felles temaer og mønster i datamaterialet. Data som presenteres er i hovedsak den som er mest relevant for drøftingen. De presenterte resultatene vil også stegvis settes opp mot teorien for å finne likheter.

Forskningsspørsmålene danner grunnlaget for intervjuguiden og forskningen som helhet. De lyder som følger:

- **1:** Hvordan forbedrer manufacturing execution system Tine Meieri Jærens produksjon med tanke på effektivitet?
- **2:** Hvordan kan Tine Meieri Jæren videreutvikle produksjonen og MES fremover?
- **3:** Hvordan bør man balansere menneskelig og teknologisk involvering for å oppnå optimale prosesser?

Forskningsspørsmålene er utarbeidet gjennom empiri og gjennomgang av litteraturen. Intervjuguiden ble dermed utarbeidet ut fra disse forskningsspørsmålene. Kapittelet om analysen vil først gjøre rede for datainnsamlingen og forklare hvorfor man har gjennomført den slik det har blitt gjort. Deretter vil man gjøre en grundig analyse av den innsamlede dataen og finne sammenhenger og ulikheter mellom de relevante resultatene og teorien.

## 5.1 Datainnsamling

I dette kapittelet gjøres det rede for datainnsamlingen. Her vil det begrunnes for valg av innsamlingsform og utvalg.

### 5.1.1 Datainnsamlingsform

Kvalitativ metode består av fire ulike metoder av datainnsamling; intervju, observasjoner, visuelle data og forskningsdata. Det har blitt benyttet semistrukturerte dybdeintervju med ansatte i ulike roller som datainnsamlingsmetode. Svarene til de ulike ansatte har deretter blitt sammenlignet for å kunne svare på problemstillingen. For å kunne danne et helhetlig bilde av hvordan teknologi har påvirket operasjonene hos bedriften ble både ansatte i operasjonelle og administrative roller intervjuet. Dermed ble det innhentet synspunkter fra folk som har vært med på å utvikle systemene, i tillegg til de som faktisk benytter seg av disse teknologiske hjelpemidlene hver dag.

### 5.1.2 Utvalg

I og med at studien omhandler effektene av implementeringen av nye teknologier blir ansatte i ulike roller intervjuet for å kunne danne et nyansert bilde av resultatene. En av karakteristikkene ved Industri 4.0 er at det er et holistisk system hvor alle de forskjellige enhetene henger sammen. Derfor ble det også intervjuet ansatte med forskjellige utgangspunkt og unike opplevelser.

Johannesen, et al. (2010) sier at det i kvalitativ forskning er hensiktsmessig med en formålsutvelging av intervjuobjektene eller informantentene. Dette betyr at man har et forhåndsbestemt formål, og dermed velger intervjuobjektene basert på dette. Et av studiens mål var blant annet å undersøke de ansattes oppfatning av den nye industrielle revolusjonen vi befinner oss i. Det ble antatt at operatører og ledere muligens har forskjellige følelser rundt tanken om at mennesker muligens er på vei ut av produksjonsbedrifter. Dermed ville de ha forskjellige perspektivene rundt konsepter som automatisering av produksjon, kunstig

intelligens, maskinlæring og lignende teknologier. Ved å ha et diversifisert utvalg har man klart å innhente ulike synspunkter om MES og systemets fordeler og ulemper. Det er viktig å skille mellom hvordan noe fungerer i teori og i praksis. Derfor var det kritisk for studiet å innhente opplevelser både fra utviklerne av systemet og operatørene av systemet.

### 5.1.3 Intervjuguide

Som nevnt har det blitt benyttet semistrukturert dybdeintervju som har tatt utgangspunkt i forskningsspørsmålene. Intervjuguiden er utarbeidet på forhånd med hensyn til teorien og dataen som var ønsket samlet inn. Det ble laget et tematisk rammeverk for intervjuguiden, hvor den består av flere deler. Den første delen handler om effektivitet og hovedsakelig MES og systemets egenskaper og hvilke tanker man har for fremtiden. Her var formålet å få tak i informantens mening om hvordan systemet fungerer bra, og hvilket forbedringspotensial de så. Neste del omhandlet teknologiske fremskritt, hvor det var ønsket å få frem informantens tanker og perspektiv rundt det teknologiske klimaet produksjonsbedrifter som Tine Meieri befinner seg i. Videre ble det inkludert spørsmål om bærekraft. Disse var ment for at informanten selv skulle reflektere og drøfte hvordan man ved hjelp av Industri 4.0 potensielt kan redusere utslippene på anlegget. Deretter handlet spørsmålene om nedetid og hvilken konsekvens dette hadde, spesielt for matproduksjon. Her ble det lagt det opp slik at informanten kunne dele tanker om hvordan man kan minimere risikoen for nedetid, eller i beste fall kunne forutsette nedetid. Helt avslutningsvis var det ønsket å høre hvilke farer eller trusler informanten potensielt så ved Industri 4.0 og spesielt teknologier som kunstig intelligens og maskinlæring.

For å sikre at informantene skulle føle seg komfortable er intervjuguiden logisk bygget opp av et veldig enkelt og forståelig språk. Alle intervjuene ble innledet med en presentasjon av oss, i tillegg til å legge frem vår plan og visjon for studien. For at informantene skulle ha en forståelse av motivasjonen for studien, ble det fortalte hva som inspirerte studien. Deretter ble det lagt frem litt praktisk informasjon som hvordan innhentet data ville bli behandlet, i tillegg til å hente inn samtykke for opptak.

Alle spørsmålene i intervjuguiden er åpne og inviterer informantene til å utdype sine tanker og perspektiv. Dette ble gjort etter ønske om å kunne sammenligne de forskjellige svarene og dermed få åpne og personlige refleksjoner fra den individuelle informantens ståsted. I noen tilfeller ble flere enn ett spørsmål besvart samtidig, noe som førte til at det bare ble hoppet over gitte spørsmål. I og med at intervjuguiden bare er et rammeverk består en god del av det ferdige transkriptet også av oppfølgingsspørsmål. Disse spørsmålene ble stilt ut i fra hva informanten selv ønsket å belyse eller i tilfelle hvor det ble ønsket mer utdypende svar. Nedenfor ser man intervjuguiden i sin helhet:

Hvilke teknologiske hjelpemidler bidrar mest til å gjøre forenklet og effektivisere arbeidet på din avdeling?
Hva slags inntrykk har du av MES/TrakSys så langt, og hvilke problemer løser man ved å ha et slikt system?
Et av MES' sine mange formål er jo å gjøre produksjonen papirløs. Hvordan bidrar systemet til å forenklet arbeidsoppgavene deres i dag-til-dag produksjon?
MES har hatt en positiv innvirkning så langt, og bidrar til å forenklet prosesser som tidligere har vært "gammeldagse", som f.eks. arbeidsordrer. Hvordan ser du veien videre med MES og hvilke funksjoner ønsker man systemet skal kunne løse på sikt?
I din tid på TM Jæren, har du vært involvert i en prosess hvor teknologi har erstattet en tidligere manuell arbeidsoppgave eller eventuelt forenklet en eksisterende arbeidsoppgave? Er det eventuelt noen av arbeidsoppgavene som i dag er manuelle som kunne eller burde blitt forenklet ved hjelp av teknologi?
Man beveger seg nærmere og nærmere en produksjon som til dels er uavhengig av menneskelig kontroll. Hvilke problemer/prosesser ønsker du kunne ha blitt forbedret av teknologi (kunstig intelligens, maskinlæring, automasjon, osv)?
Man beveger seg nærmere og nærmere en produksjon som til dels er uavhengig av menneskelig kontroll. Hvordan tror du samhandlingen mellom mennesker og maskiner vil se ut i en optimal situasjon?
Man beveger seg jo mot større grad av automasjon og mindre menneskelig involvering. Hvilke utfordringer ser du ved potensielt helautomatiserte systemer/prosesser?

Tine er tidlig ute både med nye teknologier, men også utforskningen av industri 4.0. Hva skal produksjonsbedrifter gjøre nå for å holde seg konkurransedyktige under introduksjonen av nye teknologier, og hva gjør dere?
Hvor lang tid tror du det vil ta før man ser helautomatiserte prosesser i gang på produksjonslinjene?
På hjemmesidene til Tine står det at man har ambisjoner om nullutslipp og at man innen 2025 ønsker å bruke energi og drivstoff basert på fornybare råvarer. Transport står jo for mesteparten av Tines utslipp pdd. Om man ser hovedsakelig på produksjonen som skjer på huset, hvordan kan man klare å redusere utslippene her, og hvordan kan Industri 4.0 bidra til dette?
Nedetid er jo et stort problem for produksjonsbedrifter og er kilden til mye av problemene. Spesielt i matproduksjon er jo dette viktig. Hva er konsekvensene av nedetid i produksjonen på din avdeling?
Hva tror du nedetiden i produksjonen på din avdeling skyldes?
Hvordan tror du nye teknologier og «smartere» og mer automatiserte systemer kan bidra til å løse noen av problemene (nedetid, effektivitet, osv.)?
Man beveger seg jo mot større grad av automasjon og mindre menneskelig involvering. Hvilke utfordringer ser du ved potensielt helautomatiserte systemer/prosesser?
Framtidsutsiktene virker jo veldig lovende, og teknologi bidrar enormt til å effektivisere og overvåke produksjon. Hvilke utfordringer ser du knyttet til nye teknologier (kunstig intelligens, maskinlæring, IIOT, stordata, etc)?

Tabell 1: Intervjuguide

## 5.2 Analyse av nøkkelord i intervju

Gjennom analyse av intervjuene ble det laget en ordsky med de mest brukte nøkkelordene. Ut ifra figur 9 og tabell 1 er det noen nøkkelord som har vært mer brukt enn andre. Kevork & Vrechopoulos (2009) mener nøkkelord kan bidra til å forstå innholdets helhet, og er en av innholdet mest avslørende faktorer. Ordet MES er det ordet som blir brukt flest ganger gjennom intervjuene (31 ganger). Det forteller viktigheten av dette nøkkelordet, og hvordan intervjuene handlet mye om MES. Dette ses på som en naturlig årsak, ettersom flere av spørsmålene var spisset mot det nye MES systemet som implementeres. MES blir ofte nevnt i

sammenheng med produksjonen og de forskjellige systemene. Dette er en av grunnene til at både ordet produksjon og system nevnes mye (23 og 15/14/14). Videre er det interessant hvordan nøkkelordene teknologi og intelligens nevnes såpass mye. Det kan tyde på at informantene er bevisst på, og fokuserer på Industri 4.0 og konsekvensene rundt dette.



Figur 9: Ordsky fra intervju.

Intervjuguiden hadde noen ledende spørsmål rundt disse nøkkelordene, men med tanke på hyppigheten disse nevnes kan det tenkes at dette ikke påvirket antallet. Nøkkelordene kan også bidra til å beholde konteksten av intervjuene (Fjermestad & Romano, 2003), og andre sentrale nøkkelord som nevnes er nedetid, kunstig intelligens, produksjon, tid, data, feil, kvalitet og mennesker. Disse har alle en betydning for implementasjonen av industri 4.0 og MES, og vil være helt avgjørende for et vellykket og fungerende system.

**Nøkkelord fra intervju:** mes (31); jæren (24); tine (24); produksjonen (23); nye (18); teknologi (16); systemene (15); system (14); systemet (14); intelligens (13); kunstig (13); nedetid (13); anlegget (12); produksjon (12); tid (12); data (11); feil (11); kvalitet (11); mennesker (11); problem (11); prosesser (11); teknologier (11); energi (10); operatørene (10)

Tabell 2: Nøkkelord oppsummering.

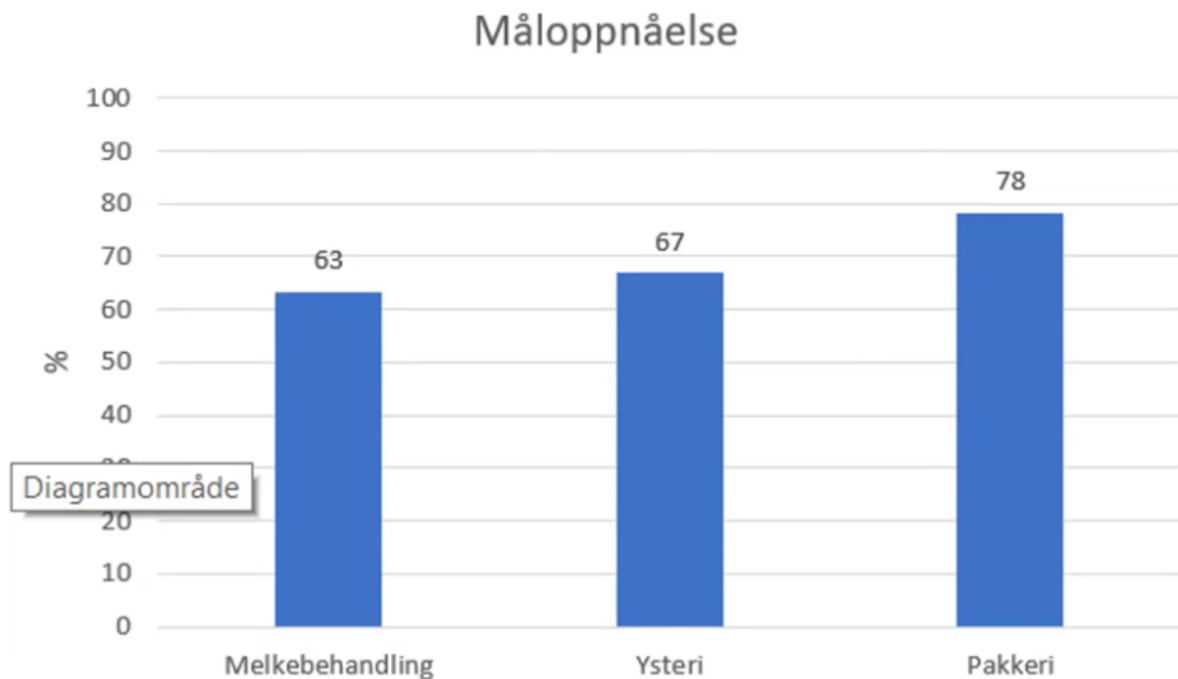
### 5.3 Produksjon hos Tine Meieri Jæren

Hos Tine Meieri Jæren er man godt på vei hva gjelder anvendelse av ny teknologi. Det brukes avanserte teknologier helt fra råvarene kommer fra bonden til ferdigvaren transporteres til butikk. I produksjonen er det en kombinasjon av eldre teknologier, nye teknologier og automasjon og menneskelig involvering. Man finner fortsatt tradisjonelle teknologier som for eksempel transportbånd i produksjonen. Dette er et verktøy som stammer fra den industrielle revolusjonen, men som fortsatt har høy nytteverdi i dagens matproduksjon. I motsetning til før har man dog erstattet menneskene ved samlebåndene med roboter og sensorer. På Tine Meieri Jæren produserer man ost ved hjelp av flere ulike hjelpemidler, og det er kombinasjonen av disse som danner grunnlaget for produksjonsprosessen. Produktet, osten i dette tilfellet, er innom flere avdelinger og enda flere ulike teknologier. Etter at osten har ligget i saltlaken går den videre til pakkeriet. Der har man maskiner som vakuumpakker osten. Deretter merkes osten med en strekkode før den fraktes til en robot som plasserer hver ost i kasser oppå paller. Etter dette rulles pallene ut på en plattform hvor en operatør henter pallene med truck for å kjøre pallene ut på kjølelageret. Etter at osten har modnet og vært lagret i 26 dager kjøres den igjen av en operatør til en ny plattform. Her blir pallene plastret i plastfolie av roboter og kjørt ut til ekspedisjon i påvente av å bli transportert videre av lastebiler. Som produsent har Tine kontinuerlige forbedringsprosesser i gang til alle tider. Det er alltid rom for forbedring og man er konstant ute etter å finne nye metoder og prosesser for å effektivisere produksjonen.

Foreløpig bruker Tine Meieri MES som et verktøy for datafangst. Ved at man har digitalisert dataflyten har man også kuttet ut betydelige mengder med papir som tidligere ble brukt til dokumentasjon og loggføring. Funksjonaliteten til MES går dog hovedsakelig ut på datainnsamling og å kunne tilby operatørene og beslutningstakerne med rett informasjon til rett tid. MES bidrar til å loggføre data og generere visuelle presentasjoner som skal være med på å gi operatørene beslutningsstøtte. På Tine Meieri Jæren har man flere siloer, tanker og utallige ventiler som kontrolleres og måles av programmerbare logiske styringer (PLS). Disse PLS-ene kommuniserer så disse verdiene videre til serverne. Slik kan man monitorere temperatur og trykk. Dette gjør at man kan være mer proaktiv og være i forkant av situasjonene. I figuren under kan man se måloppnåelsen av et av delmålene Tine Jæren har for MES. På sikt har de som mål å bli helt papirløse i alle de tre avdelingene som benytter



MES. I de påfølgende delkapitlene vil svarene fra informantene drøftes i lys av den allerede presenterte litteraturen.



Figur 10: Prosentvis måloppnåelse av papirløs dokumentasjon.

Anbefalt av Tine Meieri Jæren

## 5.4 Teknologiske hjelpemidler

Åpningsspørsmålet i intervjuguiden lød som følger: “Hvilke teknologiske hjelpemidler bidrar mest til å gjøre produksjonen til TM Jæren enklere?”. Felles for alle respondentene var at i stedet for å trekke frem en spesifikk teknologi eller maskin, snakket alle om hele anlegget som en helhet. Informant 1 sa blant annet:

*“Jeg vil si at det viktigste er samspillet mellom det mekaniske designet i prosess og produksjon og datasystemet og automasjonen som både styrer dette og samler opp og logger data fra det”.*

Dette samsvarer med teorien om et holistisk system som samhandler og kommuniserer på tvers av hverandre (Kletti, 2007). Denne tankegangen går ut på å ha færre system med høyere

funksjonalitet og samhandlingsevne. Dette gjør at den evnen til å ha samle data på ett sted (MES) blir høyere. Informant 2 bygger videre på samme påstand:

*“Hele prosessen er veldig automatisert her på anlegget generelt. Mye er via PLS-er og er styrt gjennom data, og program som ligger inne fra før av. Det er det som gjør det enklest og mest effektivt av de hjelpemidlene vi har. Det er mye data som kommer inn, og vi ser over og styrer alt av prosesser, motorer, ventiler osv. Vi søker også etter feil ved hjelp av de systemene.”*

“Informant 3” sa dette:

*“..automatisering og instrumentering er det som gjør at Jæren produserer store volum med mye mindre kost per kilo og mer effektivt enn andre”.*

Det som går igjen i svarene hos informantene er at det som danner grunnlaget og fasiliterer for at man skal produsere effektivt er graden av samspill mellom de ulike systemene. Man kan si at systemet som en helhet kun er like sterkt som dets svakeste ledd. I og med at produktet følger en gitt rekkefølge er alle de ulike delene av produksjonen like kritiske. For at automatiserte systemer skal kunne fungere som tiltenkt må kommunikasjonen med andre, ikke-tilkoblede systemer til enhver tid være god nok. Det er denne infrastrukturen og instrumenteringen det snakkes om. Systemene er dog på ingen måte feilfrie, og sårbarheten som trekkes frem i svarene er noe av grunnen til at inntoget av nye teknologier ikke har tatt helt over enda. Teknologiene må modnes og forbedres før man kan være fullstendig avhengige av dem. Informant 2 trekker frem en viktig svakhet:

*“(...) siden de (systemene) er laget av forskjellige selskap så er det å få de til å samhandle og fungere sammen en stor utfordring. Men informasjonsflyten går greit, men det kan bli en del manuelt arbeid når systemene ikke snakker sammen. Der er det forbedringspotensial.”*

*“I perioder har det vært problemer med artikkelnummer, at de ikke har blitt overført mellom de ulike systemene som da danner problemer senere i prosessen. Hvis systemene mister resepten på en eller annen måte er vi operatører veldig svake akkurat der, siden da må vi inn i PLS-ene og overstyre det. Det er mer en svakhet og ikke et problem (...) “*

Dette går litt tilbake til den grunnleggende teorien til Kletti (2007) om at man bør ha færre system med høyere funksjonalitet. Grunnen til svakheten informantene nevner er at man har forskjellige system utviklet av ulike leverandører uten tilstrekkelig samhandlingsevne. Dette problemet har allerede blitt tatt opp av TM Jæren. Informant 1 sier dette i forbindelse med samhandlingen på tvers av systemene:

*“(...) vi allerede kommet langt på Tine Jæren, siden alle PLS-ene egentlig er der grunndata oppstår og alt er på nett og tilgjengelig for andre system. Det er viktig at vi ikke har en stor fabrikk hvor mange system lever sitt eget liv og ikke er i stand til å snakke med hverandre.”*

All data fra PLS-ene lastes opp og oppbevares i skybaserte løsninger. Svakheten ligger dermed i at samhandlingen ikke er tilstrekkelig per dags dato. Informanten understreker i likhet med Kletti (2007) viktigheten av å ikke ha for mange uavhengige systemer.

Formålet med spørsmålet er at man ønsker å fange de ansattes tanker og perspektiv rundt hvilke prosesser og utstyr som virker og hva som ikke virker. Teknologi og spesielt Industri 4.0 beveger seg veldig fort, om kort tid kan tidligere system og maskiner være utdaterte. Derfor var det ønsket å se hva som fungerer i dag for å se hva som kan og bør videreføres til neste “fase” av den teknologiske utviklingen. Det faktum at de ansatte trekker frem helheten av systemene og samhandlingen dem imellom som det viktigste taler jo også for en enklere overgang til nye system - for eksempel fullstendig AI-baserte system. Den andre informantene trekker også frem PLS-er som et viktig hjelpemiddel for å sikre effektiv og sikker produksjon. Informanten trekker frem at PLS-ene gjør det mulig å monitorere og styre motorer, ventiler og hele prosesser. I tillegg har man også muligheten til å utføre feilsøking ved hjelp av dataen i PLS-ene. Det som danner grunnlaget for hele produksjonen på Tine Meieri Jæren er anlegget i seg selv og stegene man har tatt for å ha et moderne og konkurransedyktig anlegg som er klart for en teknologisk revolusjon. I neste delkapittel vil dette diskuteres nærmere.

#### 5.4.1 Anlegget og innovasjon

Tine Meieri Jæren ble bygget med tanken om å være et anlegg for fremtiden. Det ble gjort betydelige investeringer og det var på tiden det ble bygget det mest moderne meieriet i Nord-Europa. Samtlige informanter forteller om hvordan Tine Jæren har et moderne og bedre teknologisk rustet anlegg i forhold til resten av meieriindustrien. Informant 1 sier:

*“Tine Jæren er et ganske nytt og moderne anlegg sammenlignet med både industrien forøvrig og meieriindustrien i Norge, i og med at det ble bygget for ikke så altfor lenge siden og fordi det var en stor investering der det var lagt vekt på automasjon”*

Dette er mye av grunnlaget til å Tine Jæren er tidlig ute med nye systemer og ny teknologi, og leder mye av innovasjonen innen meieriindustrien, ifølge informantene. Det nevnes også hvordan Tine Jæren har mye kompetanse blant de ansatte, hvor Tine har plassert en del av produktutviklerne og forskningsmiljøet i Tine på Jæren. Informanten fortsetter:

*“Vi (TM Jæren) har et uttalt mål om å være et tog for innovasjon i Tine konsernet, ...”*

Dette er også en grunn til at Tine konsernet ikke har satt i gang helautomatisering av alle meieriene sine. Informanten forklarer at det ikke vil være noe problem å helautomatisere prosesser på Jæren, men at det vil være vanskeligere for de andre meieriene som har et annet utgangspunkt og infrastruktur. Informanten mener de andre meieriene i så fall må gjøre drastiske endringer og tiltak hvis dette skal bli en realitet. Rent teknologisk derimot, mener informanten det ikke er noe som står i veien for å helautomatisere flere anlegg. Informanten fortsetter:

*“Det er klart du kan bygge inn systemene for å helautomatisere, men det vil kreve mye mer arbeid og kartlegging for å få alt til å fungere. Datatilgangen og automatiseringen til Jæren er så mye lengre frem enn mange av de andre meieriene at det vil være to forskjellige verdener å skulle fullautomatisere de samtidig.”*

Tine Jæren har ikke alltid vært i fronten av innovasjon, dette var en utvikling som kom etter hvert. Informantene forteller hvordan infrastrukturen til anlegget, kompetansen og gnisten

blant de ansatte bidro til å skape en innovasjonskultur hvor dette etter hvert ble normen. Den samme informanten kommer også med et eksempel på hvordan utviklingen gikk:

*“Hvis du ser på pakkeriet igjen, så var det jo i starten fem personer som gjorde jobben til det en gjør i dag. Det er fordi systemene ikke funket sånn som tiltenkt, altså ikke finpusa og klare. Når alt blir automatisert må alt funke sammen, ...”*

Innovasjonskulturen i Tine Jæren gjorde også at enkelte i ledelsen og andre ansatte satte i gang teknologiske prosjekter uten Tine konsernets godkjennelse. Informantene forteller blant annet at når de påbegynte et slikt prosjekt, kom det en del motstand fra ledelsen i Tine. Ledelsen i Tine ville at prosjektene skulle bli gjort etter rutinene, men Tine Jæren unnlot å informere om påbegynte prosjekter. Informanten mente at de kanskje fikk så mye motstand ettersom Tine sentralt ville være de som tenkte på og utviklet disse ideene og prosjektene. Informanten uttaler:

*“Vi spurte egentlig aldri om lov fra organisasjonen før vi startet noen av disse prosjektene, siden vi hadde miljø og kunnskap til det. Både “informant 1” som dere snakket med og flere andre hadde kompetansen vi trengte, og da tenkte vi at vi bare skulle kjøre på.”*

I starten ble mye gjort bak kulissene, men etter hvert fikk Tine Jæren resultater å vise til. Dermed hadde ikke ledelsen i Tine noe annet valg enn å godta innovasjonskulturen på Jæren. Informanten nevner også sin mening om hvordan Tine hadde avslått Tine Jæren sine forslag for innovasjon og prosjekter, men at resultatene kunne de ikke si noe på.

## 5.5 Tine og MES

Hovedfokuset for intervjuene var å undersøke hvordan TM Jæren anvender MES og teorier fra Industri 4.0. Formålet var å se om man oppnår ønsket effekt og hvordan man eventuelt kan optimalisere systemet. TM Jæren har definert fire funksjonskategorier for MES: riktig info til riktig tid, rutiner/arbeidsflyter, rapportering og analyser. Informant 1 fokuserte særlig på disse. Informanten trakk særlig frem digitalisering som det viktigste punktet. Ved digitalisering av dataflyten mellom systemene har systemene også evnen til å kommunisere

med hverandre. Ved et behov i markedet kan dermed produksjonslinjene få beskjed om at det er etterspørsel i form av en produksjonsordre. Slik vil man få en produksjon som er basert på etterspørsel. I tillegg vil MES rapportere mengder, start og stopptid, og forbruk av innsatsfaktorer. Disse vil bli kommunisert frem og tilbake mellom systemene, og produksjonen tilpasses deretter. Denne informasjonen vil også bidra med analysen, da dette også er digitalisert. Dette bidrar til en enklere analyse av produktet underveis, noe som igjen er særdeles viktig i matproduksjon. At man ikke lenger manuelt må skrive rapporter og loggføre målinger og avvik bidrar til en tryggere produksjon i form av redusert feilrapportering. Et annet viktig punkt er at man i MES kan gi operatøren den mest kritiske informasjonen slik at operatøren kan ta mer kvalifiserte beslutninger enn før. Informanten beskriver systemets hovedoppgaver slik:

*“... det er generelt digitaliseringa av prosessene som er hovedformålet, enten det er å digitalisere noe så enkelt som skiftloggen eller digitalisere dataflyten mellom systemene som gjør at når det oppstår et behov på markedet vil det bli opprettet produksjonsordre som havner ned på produksjonslinja. At produksjonslinja starter å kjøre disse produksjonene basert på ordrene, og MES rapportere mengder og start og stopptid og forbruk av forbruk av alle innsatsfaktorene melder tilbake”*

Videre trekker informanten også frem noen av systemets viktige støttefunksjoner:

*“Også dette med digitalisering av analyse, måten vi jobber med analyse av produkt underveis. At vi ikke må manuelt føre resultat og avvik rundt omkring. Også dette med å gi operatørene den viktigste informasjonen på en enkel måte som bidrar til beslutningstøtte for operatørene. MES bidrar også med å samle data og strukturere den. Dette åpner for nye muligheter og forbedringsarbeid”*

Effektiv produksjon handler om å bruke så lite ressurser som mulig for å produsere en gitt mengde. I matproduksjon handler effektivitet dermed om å minimere svinn. Det er dette grunnlegger av Intelec, Espen Davidsen også trakk fram i et intervju med Finansavisen:

*“I pilotprosjektet med Tine har vi jobbet sammen om å redusere svinn i osteproduksjonen.”* (Sti, 2018). Selv om man med MES og andre teknologier har et hav av muligheter er de overordnede målene fortsatt knyttet til effektivitet.

## 5.6 Muligheter og utfordringer

Critical Manufacturing and IYNO Advisors (2017) skriver hvordan de nye teknologiene introdusert gjennom industri 4.0 bringer med seg enorme muligheter, men hvordan de også krever en infrastruktur og instrumentering for å samkjøre implementeringen av disse teknologiene. Informant 3 forteller hvordan Tine Jæren har de rette forutsetningene og den rette infrastrukturen på plass for å kunne lykkes med en slik overgang. Videre forteller informanten at man på TM Jæren allerede ligger foran andre meierier i teknologikappløpet, og informanten påstår at de har de rette folkene med de rette kapabilitetene. Dette kan gi Tine Jæren en fordel fremover når nye muligheter oppstår gjennom utbredelsen av industri 4.0.

Jordan & Mitchell (2015) påpeker hvordan den mest gunstige situasjonen vil være der hvor nye maskinlæringsmetoder kan samarbeide med mennesker for å analysere kompliserte datasett, for å komme frem til den optimale løsningen. Dette er også noe informantene fra Tine ser på som et fremtidig mål. Informant 3 svarer slik på spørsmålet om hvordan samhandlingen mellom mennesker og maskiner vil se ut i en optimal situasjon:

*“Jeg tror det er fullt mulig å fullautomatisere anlegget. Operatørene vil utvikle seg fra å være arbeidere til å bli mer overvåke, kontrollere og justere. (...) Ansatte må kunne automasjon, kontroll og maskinlæringsmodellene. Mer spesialisering og operatører med mer teknologisk og teknisk kompetanse. Akkurat nå jobber vi med å koble de som jobber utenfor anlegget med melken og råvarene, med våre systemer for å kunne se dataene som er rundt produktet og ikke bare det som skjer på anlegget.”*

Den samme informanten forteller også hvordan maskinlæring kan gjøre prosessene rundt produktet enklere og mer effektivt, men at råvarene de får fra produsentene alltid vil være avgjørende for hvordan kvaliteten blir. Videre forteller informanten at hvis det kom et teknologisk fremskritt hvor de kunne endre på råvarene for å få et perfekt produkt, ville dette revolusjonere meieriindustrien. Informanten forteller om hva som var tanken med MES innledningsvis, og hvordan de ønsker å utvikle systemet på lengre sikt:

*«Det var alltid en større tanke med det, og ikke bare for å visualisere data og få det registrert elektronisk. For å hjelpe operatørene med beslutning, men også se hvilke trender vi ser,*

*hvordan dette vil utvikle seg og hvilke valg vi må ta for å optimalisere kvalitet på produktet. Å ikke bruke mer råstoff en det vi må er et mål MES kan løse.»*

MES kan bidra til mye ulikt, og man utvikler systemet gradvis etter hvert som alle brikkene faller på plass. Læringskurven er bratt, og når man først har fått på plass et element i kurven er det videre til neste. Umiddelbart prøvde man hovedsakelig å sette informasjon som lister og arbeidsordrer i system og få det digitalisert. Når man først har fått til dette og ser at det fungerer er veien kort til å utvikle et system som kan bidra mer aktivt til å øke effektivisering. Det man ønsker seg er et system som kan gi kritisk informasjon direkte til operatøren. Man har kommet dit hvor operatøren kan se visualiserte representasjoner av produksjonsprosessen og basert på dette gjør beslutninger. Herfra er veien kort til et system som faktisk gir operatøren direkte beskjeder hva gjelder volum, effektivitet og trender.

En av utfordringene rundt maskinlæring, ifølge en av informantene, er hvordan konsekvensene av feil kan bli enda større. Hvis en avansert algoritme gjør feil, kan det være ekstremt vanskelig for operatøren å rette opp i. Informanten forteller videre hvordan dette gjør nødvendigheten for kunnskapsrike og tekniske ansatte enda viktigere. Barth et al. (2012) konkluderer med det samme, hvor de skriver at de ansatte må ha betraktelige og kreative IT kapabiliteter. Dette er på grunn av viktigheten av samhandlingen med data, og hvordan den brukes i analysen.

#### 5.6.1 Utfordringer ved helautomatiserte systemer/prosesser

Nye teknologier og trender innenfor industriell produksjon introduserer også et helt nytt sett med problemer som man må ta høyde for. Derfor var det høyst interessant å få informantenes tanker rundt hvilke utfordringer de så ved potensielt helautomatiserte prosesser. Den ene informanten trekker frem det faktum at det kan være vanskelig og tidkrevende å erstatte menneskelig instinkt. "... det å fjerne mennesker helt i matproduksjon vil være veldig vanskelig. Det er mange komponenter som må være på plass for god og sikker kvalitet, og det vil ta lang tid å automatisere." Spesielt i matproduksjon er det veldig viktig med kvalitetssikring, og om man skal erstatte operatører må man være helt sikre på at man har et velfungerende og testet system som kan levere et minst like godt produkt som før.



Matproduksjon og mattrygghet i Norge reguleres av matloven, og en eventuell overgang til automatisert produksjon må kunne evne å følge de samme reglene og reguleringene.

## 5.7 Framtidsutsikter

På grunn av økt fokus på bærekraftig produksjon har industribedrifter sett seg nødt til å finne andre, mer effektive måter å produsere på. Dette er en av grunnene til at Tine Meieri Jæren har satt i gang dette prosjektet med MES. Som en produksjonsbedrift må man alltid se etter forbedringer og måter å fornye seg selv på - spesielt i det konkurransedyktige klimaet man ser i dag. Derfor var det interessant å undersøke hvordan de ansatte i Tine vurderte sin egen bedrift og hvilke grep de gjorde, i tillegg til å undersøke hva de mener produksjonsbedrifter bør gjøre for å beholde konkurransefortrinnene sine. Informantene understreker viktigheten av å være nysgjerrig og utforskende. Informant 1 sier dette i forbindelse med konkurransedyktighet sett i et teknologisk perspektiv:

*“..., jeg tror det er viktig å satse på kunnskap for å være konkurransedyktig. Man må også ha en ledelse som er villige til å investere. Her i Norge må en få ned produksjonskostnadene, siden vi har høye lønnskostnader og gode for ansatte som er høye i forhold til andre land. Være villige til å investere i ny teknologi og følge med på trender.”*

Dette stemmer overens med en av grunnpilarene i Industri 4.0 hvor målet er å redusere kostnader (Critical Manufacturing, 2017). Dette er spesielt aktuelt i Norge hvor kostnadene er høyere enn store deler av verden. Det var også en av grunnene til at Tine i 2017 bestemte at produksjonen av Jarlsbergost skulle flyttes til Irland. På grunn av høye lønnskostnader har outsourcing lenge vært utbredt, men som informantene nevner blir det nå viktigere å satse på kunnskap. Teknologiske forbedringer krever store investeringer og man må være villige til å prøve og feil. Informant 3 sier dette i forbindelse med å være først ute:

*“Tine er tidlig ute med ny teknologi, men det er spesielt Tine Jæren som er tidligst ute. Når det kommer til kunstig intelligens var vi relativt tidlig ute, men vi hadde ikke noe ambisjon om å kjøre prosessene våre gjennom dette før på lengre sikt. Du må begynne et sted, og når vi jobber med det kan vi modne det i eget hus. Det er klart at hvis du ønsker kjappe resultater*

*tidlig, så kan det være lurt å vente til noen andre har utviklet teknologien først, også følge etter.”*

Det kan være kostbart å være tidlig ute, men det gjør også at man utvikler kunnskap og kompetanse internt på fabrikken. Tine ser på dette som et langsiktig prosjekt. De er ikke ute etter kjappe resultater, men heller en langsiktig effekt av forandringene og arbeidet de gjør nå - som for eksempel å være tidlig ute med å utvikle et manufacturing execution system. Informanten fortsetter med å forklare litt om den økonomiske balansegangen som er tilknyttet innovasjon:

*“Det kan hende du brenner en del ressurser i starten av et slikt prosjekt, men siden vi ikke brukte kunnskap utenfra som konsulentselskaper, sparte vi en del penger som kom oss til gode senere.”*

Innovasjon er dyrt, og om man alltid skal være først ute kan det bli svært kostbart. Tine har dog vært modige og sett en verdi i å utvikle systemer og kompetanse internt. Å skape en slik bedriftskultur vil være positivt på lengre sikt og man vil høste fruktene av dette i fremtiden.

## **5.8 Klima og miljøvennlighet**

I det 2021-århundret er det større fokus på miljø og bærekraft enn noensinne. Som produsent er man nødt til å ta dette på høyeste alvor og restrukturere seg selv. I årsrapporten fra 2018 har Tine en uttalt visjon om nullutslipp, og at man innen 2025 ønsker å bruke energi og drivstoff basert på fornybare råvarer. Mesteparten av konsernets utslipp per dags dato stammer jo naturligvis fra transport. Om man kun velger å se på produksjonen som skjer på lokalet ser man dog også rom for forbedring. Informant 3 trekker frem utnyttelse av råstoff som et viktig punkt:

*“(…) den beste måten å redusere utslippene er å få ut mest mulig produkt ut av hver kilo råstoff eller melk som blir tatt inn. Det vil da redusere transportbehov og produksjonsbehov. Så hvis vi kan produsere mer mat ut av de samme ressursene, tror jeg det er det beste bærekraftstiltaket vi kan gjøre for å redusere utslippet fra Tine Jæren anlegget. For å oppnå*

*dette må diverse prosesser effektiviseres, og igjen går vi tilbake til at vi må forstå råvarene vi vil ha og hvordan dette skal behandles på best mulig måte.“*

Matproduksjonen både i Norge og globalt må økes, ifølge FAO. Derfor må maten vi spiser produseres mer effektivt og bærekraftig. Per i dag blir ikke ressursene utnyttet godt nok og man har for mye svinn. Dette kan forbedres med nye teknologier som for eksempel MES. Systemet kan utvikles slik at det produserer ut ifra etterspørsel, i motsetning til å produsere ut ifra budsjettert volum eller forventet etterspørsel.

## **5.9 Nedetid**

Et av de mest kritiske punktene i industriell produksjon, og spesielt i matproduksjon er nedetid. Konsekvensene av nedetid kan være katastrofale og svært kostbare. Dermed er det veldig viktig for produksjonsbedrifter å minimere nedetid. Dette gjør man ved å være i forkant og identifisere ulike årsaker til nedetid. Ved å finne årsakene til at maskiner og roboter stanser kan man predikere og forutse fremtidige tekniske problemer og dermed minimere konsekvensene dette har på produktet. Den ene informanten sier dette:

*“Anlegget er jo en del år gammelt, og vi merker at nå begynner pumper å svikte og maskiner stopper opp eller går tregere. Dette er et av de største problemene vi har. Før var det mye operatør feil, men nå er operatørene veldig rutinerte, og nå er det mer anlegget som er det største problemet. Konsekvensene av dette er jo forsinkelser og nedetid, som igjen fører til dårligere kvalitet på produktet og forsinkelser i produksjonen som påvirker hele verdikjeden. Osten kan være forsinket i 2,5 timer, men etter det er den helt ødelagt og alt må kastes og vrakes. Dette har jeg opplevd flere ganger siden jeg begynte, og er jo en stor kostnad.”*

Informanten oppfatter det mekaniske som den største kilden til nedetid. Dette er dog en bedre problemstilling enn om det var personlige feil hos operatørene som var årsaken. Ved hjelp av prediktive verktøy som kunstig intelligens og MES kan man forutse nedetid og være i forkant av problemene. Dette gjør også at man kan planlegge produksjonen ut ifra status på de mekaniske enhetene (roboter, samlebånd, maskiner, sensorer, etc.). På denne måten kan vedlikehold utføres enten før eller etter produksjonen, og man unngår unødvendig stopp

underveis. Som informanten nevner er ikke tidsvinduet særlig stort (2,5 timer) før osten blir dårlig og må kastes. På denne måten kan man unngå større kostnader som følge av ineffektiv produksjon.

## 6. Validering

### 6.1 Reliabilitet

Reliabilitet er ofte vanskeligere å få til i kvalitativ enn kvantitativ forskning. Formålet ved kvalitativ forskning er ofte å presentere nyanser og perspektiver ved en situasjon under gitte omgivelser. Dermed kan selve etterprøvbareheten av forskningen være vanskelig, i og med at omgivelsene ikke er konstante. Spesielt i dette tilfelle, hvor studien undersøker teknologier og prosesser som er i konstant endring. Tine Meieri Jæren er et anlegg som er drevet av konstante forbedringsprosesser. Når en prosess avsluttes er allerede det neste i gang. For å sette det på spissen er omgivelsene ulike fra dag til dag. En måte studien har prøvd å bevare etterprøvbareheten på er å presentere den metodiske fremgangsmåten detaljert. For å sikre stabilitet var begge intervjuerne til stede under datainnsamling og det ble innsamlet både lyd, video og transkript av alt av innsamlet data (Saunders, 2016).

### 6.2 Validitet

Validitet deles ofte inn i to deler - intern og ekstern validitet (Jacobsen, 2015). Intern validitet sier noe om i hvor stor grad resultatene er gyldige for det utvalget og fenomenet som undersøkes. Ekstern validitet derimot sier noe om i hvor stor grad resultatene er overførbare til andre utvalg og fenomener/situasjoner. I og med at studien hadde en formålsutvelgning av informanter så har det blitt oppnådd en god intern validitet. Det ble holdt separate møter og mailutveksling med studiens kontaktperson hvor det ble diskutert hvem som var de optimale å intervju. På bakgrunn av studiens ønsker la kontaktpersonen deretter frem kandidater til intervjuene. Intervjuguiden er dermed tilpasset intervjuobjektene våre.

Når det kommer til ekstern validitet så er en del av spørsmålene spesifikke til meieriindustrien og Tine Meieri Jæren. Det faktumet at studien undersøker et relativt utforsket tema gjør at det blir vanskelig å generalisere resultatene. Tine Meieri Jæren er jo også som tidligere nevnt i en pilotfase med MES, noe som gjør at spørsmålene må spisses for å kunne oppnå ønsket resultat. Sammenlignet med kvantitativ forskning er overføringsverdien til kvalitativ forskning blitt stilt spørsmål ved på grunn av et mindre

utvalg (Saunders, 2016). Buchanan (2012) mener dog at man kan generalisere på bakgrunn av like kjennetegn og funn og dermed fortsatt oppnå en overføringsverdi. Denne studien har god ekstern validitet på bakgrunn av at forskningsdesignet og tilnærmingen kan brukes i andre studier av lignende fenomen, og da spesielt for produksjonsbedrifter.

### **6.3 Begrensninger ved oppgaven**

Denne studiens bidrag kommer med enkelte begrensninger. Resultater fra kvalitative -og intervjubaserte studier kan i mindre grad generaliseres. I tillegg er studiens tema fortsatt i startfasen, dette gjør lignende studier kan ha helt andre funn. Dette betyr at studiens omgivelser vil ha stor betydning for resultatene og slutningene man kan trekke ut.

Studiet tar utgangspunkt i den eksisterende litteraturen i tillegg til empiri fra ansatte ved Tine Meieri Jæren. Funnene våre vil dermed i stor grad avhenge av de ansattes unike opplevelser. Dette gjør det utfordrende å generalisere funnene. I tillegg har også studiens resultat manglende dybde, da det kun er hentet resultat fra en bedrift. Man kan dog si at studien tilbyr en detaljert og mer spesifikk vinkling. Oppgavens problemstilling er innsnevret og tilbyr nødvendigvis ikke generelle og overførbare resultater. Informasjonen og de endelige resultatene er spesifikke for Tine Meieri Jæren.

En annen begrensning ved oppgaven er de tre intervjuobjektene. Man kan muligens argumentere for at det burde blitt utført flere intervjuer. Det som talte for å kun ha tre intervjuer var at man sammen med kontaktpersonen valgte ut tre intervjuobjekter som egnet seg best til oppgaven. Oppgavens mål var dog ikke å kunne trekke generaliserende slutninger, og det ble derfor sett på som hensiktsmessig å kun holde tre intervjuer. Man kan dog fortsatt argumentere for at flere intervjuer ville tilført studien mer tyngde.

## 7. Konklusjon

Resultatene i analysen bygger opp under teoriene og tankesettene fra den presenterte litteraturen. På Tine Meieri Jæren har MES fungert som et verktøy for datainnsamling og et støttesystem for prosessene i produksjonen. MES gir operatørene og beslutningstakerne et større informasjonsgrunnlag og danner basisen for at man kan ta bedre beslutninger. Dette har ikke bare effektivisert beslutningstaking, men også økt kvaliteten på beslutningene. Dette er en direkte konsekvens av digitalisert dataflyt. MES bidrar også til å tilrettelegge for fremtiden. Visjonen bak Industri 4.0 bygger på helautomatiserte og autonome fabrikker. At man allerede nå inkorporerer systemer som MES i tillegg til nye teknologier gjør at man i fremtiden er bedre rustet for en sømløs og mer effektiv overgang.

Høyteknologiske systemer og prosesser er avhengige av god funksjonalitet og tilkoblingsevne, noe som understrekes av informantene. Dette er en av faktorene som gjør at man på Tine Meieri Jæren fortsatt har en noe nøktern tilnærming. Man ser at systemene og teknologiene modnes sakte, men sikkert, samtidig som kompetansenivået blant ansatte også økes. På denne måten har man også klart å finne den riktige balansen mellom teknologisk og menneskelig involvering. Med systemene og teknologiene som er på plass i dag ser man at den beste balansen er en kombinasjon av automasjon, digitalisering og mennesker. Man vet dog at dette ikke vil være tilfellet i fremtiden, og at det da vil bli et så stort kostnadspress at man vil bli tvunget til fullstendig autonome prosesser. MES er viktig ledd i veien mot autonome fabrikker, og Tine Meieri Jæren gjør dermed lurt i å starte dette arbeidet tidlig. Denne teknologien bringer dog utfordringer som man ikke er kjent med fra før. Automasjon bringer utfordringer knyttet til uventede stopp og nedetid. Der hvor man tidligere kunne gå manuelt inn for å overstyre eller rette på feil, vil man i fremtiden måtte sette sin lit til systemene og teknologiene. Viktigheten av trygge og stabile systemer kan derfor ikke understrekes nok, spesielt med tanke på produksjon av trygg mat.

Implementeringen av manufacturing execution system hos Tine Meieri Jæren har effektivisert innsamlingen og lagringen av data. Ikke bare har man kuttet ut 69% av papirbruken ved de aktuelle avdelingene, men ved å digitalisere dataflyten mellom systemene har man økt systemenes evne til å kommunisere på tvers av hverandre. Dette har ført til økt beslutningsstøtte for operatørene, noe som igjen har gjort at man har redusert mengden

råvarer som brukes i produksjonen. I tillegg tilrettelegger digitalisering av data for enklere og mer effektiv analyse av produktet. Dette introduserer videre muligheter for forbedringsarbeid. Man er fortsatt i startfasen av den fjerde industrielle revolusjonen, og man har enda en lang vei å gå før man fjerner menneskelig involvering i produksjonen. I dag ser man at en kombinasjon mellom automasjon, digitalisering og mennesker er det som gir optimal produksjon. Automasjon er en av de viktigste teknologiene for effektiv produksjon på Tine Meieri Jæren. Den økte digitaliseringen og MES fungerer dermed som en støttefunksjon til operatørene i produksjonen og gir dem økt informasjon om beslutningene de tar. I tillegg har høyere og mer effektivisert datafangst ført til høyere kunnskap om råvarene. Man kan dermed gjøre analyser av trender og annen historisk data for å forbedre produksjonen. På Tine Jæren er man dog klar over den teknologiske utviklingen og arbeidet man gjør i dag med implementering av nye teknologier tilrettelegger for en enklere overgang til helautomatisert produksjon i fremtiden.

## **7.1 Studiens bidrag til videre forskning**

Gjennom dette forskningsarbeidet har det blitt identifisert flere interessante tema for videre forskning. På grunn av oppgavens natur med tanke på begrensninger knyttet til tema, men også tid, så har man prøvd å snevre inn studiens omfang. I andre situasjoner, med større ressurser og lenger tid hadde man hatt anledning til å utforske flere bedrifter i lignende situasjon og potensielt få mer generaliserende resultat. Videre vil det presenteres noen av de interessante temaer, til inspirasjon for videre forskning.

Da denne studien er en kvalitativ studie har man ikke oppnådd kvantifiserte og målbare resultater. For videre forskning vil vi anbefale å undersøke MES og Industri 4.0' kvantifiserte effekt på produksjon av mat, og da spesielt i meieriindustrien. Selv om man hos Tine Meieri Jæren fortsatt er i en pilotfase vil det være interessant å nærmere undersøke effekten MES har hatt på operatørens beslutningstaking. Økt beslutningsstøtte ble understreket og fremhevet som et av systemets viktigste funksjoner av informantene. Derfor kan dette være et mål for videre forskning for å kunne se systemets faktiske effekt.



## 8. Referanser

Block, Christian, Dominik Lins, and Bernd Kuhlenkötter. "Approach for a simulation-based and event-driven production planning and control in decentralized manufacturing execution systems." *Procedia CIRP* 72 (2018): 1351-1356.

McAfee, A., Brynjolfsson, E., Davenport, T. H., Patil, D. J., & Barton, D. (2012). Big data: the management revolution. *Harvard business review*, 90(10), 60-68.

Buchanan, D. A. (2012). Case studies in organizational research. *Qualitative organizational research*, sider 351–370

Burke, N., Zacharski, K. A., Southern, M., Hogan, P., Ryan, M. P. & Adley, C. C. (2018). The Dairy Industry: Process, Monitoring, Standards, and Quality. *Descriptive Food Science*.

Chen, X., & Voigt, T. (2020). Implementation of the Manufacturing Execution System in the food and beverage industry. *Journal of Food Engineering*, 278, 109932.

Coronado, P. D. U., Lynn, R., Louhichi, W., Parto, M., Wescoat, E., & Kurfess, T. (2018). Part data integration in the Shop Floor Digital Twin: Mobile and cloud technologies to enable a manufacturing execution system. *Journal of manufacturing systems*, 48, 25-33.

Critical manufacturing. (2017). THE NEW MES: BACKBONE OF INDUSTRY 4.0 The New MES: Backbone of Industry 4.0. Hentet fra: [https://www.criticalmanufacturing.com/uploads/resources/The%20New%20MES.%20Backbone%20of%20Industry%204.0\\_20170904162808.pdf?v67&fbclid=IwAR3IgHnzAM3XEJ4-a9SqDsj\\_njI9hXrLASCpY-SYsENWBywnA1sD5QyLrL8](https://www.criticalmanufacturing.com/uploads/resources/The%20New%20MES.%20Backbone%20of%20Industry%204.0_20170904162808.pdf?v67&fbclid=IwAR3IgHnzAM3XEJ4-a9SqDsj_njI9hXrLASCpY-SYsENWBywnA1sD5QyLrL8)

Dyrevernsalliansen. (2019). FAKTA OM KU, KALV OG OKSE OM STORFEETS BEHOV OG FORHOLDENE PÅ GÅRDEN. Hentet fra: <https://dyrevern.no/app/uploads/2019/09/storfe-faktaark.pdf>

Fjermestad, J. and Romano, N. Jr (2003), "Electronic customer relationship management: revisiting the general principles of usability and resistance – an integrative implementation framework", *Journal of Business Process Management*, Vol. 9 No. 5, pp. 572-91.

Geissbauer, Dr. R., Vedso, J. & Schrauf, S., (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise. 2016 Global Industry 4.0 Survey*, 1-36.

Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119869.

Grenness, T. (1997). *Innføring i vitenskapsteori og metode*. Tano Aschehoug.

Gripsrud, G., Olsson, U., og Silkoset, R. (2016). *Metode og dataanalyse* (3. utgave. utg.). Oslo: Cappelen Damm.

Gripsrud, G., Olsson, U. H., & Silkoset, R. (2016). *Metode og dataanalyse: beslutningsstøtte for bedrifter ved bruk av JMP, Excel og SPSS*. Cappelen Damm akademisk.

Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. (2. utg.) bergen: Fagbokforlaget.

Huang, C. Y. (2002). Distributed manufacturing execution systems: A workflow perspective. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 13(6), 485-497.

Innovasjon Norge. (19. januar 2020). Ny teknologi gir bærekraftig lønnsomhet i landbruket Hentet 24. februar, 2021, fra [Innovasjon norge.no](https://www.innovasjon norge.no) sin nettside:

<https://www.innovasjon norge.no/no/verktøy/mulighetsområder/bioøkonomi/artikler/ny-teknologi-gir-bærekraftig-lønnsomhet-i-landbruket/>

Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, volume 3. Oslo: Cappelen Damm.

Jan Ola Strandhagen/Sintef, (2010). *MES - Manufacturing Execution system - teknologiske muligheter...krevende løsninger*. Hentet fra:

<https://www.sintef.no/globalassets/project/smartlog/presentasjoner/2010/strandhagen-100323.pdf>

Johannessen, A., Tufte, P. A., & Christoffersen, L. (2010). Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode (Vol. 4, pp. 45-232). Oslo: Abstrakt.

Jordan, M. I. & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, vol. 349, Issue 6245, s. 255-260. DOI: 10.1126/science.aaa841.

Kalogeras, A. P., Gialelis, J. V., Alexakos, C. E., Georgoudakis, M. J., & Koubias, S. A. (2006). Vertical integration of enterprise industrial systems utilizing web services. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2(2), 120-128.

Kevork, E.K. & Vrechopoulos, A.P. (2009), "CRM literature: conceptual and functional insights by keyword analysis", *Marketing Intelligence & Planning*, Vol. 27 No. 1, pp. 48-85. <https://doi.org/10.1108/02634500910928362>

Kletti, J. (Ed.). (2007). *Manufacturing execution system-MES*. Springer Science & Business Media.

Kolbjørnsrud, V. (2017). Kunstig intelligens og lederens nye jobb. *Magma*. (2017). Hentet 21. mars, 2021, fra Magma.no: <https://www.magma.no/kunstig-intelligens-og-lederens-nye-jobb>

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2020, 14. januar). Nasjonal strategi for kunstig intelligens. Hentet 21.04.21, Hentet fra Regjeringen.no: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-strategi-for-kunstig-intelligens/id2685594/?ch=3>

Landbruk.no. (18. Mars 2019). Melkeroboten gir store muligheter for å videreutvikle norsk landbruks fortrinn. Hentet 24. februar, 2021, fra Norsk Landbrukssamvirke sin nettside: <https://www.landbruk.no/teknologi/melkeroboten-gir-store-muligheter/>

Mohri, M., Rostamizadeh, A., & Talwalkar, A. (2018). *Foundations of machine learning*. MIT press.

Onwuegbuzie, A.J., Leech, N.L., Collins, K.M., 2012. Qualitative Analysis Techniques for the Review of the Literature. *Qualitative Report* 17, 56.

Sagiroglu, S. & Sinanc, D. (2013). Big data: A review. *International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, pp. 42-47, doi: 10.1109/CTS.2013.6567202.

Sai Vennam. (16. oktober 2019). Hybrid Cloud. Hentet 28. april, 2021, fra [Ibm.com nettsted](https://www.ibm.com/cloud/learn/hybrid-cloud): <https://www.ibm.com/cloud/learn/hybrid-cloud>

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2016). *Research methods for business students* (Seventh). Nueva York: Pearson Education.

Sprott, D., & Wilkes, L. (2004). Understanding service-oriented architecture. *The Architecture Journal*, 1(1), 10-17.

Sti, T. K. (2018, 22. januar.). Utvikler AI til «alle». *Finansavisen*. Hentet fra: [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3112483/Media%20Communication/325619\\_.pdf?t=1516633347724](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/3112483/Media%20Communication/325619_.pdf?t=1516633347724)

Stræte, P. E. (2007). A system perspective on innovation in the Norwegian dairy industry. *Norsk Geografisk Tidsskrift–Norwegian Journal of Geography*, 61(1), 25-33.

Tamas, Levente, and Mircea Murar. "Smart CPS: Vertical integration overview and user story with a cobot." *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 32.4-5 (2019): 504-521.

Tine SA. (16. februar 2021). "Årsrapport 2020". Hentet fra 24. mai 2021: [https://www.tine.no/om-tine/TINE\\_aarsrapport\\_2020\\_interaktiv.pdf](https://www.tine.no/om-tine/TINE_aarsrapport_2020_interaktiv.pdf)

# Appendix

## Intervju 1

### **1. Først og fremst, hvilke teknologiske hjelpemidler bidrar mest til å gjøre produksjonen til TM Jæren enklere?**

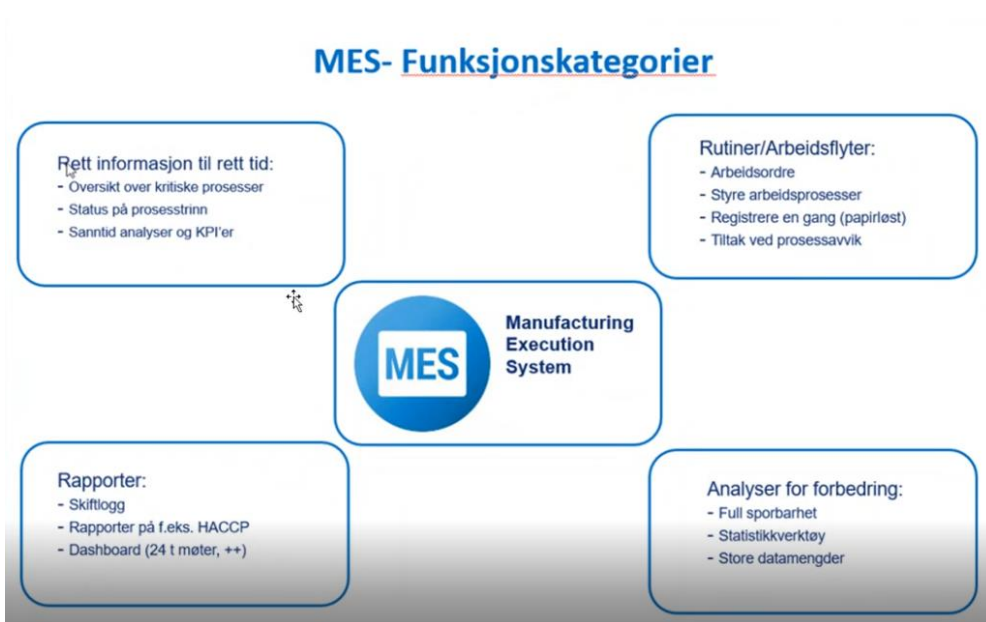
**Informant 1:** Tine Jæren er et ganske nytt og moderne anlegg sammenlignet med både industrien forøvrigt og meieriindustrien i Norge, i og med at det ble bygget for ikke så altfor lenge siden og fordi det var stor investering der det var lagt vekt på automasjon. Jeg vil si at det viktigste er samspeilet mellom det mekaniske design i prosess og produksjon og datasystemet og automasjonen som både styrer dette og samler opp og logger data fra det. Hvis jeg skal gi et kort svar er det det viktigste, må det være et design på plass som sikrer kvalitet, effektivitet og at det er robuste og fleksible system bak det som gjør det lett å optimalisere og endre osv.

**Oppfølgingsspørsmål:** Og det går jo videre på det PLS systemet nevnt i første intervju, hvor alt skal jobbe sammen i harmoni og fungere optimalt sammen.

**Informant 1:** Det er og noe som er nevnt en del i industri 4.0, hvor alt skal snakke sammen. De tenker nok litt mer på ting som skal snakke sammen, hvor det er forbruker-relatert der for eksempel kjøleskapet sier i fra at det er tomt for melk. Men også industrielt så er det at alle system skal være tilgjengelige. Der har vi allerede kommet langt på Tine Jæren, siden alle PLS'ene er egentlig der grunndata oppstår, alt det er på nett og tilgjengelig for andre system. Det er viktig at vi ikke har en stor fabrikk hvor mange system lever sitt eget liv og ikke er i stand til å snakke med hverandre.

### **2. MES har åpenbart hatt en positiv innvirkning så langt, og bidrar til å forenkle prosesser som tidligere har vært "gammeldagse", hvordan vil du karakterisere systemet og dets hovedoppgaver?**

## Informant 1: “Viser bilde nedenfor”



Vi har delt inn MES i forskjellige kategorier, og denne gir et godt overordnet bildet av hva vi løser med MES. Men jeg vil jo si at det er på en måte generelt digitaliseringa av prosessene er hovedformålet, enten det er å digitalisere noe så enkelt som skiftloggen eller digitalisere den dataflyten mellom systemene at når det oppstår et behov på markedet og at det blir opprettet produksjonsordre og de havner ned på produksjonslinja. At produksjonslinja starter å kjøre disse produksjonene basert på de, og MES rapportere mengder og start og stopptid og forbruk av forbruk av alle innsatsfaktorene melder tilbake. Også dette med digitalisering av analyse, måten vi jobber med analyse av produkt underveis. At vi ikke må manuelt føre resultat og avvik rundt omkring. Også dette med å gi operatørene den viktigste informasjonen på en enkel måte som bidrar til beslutningsstøtte for operatørene. MES bidrar også med å samle data og strukturere den. Dette åpner for nye muligheter og forbedringsarbeid.

**Oppfølgingsspørsmål:** Vil det være sånn at MES viser beslutningsstøtte direkte, eller vil det bare vise en trend som operatøren enkelt vil tolke?

**Informant 1:** “viser og forklarer med MES systemet på video”. Det vi har gjort i MES er å spørre operatørene hva som er det viktigste å følge med på, og hva vil du ha som fokusområdet i ditt området. Da har vi et felt i dashbordet som presenterer det, og i dette tilfellet er det et radardiagram. Det presenterer en del forskjellige prosessverdier, og noen er forhold mellom hvordan verdiene var for en tid tilbake og hvordan er den nå, altså

stigningstallet. Da er det presentert med farger og på en enkel måte for operatøren å se at her er det noe som må følges med på. På den måten skal dette gi denne operatøren beslutningsstøtte. Det vises også råvarene som er inne, og får inne analyseresultat fra råvare tankene som vi har. Dette skal også gi operatøren en bedre oversikt over produktene. Tidligere var dette i et annet system eller noen papirer, som nå er samlet i MES.

### **3. Et av formålene til MES er jo å gjøre produksjonen papirløs, i hvor stor grad har man oppnådd dette, og hva er det langsiktige målet?**

De tre avdelingene som er med i MES produksjonen er Melkebehandling, Ysteri og pakkeri. Melkebehandling har kommet til 63% papirløs produksjon mens ysteri har 67% og Pakkeri 78%.

**Oppfølgingsspørsmål:** Hvilket dokumenter er det vanskeligst å få digitalt?

**Informant 1:** Det har ikke vært vanskelig å få dokumenter over digitalt, men siden MES nå er i en pilotfase måtte vi prioritere hvilke funksjoner vi skulle ta med inn og hvilket hovedpunkter i de dokumentene som skulle tas med.

**Oppfølgingsspørsmål:** Hvordan ser den optimale situasjonen med MES ut?

**Informant 1:** Det er jo å komme enda lengre med å digitalisere arbeidsoppgavene. Det jeg savner i piloten er såkalte workflows. Der du definerer ulike hendelser og oppgaver som en arbeidsflyt. Der du har flere trinn og veier prosessen kan gå. For eksempel hvis det er et avvik på røntgenmaskinen, og finner noe i osten som ikke skal være der. Dette trigger en workflow hvor du kommer til neste steg, hvor dette skal meldes inn også blir det digitalt meldt inn til den riktige personen eller systemet. Også må man vente på noen kvitteringer eller årsaksanalyse, mange sånne oppgaver og prosesser som en produksjonsbedrift må gjøre kan defineres og legges inn i workflows. **Dette er noe jeg tror ligger lengre frem i løypa for å undersøke og være noe for dere.** Generelt er det også det å digitalisere skjema og snu kort og kvitteringsliste, og er mye som kan enkelt digitaliseres. Noen kaller det “paper on glass”, hvor du bare kopierer inn skjemaene dine også har du det på en skjerm men så har det fortsatt samme dumme funksjonalitet. Målet er at det er blir smartere og mer logikk og ting som skjer basert på det operatøren fyller inn av informasjon. For eksempel er det sånn at i Ysteri skal du

ta en prøve av osten. Når operatøren legger inn resultatet får kanskje operatøren tilbakemelding om at analysen har gått feil retning de siste 1/3 prøvene som er tatt. Og ber operatøren gjøre en endring for å rette dette.

**Oppfølgingsspørsmål:** Vil disse workflowene være for at dere føler operatørene gjør en del feil eller ikke vet hva de skal gjøre?

**Informant 1:** Det er for å sikre at det som skal gjøres blir gjort og at det blir dokumentert. Også at det blir lett å finne frem i det som skal gjøre videre. Og få koblet de menneskelige aktivitetene med maskinelle aktiviteter. Det kan være at i en avansert workflow er en av tiltakene at du må justere settpunktet på en prosessverdi. Da kan workflowen be maskinen endre det settpunktet. Altså koble de menneskelige og maskinelle aktivitetene i en workflow. Altså gjøre det mer skuddsikkert.

#### **4. Man beveger seg nærmere og nærmere en produksjon som til dels er uavhengig av menneskelig kontroll. Hvordan vil samhandlingen mellom mennesker og maskinene i en optimal situasjon se ut?**

**Informant 1:** Jeg tror det går veien mot å erstatte mennesker med maskiner og roboter. Dette er for å klare å være konkurransedyktige, så må vi involvere mindre folk. Det er et spørsmål om å produsere så billigt som mulig og med så høy kvalitet som mulig. Det å ha mennesker i produksjonen skaper ulykker og feil, det er menneskelig. Det beste for menneskeheten er at det er minst mulig folk i nærheten av produksjonen. I løpet av 10 år bør vi få til at maskinene foreslår hva som skal gjøre og endres på. Og etterhvert ta beslutninger selv, for eksempel det med kunstig intelligens. Når vi får mer prosessorkraft og databehandling kraft, vil dette være veien å gå hvor systemet gjør mer inngrep selv. Et selvstående system vil nok være det beste lengre frem i tid.

**Oppfølgingsspørsmål:** Tror du Tine Jæren vil fortsette å være et teststed for ny teknologi og innovasjon?

**Informant 1:** Ja fordi tine jæren er rigga for det, både teknologisk og med mye kompetanse. Tine har også plassert en del av produktutviklerne og de som sitter i forskningsmiljøet i tine



er lokalisert på jæren. Vi har også et uttalt mål for å være et tog for innovasjon i Tine konsernet, så det tror jeg absolutt.

**5. Tine er tidlig ute både med nye teknologier, men også utforskningen av industri**  
**4.0. Hva skal produksjonsbedrifter gjøre nå for å holde seg konkurransedyktige**  
**under introduksjonen av nye teknologier, og hva gjør dere?**

**Informant 1:** Jeg tror det er viktig å være litt nysgjerrige og følger med på trender, se hva andre gjør. Også å samarbeide med forskningsmiljø, og leverandører av prosessutstyr og datasystem. Og jeg tror det er viktig å satse på kunnskap generelt, det tror jeg er viktig for å være konkurransedyktige. Man må også ha en ledelse som er villige til å investere. Her i Norge må en få ned produksjonskostnadene, siden vi har høye lønnskostnader og gode for ansatte som er høye i forhold til andre land. Være villige til å investere i ny teknologi og følge med på trender.

**Oppfølgingsspørsmål:** Tror det er best å være first-mover, eller second-mover på ny teknologi?

**Informant 1:** Tror ikke det er noe fasit på det, men når vi bygde Tine Jæren skulle vi bygge det på kjent teknologi og kunnskap så vi var sikre på at det ville fungere og produsere godt. Det er litt delt men når det er snakk om ny forskning og teknologi, må man være villige til å være først ute. Men når man skal bygge en ny produksjonslinje bør man bygge noe som er prøvd og man vet fungerer.

**6. Hvor lang tid vil det ta før man ser helautomatiserte prosesser i gang på**  
**produksjonslinjene?**

**Informant 1:** Der og er det snakk om tidsperspektiv. I deres levetid tror jeg at vi kommer oss mer mot at prosessene blir helautomatiserte, men det må alltid være behov for at noen går inn for å fikse hvis noe går galt. Nå nærmer det seg at maskiner skal begynne å selv si ifra hvis det er noe feil, og deretter lære av disse feilene og hva som skal gjøres. For eksempel hvis noen av prosessene går tregt eller at det krever med energi for å flytte meg, vil det kreve et menneske for å gå inn for fikse dette. Vi vil kommet til en helautomatisk produksjon, med litt

menneskelig oppfølging. Spørsmålet er bare hvor lang tid det vil ta. Per i dag er problemet at råstoffet og emballasje varierer, altså faktorene i produksjonen. Og per i dag er ikke maskinene utrustet for å se forskjellene og sensorene/vision ser ikke dette, men kan kanskje bli utviklet etterhvert hvor maskinene kan ta aksjon basert på hva den “ser” gjennom sensorer og ta i betraktning disse variasjonene.

- 7. På hjemmesidene til Tine står det at man har ambisjoner om nullutslipp og at man innen 2025 ønsker å bruke energi og drivstoff basert på fornybare råvarer. Transport står jo for mesteparten av Tines utslipp pdd. Om man ser hovedsakelig på produksjonen som skjer på huset, hvordan kan man klare å redusere utslippene her, og hvordan kan Industri 4.0 bidra til dette?**

**Informant 1:** Når Tine Jæren ble bygd ble det lagt stor vekt på energiforbruk, og ikke minst gjenbruk av energi. Så vi er det anlegget som har desidert minst energi kostnad per produksjonsenhet. Vi har allerede et godt utgangspunkt, som er oppnådd av mange ulike ting, men vi har gode system for å ta vare på energi. For eksempel stor tanker som blir brukt som buffer. På mange produksjonsbedrifter står det store vifter med kondensatorer på taket som kvitter seg med varme for å kjøle produktene. Sånne ting er det lite av på Jæren for vi prøver å bruke alt av energien. Dette for vi til ved bruk av for eksempel fjernvarme anlegg, der vi kan putte overskudd av energi på dette anlegget. Vi samarbeider også med naboer, som for eksempel et gartneri som vi forsyner med varme og CO2. Men det som er i løypa fremover er at vi må redusere CO2 utslipp, som også er den største utfordringen. Vi har også litt utslipp av biologisk materiale til sjøen, som vi også jobber med å redusere. Der holder vi på med å prosjektere et biomasseanlegg som skal fyre med treflis og lignende for å redusere bruken av naturgass.

**Oppfølgingsspørsmål:** Vil dette nye anlegget bruke noen nye teknologier?

**Informant 1:** Nei det tror jeg ikke.

- 8. Har fremveksten av nye teknologier på noen som helst måte hatt en innvirkning på TM Jærens klimaavtrykk?**

**Informant 1:** Et anlegg er aldri 100% optimalisert, du kan alltid bruke mindre energi. Og Tine har alltid et stort fokus på forbedringer. I alle ledd og alt vi driver med er det forbedringsprosjekt. Du får nesten ikke avsluttet et forbedringsprosjekt, før vi er i gang med et nytt stort forbedringsprosjekt. Der alle steiner skal snus for å finne beste løsningen. Jeg tror det er viktig for både bærekraft og konkurransekraft, så er det viktig å ha den mentaliteten at du hele veien ser etter forbedringer. Men det er ingen tvil om at anlegget er under kontinuerlig forbedring både av energi og ressurser.

### **9. Hvilke teknologier ser du har størst innvirkning på bærekraft? Automatisering, maskinlæring, kunstig intelligens eller en kombinasjon av tekniske fremskritt?**

**Informant 1:** Per i dag er det automatisering, og det vil det nok ha de neste årene også. Men etterhvert når kunstig intelligens og maskinlæring blir mer modent tror jeg at det også kan være med å påvirke dette. Det er det vi håper og tror, og derfor jobber vi med bedrifter for å teste ut dette, så det tror jeg absolutt er en kombinasjon.

**Oppfølgingsspørsmål:** Når du sier at automatisering påvirker dette mest, er det da fordi det blir mindre energiforbruk?

**Informant 1:** Det blir brukt mindre energi, og vi får bedre utnyttelse av maskinene. Når vi får mer effektivt utstyr og mer automatisering, kan vi kanskje utnytte døgnet og få brukt den investeringen som er i utstyr.

**Oppfølgingsspørsmål:** Tror du svinn kan forbedres ved hjelp av disse nye teknologiene?

**Informant 1:** Ja absolutt, det har vi allerede begynt med. Når vi var i den fasen som heter proof of concept angående maskinlæring, så var en av oppgavene til leverandøren at det må finne de prosessene på vår avdeling som bidrar med til utslipp til sjøen. Så det er en måte å bruke den teknologien til å finne de prosessene som en bør fokusere på for å redusere utslipp. Da fikk vi en liste på det utstyret som bidro mest negativt til avløpet. Dette kan vi få til siden vi faktisk måler hvor ting kommer fra og siden vi har logging og data fra alle systemene. Siden vi har denne dataen kan vi utnytte maskinlæring siden den kan lese seg opp på og lære av alle dataen vi allerede har samlet.

**10. Hva er konsekvensene av nedetid i produksjonen, og hvordan skal Industri 4.0 og de nye teknologiene bidra til å løse disse problemene?**

**Informant 1:** Nedetid er alltid et problem i forhold til svinn. Det jeg tenker på først i forhold til industri 4.0, er at maskinene kan selv si i fra at her er det noe galt eller kommer til å skje noe galt hvis ikke du fikser det. Datasystem har bedre mulighet til å analysere et stort datasett enn det mennesker kan, for det er vanskelig å ha oversikt over alt. Kanskje kan også kunstig intelligens se litt fram i tid hva som kommer til å skje, så operatøren kan fikse, stoppe eller endre problemet før det skjer.

**11. Hva er de viktigste utfordringene verdikjeden til TM må overvinne for å dra nytte av Industri 4.0 sitt fulle potensial?**

**Informant 1:** Den største utfordringen blir nok å få de andre systemene som ligger utenfor bedriften til å være kobla mot vårt system i en større grad. Sånn at en kan følge hele prosessen. Dette vil gi en utmerket sporbarhet hvor man kan se hva som er skjedd i transport, produksjon, pakning osv. Per i dag er det en del manuelle ting vi må gjøre for å kunne spore hele verdikjeden. Det er nok den største bottlenecken, at systemene ikke kan snakke sammen.

**12. Framtidsutsiktene virker jo veldig lovende, og teknologi bidrar enormt til å effektivisere og overvåke produksjon. Hvilke utfordringer ser du knyttet til nye teknologier (kunstig intelligens, maskinlæring, IIOT, stordata, etc)?**

**Informant 1:** Sånn generelt vil nok utfordringene med kunstig intelligens at hvis det skjer ulykker eller feil i produksjonen vil det være veldig vanskelig å peke på hva som skjedde galt. Siden dette kanskje ligger i noen modeller dypt i den kunstige intelligensen. Det kan også kanskje være vanskelig å skjønner hvorfor den kunstige intelligensen gjorde den beslutningen. Altså ikke kunne finne hvilke input som gjorde at beslutningen ble tatt. En annen utfordring tror jeg er at bedrifter ikke har nok data. De har det heller ikke strukturert. Det skyldes kanskje at de ikke har system for å samle den eller at systemene ikke er gode nok. Du må liksom ha grunnmuren for datainnsamling i bønn før de kan bruke denne dataen på en god måte, både med tanke på effektivitet og i fremtiden kunstig intelligens.

## Intervju 2

**Hvilke teknologiske hjelpemidler bidrar mest til å gjøre forenkle og effektivisere arbeidet på din avdeling?**

**Informant 2:** Hele prosessen er veldig automatisert her på anlegget generelt. Mye av via PLS-er og er styrt gjennom data, og program som ligger inne fra før av. Det er det som gjør det enklest og mest effektivt av de hjelpemidlene vi har. Det er mye data som kommer inn, og vi ser over og styrer alt av prosesser, motorer, ventiler osv. Vi søker også etter feil ved hjelp av de systemene.

**Oppfølgingsspørsmål:** Vi snakket med Informant 1 angående disse PLS-ene, og opplever du at det fungerer bra og at det er et sammenhengende system?

**Informant 2:** Det fungerer greit men kunne alltid fungert bedre på ting. Det er litt vanskelig med de systemene vi har at de er så annerledes, siden de er laget av forskjellige selskap så å få de til å samhandle og fungere sammen er en stor utfordring. Men informasjonsflyten går greit, men det kan bli en del manuelt arbeid når systemene ikke snakker sammen. Der er det et stort forbedringspotensial.

**Oppfølgingsspørsmål:** Har du opplevd noen utfordringer mellom de ulike systemene?

**Informant 2:** I perioder har det vært problemer med artikkelnummer og sånne ting, at de ikke har blitt overført mellom de ulike systemene som da danner problemer senere i prosessen. Hvis systemene mister resepten på en eller annen måte er vi operatører veldig svake akkurat der, siden da må vi inn i PLS-ene og overstyre det. Det er mer en svakhet og ikke et problem som oppstår.

**Hva slags inntrykk har du av MES/TrakSys så langt, og hvilke problemer løser man ved å ha et slikt system?**

**Informant 2:** Jeg har et helt greit førsteinntrykk, men det kan jo alltid bli bedre. Det kan alle system. Det er ikke for øyeblikket blitt løst noen spesifikke problem, og er faktisk blitt en del ekstra arbeid. Dette skyldes at det er et pilot system, og vi må dobbelt registrere ganske mye. Både inn i MES og på papir. På rapportering slipper vi huske mengder og regne på mengder, det tas direkte fra PLS-ene og overføres til MES så slipper vi det arbeidet. Dette legger ansvaret mer over på operatørene og det blir mindre på operasjonsleder. Det er sånn Tine vil det skal være i hele konsernet, med rask rapportering etter ferdig produksjon. Målet er jo at alt skal bli direkte rapportert til MES, men det er nok en god stund til.

**Et av MES' sine mange formål er jo å gjøre produksjonen papirløs. Hvordan bidrar systemet til å forenkle arbeidsoppgavene deres i dag-til-dag produksjon?**

**Informant 2:** Det som blir forenklet mest er hvordan vi får informasjonen fra systemene. Oppgavene vi må gjøre er de samme, men det er mer hvordan informasjonen legges frem. Samt hvordan rapportering er med å forenkles. MES bidrar med å gi operatørene en visuell fremstilling av informasjonen og ikke bare tall, som kan være en god beslutningstøtte, og i alle fall for nye operatører.

**Oppfølgingsspørsmål:** Føler du sånn praktisk at dette bidrar til at beslutningen blir tatt kjappere eller med høyere kvalitet eller hvordan opplever du det?

**Informant 2:** For min del har det ikke endret noe, siden jeg tar beslutninger like kjapt ved å bare se på papiret. Men det er kanskje fordi jeg er vant med det, men for nye operatører tror jeg det kan lære de hvordan de tar beslutninger raskere, og hvis de er usikre hjelpe de med å ta en mer rett beslutning. Noe som reduserer antall feilbeslutninger.

**MES har hatt en positiv innvirkning så langt, og bidrar til å forenkle prosesser som tidligere har vært "gammeldagse", som f.eks. arbeidsordrer. Hvordan ser du veien videre med MES og hvilke funksjoner ønsker man systemet skal kunne løse på sikt?**

**Informant 2:** Drømmetanken er at i stedet for at du skal ta den beslutningen om matkulturen for eksempel skal gjøre automatisk. At systemet forteller det at du skal prøve å tilsette det, og i MES kan det være en drøm hvis det analyserer data fra mange år tilbake og viser deg hva som er den beste beslutningen. Altså gi et mer solid beslutningsgrunnlag. Dette er vanskelig å

få til praktisk, og kan kanskje komme med kunstig intelligens i fremtiden. Noen annet jeg ønsker er fjerningen av innrapportering i lab systemet. Det er et realistisk mål og også ganske enkelt å oppnå. Slippe å måtte gå inn og dobbelt registrere og rapportere etter ferdig produksjon. Jeg tror ikke at jo mer vi bruker MES og jo mer data vi samler at produksjonen kan automatiseres. Dette skyldes at kulturen i maten utvikler seg forskjellig hele tiden og det er umulig å forutse hvordan den vil reagere. Det måtte i så fall blitt utviklet ny teknologi som klarer å skanne og analysere matkulturen så nøyte at den finner ut hvordan den reagere, men dette er veldig langt frem i tid og spør om det noen gang skjer.

**I din tid på TM Jæren, har du vært involvert i en prosess hvor teknologi har erstattet en tidligere manuell arbeidsoppgave eller eventuelt forenklet en eksisterende arbeidsoppgave?**

**Informant 2:** Det eneste jeg har vært med på og husker godt er når vi endra hvordan vi endra systemet og teknologien for å måle opp ingredienser. Vi brukte før et litermål hvor vi måtte skru av tanken som fylte litermålet når det nærma seg fullt. Nå blir ingrediensene veid, og vi trenger bare trykke på en knapp når vi har det vi skal av ingredienser. Dette reduserer faren for at litermålet renner over og sløsing av ingredienser. Det er en enkel utvikling, men betyr mye. Osten er veldig dyr og delikat og feil vil være en høy kostnad og et stort tidstap.

**Man beveger seg nærmere og nærmere en produksjon som til dels er uavhengig av menneskelig kontroll. Hvilke problemer/prosesser ønsker du kunne ha blitt forbedret av teknologi (kunstig intelligens, maskinlæring, automasjon, osv)?**

**Informant 2:** Det å kunne standardisere og automatisere proteinet og fettene i melka så det blir mer nøyaktig og konsistent hadde vært et bra teknologisk fremskritt. Det ville sikret bedre kvalitet og likere produkt av osten. Jeg tror du alltid må ha mennesker i produksjonen for å rette på feilene. Det ville vært en god løsning hvis teknologien kunne forutsett hvis problemer holder på å oppstå. For eksempel hvis en motor er veldig varm eller beveger seg rart, eller andre sånne småting. Da kunne vi mennesker fikset det, og mye tid og nedetid ville bli spart. Du kan alltid effektivisere og automatisere forskjellige prosesser, og kan kanskje kutte ned på antall mennesker i produksjonen, men jeg tror aldri mennesker vil bli helt kuttet ut av produksjonen.

**Nedetid er jo et stort problem for produksjonsbedrifter og er kilden til mye av problemene. Spesielt i matproduksjon er jo dette viktig. Hva er konsekvensene av nedetid i produksjonen på din avdeling?**

**Informant 2:** Akkurat nå er anlegget godt kjørt inn og det begynner å stabilisere seg på en negativ måte. Anlegget er jo en del år gammelt, og vi merker at nå begynner pumper og svikte og maskiner stopper opp eller går tregere. Dette er et av de største problemene vi har. Før var det mye operatør feil, men nå er de veldig rutinerte så nå er det mer anlegget som er det største problemet. Konsekvensene av dette er jo forsinkelser og nedetid, som igjen fører til dårligere kvalitet på produktet og forsinkelser i produksjonen som påvirker hele verdikjeden. Osten kan være forsinket i 2,5 timer, men etter det er den helt ødelagt og alt må kastes og vrakes. Dette har jeg opplevd flere ganger siden jeg begynte, og er jo en stor kostnad.

**Hva tror du nedetiden i produksjonen på din avdeling skyldes?**

*Ble svart på forrige spørsmål.*

**Hvordan tror du nye teknologier og «smartere» og mer automatiserte systemer kan bidra til å løse noen av problemene (nedetid, effektivitet, osv)?**

**Informant 2:** Det jeg tror ny teknologi kan gjøre med for eksempel nedetid er jo det vi snakka om i stad, at kunstig intelligens kan forutse hvis en motor eller maskin er på vei til å stoppe eller bli ødelagt. For eksempel ved å se på temperatur, hastighet eller bevegelse. Da kan vi operatører gå inn og fikse det og forhindre at det blir noe nedetid. Jeg tror ikke teknologi kan løse det problemet med kulturer siden de er så forskjellige og det vi nevnte tidligere.

**Man beveger seg jo mot større grad av automasjon og mindre menneskelig involvering. Hvilke utfordringer ser du ved potensielt helautomatiserte systemer/prosesser?**

**Informant 2:** Vi operatører går rundt i produksjonslokalet og vi har ører og øyne som kan høre forskjellige ulyder og se om det kommer røyk fra noe sted eller om det er oppstått problem. Det er ikke alltid systemer kan oppdage disse feilene, og det vil være et stort problem med tanke på nedetid og kostnader. Jeg har god tro på automatisering, men det å



fjerne mennesker helt i matproduksjon vil være veldig veldig vanskelig. Det er mange komponenter som må være på plass for god og sikker kvalitet, og det vil ta lang tid å automatisere.

## Intervju 3

### Hvilke teknologiske hjelpemidler bidrar mest til å forenkle og effektivisere produksjonen på TM Jæren?

**Informant 3:** Hvis du ser på Tine Jæren i forhold til andre meierier, så er det det med automatisering og instrumentering som er det som gjør at Jæren produserer store volum med mye mindre kost per kilo og mer effektivt enn andre i Tine. Osteproduksjonen er like i de forskjellige meieriene, men forskjellen ligger i instrumenteringa og automatiseringen, og intelligensen som ligger i det.

**Oppfølgingsspørsmål:** Er det samhandlingen på huset som bidrar mest til at dere er mest effektive?

**Informant 3:** Det som er helt naturlig på Jæren er ikke oppnåelig andre plasser. Hvis du ser på pakkeriet, har vi en person som overvåker hele behandlingen og prosessen av rund ost, mens andre plasser må operatørene gjøre alle jobbene selv mens de er automatisert på Jæren. For å kunne automatisere må du ha instrumentering og infrastrukturen til det.

**Oppfølgingsspørsmål:** Har det vært sånn siden Jæren ble bygd?

**Informant 3:** Planen var sånn fra begynnelsen, men det er klart det har vært en utvikling her også. Det er ikke alt som fungerer som som tenkt med en gang, men grunntanken var det. Hvis du ser på pakkeriet igjen, så var det jo i starten fem personer som gjorde jobben til det en gjør i dag. Det er fordi systemene ikke funka sånn som tiltenkt, altså ikke finpusa og klare. Når alt blir automatisert må alt funke sammen, men problemet oppstår når det ikke fungerer som det skal. Da tar det tid å rette opp i, og finne ut hva som har gått feil.

### Hva slags inntrykk har du av MES/TrakSys så langt, og hvilke problemer løser man ved å ha et slikt system?

**Informant 3:** Jeg var en av filosofene bak dette programmet, som het smartere styring før. Jeg har falt av prosjektet i innføringsfasen etter hvert. Utgangspunktet og baktanken sto jeg for og er jeg tror dette er helt nødvendig for å kunne holde følge fremover, i en så teknologisk

verden. Det var alltid en større tanke med det, og ikke bare for å visualisere data og få det registrert elektronisk. For å hjelpe operatørene med beslutning, men også se hvilke trender ser vi, hvordan vil dette utvikle seg og hvilke valg vi må ta for å optimalisere kvalitet på produktet. Å ikke bruke mer råstoff enn det vi må er et mål MES kan løse.

**Oppfølgingsspørsmål:** Husker du om det var et spesifikt problem som gjorde at dere begynte med MES?

**Informant 3:** Nei det var ikke noe spesifikt problem, men det ble ganske åpenbart at du sitter med et anlegg hvor mye er automatisert og går av seg selv. Også må operatørene løpe og skrive ned på papir hvilke tider ting skal skje. Du skriver ned det som ligger i systemet, og hvorfor skal du da måtte notere ned når alt skal skje. Det gjorde vi før, noe MES endrer på.

**Et av MES' sine mange formål er jo å gjøre produksjonen papirløs. Hvordan bidrar systemet til å forenkle andre arbeidsoppgaver i produksjonen?**

- Svarte over.

**MES har hatt en positiv innvirkning så langt, og bidrar til å forenkle prosesser som tidligere har vært "gammeldagse", som f.eks. arbeidsordrer. Hvordan ser du veien videre med MES og hvilke funksjoner ønsker man at systemet skal kunne løse på sikt?**

**Informant 3:** Jeg tenker at målet må være at basert på historisk data og resultatene av det kunne bruke det til styring. Målsettet sier at vi skal gå den veien fordi dataen sier at det fungerte de ti siste gangene. På sikt ser jeg for meg at du kobler mer data og ser på hvilket datasett som ga best kvalitet, da kan du også se på variasjon i årstider og diverse. Pluss at MES muliggjør jo muligheten for infrastruktur videre, og klar det som i 1.0 versjonen være operatør input når den ser at dette stemmer bra, for eksempel at en kurve skal justere syrekulturen opp eller ned, så er det ingen grunn at en person må justere det. Det kan automatiseres. Men inntil vi ser at det fungerer som det skal, må det være et menneske som justerer det. Men på sikt vil dette medføre at du automatiserer og bygger inn i styringa dette som i dag er manuell arbeid. Mye av det jeg gjorde som yster før i tiden er helautomatisert i dag.

**Oppfølgingsspørsmål:** Har du troa på at kunstig intelligens selv kan analyser og se hvordan en kultur vil reagere?

**Informant 3:** Ja det bruker vi jo i dag til en viss grad, selv om det er i tidlig fase. En datamaskin kan vurdere mye større datasett og se mye mindre nyanser enn det vi mennesker kan. Det kommer jo til å bli en del av styringsprosessen og styringssystemene. Det er jo det allerede i dag, det blir brukt til rønken analyse av ost på hullsetting. Det er en enkel utgave, men maskinen lærer seg hva som er god og dårlig kvalitet og sorterer på bakgrunn av det. Det blir mer og mer av sånne ting. Det brukes også til å detektere unormaliteter i oster for eksempel, men personlig tror jeg ikke det er en stor utfordring og fullautomatisere pakkeprosessen og ysteprosessen. Teknologiene er der, og kunnskapen og kompetansen er der så hvis Tine ville dette tror jeg ikke det hadde vært et problem å få til i dag.

**I din tid på TM Jæren, har du vært involvert i en prosess hvor teknologi har erstattet en tidligere manuell arbeidsoppgave eller eventuelt forenklet en eksisterende arbeidsoppgave? Er det eventuelt noen av arbeidsoppgavene som i dag er manuelle som kunne eller burde blitt forenklet ved hjelp av teknologi?**

**Informant 3:** Det er litt forskjellig. Det er en del på gang som startet for lenge siden og ikke helt er ferdig, for eksempel instrumentering og måling. Saltlake heisen som erstattet en del transportbaner har jo fjernet en del manuelt arbeid som nå går automatisk. Lekkasjetesting på posene som ostene pakkes i har erstattet en manuell operasjon. Rønken maskinen erstatter hull setting jobben av ost. En del oppgaver innen måling og analyse som i dag er manuelle ser jeg for meg blir forenklet eller automatisert ved hjelp av teknologi.

**Man beveger seg nærmere og nærmere en produksjon som til dels er uavhengig av menneskelig kontroll. Hvordan tror du samhandlingen mellom mennesker og maskiner vil se ut i en optimal situasjon?**

**Informant 3:** Jeg tror det er fullt mulig å fullautomatisere anlegget. Operatørene vil utvikle seg fra å være arbeidere til å bli mer overvåke, kontrollere og justere. At de blir mer teknikere, at de følger med at ting går som det skal også korrigerer de eventuelt det som må

korrigeres i stedet for å gjøre alt arbeidet selv. Det å følge med på at går som det skal for å få optimal kvalitet vil kompetansen bli brukt på, hvor ansatte er mer tekniske og ingeniører. Ansatte må kunne automasjon, kontroll og maskinlæringsmodellene. Mer spesialisering og operatører med mer teknologisk og teknisk kompetanse. Akkurat nå jobber vi med å koble de som jobber utenfor anlegget med melken og råvarene, med våre systemer for å kunne se dataene som er rundt produktet og ikke bare det som skjer på anlegget. Vi må finne ut av vi ønsker råvarene våre skal bestå av, hva slags kvalitet vi ønsker og hvor mye vi trenger. Hvis vi klarer å finne ut det, må systemene kunne snakke sammen og kunne måle og analysere råstoffet godt nok så vi får det vi er ute etter. Systemet vår vil nok aldri kunne endre og skifte på råvarene vi får, vi er avhengig av produsentene og vi kan ikke bryte naturlovene.

### **Hvor lang tid tror du det vil ta før man ser helautomatiserte prosesser i gang på produksjonslinjene?**

**Informant 3:** Jeg tror det vil skje relativt fort. Det var for 22 år siden femten mann som jobba med det arbeidet i ysteriet som en gjør i dag. Jeg tror ikke det er noe problem å automatisere en ysteprosess på Jæren, men jeg tror at andre meierier med andre utgangspunkt og infrastruktur tror jeg det er mye vanskeligere. Da må de nok gjøre drastiske endringer og tiltak for å kunne gjennomføre. Men rent teknisk tror jeg ikke det er en stor utfordring. Det er klart du kan bygge inn systemene for å helautomatisere, men det vil bare kreve mye mer arbeid og kartlegging for å få alt til å fungere. Datatilgangen og automatiseringen til Jæren er så mye lengre frem enn mange av de andre meieriene at det vil være to forskjellige verdener å skulle fullautomatisere de samtidig.

### **Tine er tidlig ute både med nye teknologier, men også utforskningen av Industri 4.0. Hva skal produksjonsbedrifter gjøre nå for å holde seg konkurransedyktige under introduksjonen av nye teknologier, og hva gjør dere?**

**Informant 3:** Tine er tidlig ute med ny teknologi, men det er spesielt Tine Jæren som er tidligst ute. Når det kommer til kunstig intelligens var vi relativt tidlig ute, men vi hadde ikke noe ambisjon om å kjøre prosessene våre gjennom dette, men på sikt. Du må begynne et sted, og når vi jobber med det kan vi modne det i eget hus. Det er klart at hvis du ønsker kjappe

resultater tidlig, så kan det være lurt å vente til noen andre har utviklet teknologien først, også følge etter. Når vi begynte med disse prosjektene møtte vi veldig mye motstand i begynnelsen, ikke fra våre ansatte men fra ledelsen i Tine. De ville det skulle bli gjort etter boka, men vi hørte ikke helt etter. Det kan hende du brenner en del ressurser i starten av et slikt prosjekt, men siden vi ikke brukte kunnskap utenfra som konsulentselskaper, sparte vi en del penger som kom oss til gode senere. Vi spurte egentlig aldri om lov fra organisasjonen før vi startet noen av disse prosjektene, siden vi hadde miljø og kunnskap til det. Både informant 1 som dere snakket med og flere andre hadde kompetansen vi trengte, og da tenkte vi at vi bare skulle kjøre på. Tine skulle kanskje helst være de som kom med disse nye tankene og prosjektene, og derfor var det en del motstand i begynnelsen hvor vi så at det var mange som ikke likte det vi drev med. Men etterhvert fikk vi resultater å vise til, som ikke ga de annet valg enn å godta det vi drev med. I starten måtte vi bare holde kjeft og håpe vi ikke ble oppdaget. Det skjedde mye i skyggen i starten, og jeg tror ikke det hadde blitt godkjent om vi hadde lagt det frem for ledelsen av Tine organisasjonen.

**Oppfølgingsspørsmål:** Du var inne på det, men hvordan tror det er best å implementere disse nye teknologiene for ansatte for at alt skal gå optimalt?

**Informant 3:** Jeg vet ikke om vi har gjort det riktig, men det var noe jeg tenkte på en del som leder. Hvis du går ut med de store tankene med en gang, kan ansatte oppfatte deg litt fremmed siden det er så langt fra der du er i dag. Samtidig ønsker du også å visualisere litt hvor skal vi og hvorfor gjør vi dette. Vi har hatt seminar hvor vi prøvde å fremstille planen enkelt og konkret, samtidig som vi aldri gikk ut med de store planene og ti års visjonen. Fordi det ikke må oppleves for fjernt, og det er en balansegang.

**På hjemmesidene til Tine står det at man har ambisjoner om nullutslipp og at man innen 2025 ønsker å bruke energi og drivstoff basert på fornybare råvarer. Transport står jo for mesteparten av Tines utslipp pdd. Om man ser hovedsakelig på produksjonen som skjer på huset, hvordan kan man klare å redusere utslippene her, og hvordan kan eventuelt Industri 4.0 bidra til dette?**

**Informant 3:** Jeg tenker den beste måte å redusere utslippene er å få ut mest mulig produkt ut av hver kilo råstoff eller melk som blir tatt inn. For det vil da redusere transportbehov og produksjonsbehov. Så hvis vi kan produsere mer mat ut av de samme ressursene, tror jeg det

er det beste bærekraft tiltaket vi kan gjøre for å redusere utslippet fra Tine Jæren anlegget. For å oppnå dette må diverse prosesser effektiviseres, og igjen går vi tilbake til at vi må forstå råvarene vi vil ha og hvordan dette skal behandles på best mulig måte.

### **Hva tror du nedetiden i produksjonen på TM Jæren skyldes?**

**Informant 3:** I et sånt anlegg som Jæren er det som regel en teknisk detalj som varierer, også spørres det hvor fort dette oppdages og om vi har kompetansen til å handtere det der og da. Gjør du det feil eskalerer problemet, og hvis du gjør det riktig kan det hende det ikke blir så store konsekvenser ut av det. Det største utfordringen er å robustgjøre et såpass automatisert anlegg godt nok, sånn at sånne tekniske feil ikke oppstår. Da vil den meste av nedetiden bli fjernet.

**Nedetid er jo et stort problem for produksjonsbedrifter og er kilden til mye av problemene. Spesielt i matproduksjon er jo dette viktig. Hva er konsekvensene av nedetid i produksjonen på din avdeling?**

**Gikk videre til neste.**

**Hvordan tror du nye teknologier og «smartere» og mer automatiserte systemer kan bidra til å løse noen av problemene (nedetid, effektivitet, osv)?**

**Hoppa over?**

**Framtidsutsiktene virker jo veldig lovende, og teknologi bidrar enormt til å effektivisere og overvåke produksjon. Hvilke utfordringer ser du knyttet til nye teknologier (kunstig intelligens, maskinlæring, IIOT, stordata, etc)?**

**Informant 3:** Jeg tror konsekvensene av avvik blir enda større, hvis maskinene ikke funker er det ofte ikke noe backup. Det er veldig vanskelig for en operatør på Jæren å ta over ystingen hvis en maskin ikke funker. Da står du der å klør det i hodet og lurer på hva du skal

gjøre. Jo mer avansert og automatisert maskinene er jo vanskeligere er det å overta hvis noe går galt. Datasikkerhet er et annet punkt som blir en utfordring. Jo mer vi legger over på maskiner jo lettere blir det å få tak i, både av oss og av andre som vil ha det, gjennom for eksempel hacking. Du kan også havne veldig i lomma på leverandørene du bruker, fordi hvis du bare bruker for eksempel microsoft vil du bli veldig avhengig av deres systemer, og da gir du veldig mye forhandler makt til det selskapet. Siden det blir altfor omstendelig å bytte jo lengre du bruker det og jo mer avansert det er.