

UiO : **Centre for Entrepreneurship**
University of Oslo

Innføring av CNC- og robot-teknologi
- teknologiledelse i små og mellomstore bedrifter

MSc in Innovation and Entrepreneurship

Kjerstin Røhr Skjærvik
16.05.14



HØGSKOLEN
I BERGEN

BERGEN UNIVERSITY COLLEGE

Referanseside med sammendrag og bibliografiske opplysninger

Oppgavens tittel: Innføring av CNC- og robotteknologi – Teknologiledelse i små og mellomstore bedrifter	Lvert dato: 16.05.14
Forfatter: Kjerstin Røhr Skjærvik	
Mastergrad: MSc. i Innovasjon og Entreprenørskap (2 år)	Antall sider u/vedlegg: 105
Merknader:	Antall sider m/vedlegg: 111
Studieobjekt:	
Metodevalg: Tre casestudier, kvalitativ metode	

Sammendrag (max 200 ord):

I denne oppgaven har jeg studert hvordan ulike sider ved teknologiledelse blir påvirket ved innføring av CNC- og robot-teknologi i produksjon. Jeg har valgt å studere tre små og mellomstore bedrifter på Osterøy som alle driver med maskinering og har satset stort på CNC- og robot-teknologi. I denne undersøkelsen har jeg valgt å fokusere på temaene teknologi, kompetanse, organisasjon og økonomisk og sosial bærekraft. Resultatene viser at ny teknologi er mer kostbart og tidskrevende enn ansatte og ledere antok på forhånd. Det kommer frem at tillit har stor betydning ved desentralisert kompetansefordeling, og at det er komplekse koblinger mellom teknologi og organisasjon. Det viser seg også at det er en samvariasjon mellom den nye teknologien og økonomisk bærekraft, og at den gir sosial bærekraft hos de valgte bedriftene.

Stikkord for bibliotek: CNC, robot, teknologi, organisering, struktur, kompetanseutvikling, arbeidsplasser, teknologiledelse,

Forord

Denne masteroppgaven er et arbeid som symboliserer slutten på mine studier. Temaet for oppgaven er bevisst valgt for å binde sammen min bachelorgrad i produksjonsteknikk og min mastergrad i Innovasjon, entreprenørskap og teknologiledelse.

Jeg ønsker å takke min veileder Tom Skauge for veldig god hjelp med denne masteroppgaven. Han har gitt meg mange gode råd og ikke minst motivasjon gjennom hele arbeidsprosessen. Jeg vil også rette en stor takk til ledere og ansatte i Tysse Mek, LOBAS og Mjøs Metall for deres deltakelse i undersøkelsen.

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	1
2	TEORI	4
2.1	TEKNOLOGI	4
2.1.1	<i>Computer Numerical Control (CNC)</i>	5
2.1.2	<i>Roboter</i>	6
2.1.3	<i>Produksjonssystemer</i>	7
2.1.4	<i>Oppsummering - Hypotese 1</i>	10
2.2	KOMPETANSE	11
2.2.1	<i>Utfordringer knyttet til hierarki, kompetanse og tillit</i>	14
2.2.2	<i>Oppsummering – Hypotese 2</i>	15
2.3	ORGANISASJON	15
2.3.1	<i>Ulike typer endring</i>	16
2.3.2	<i>Implementering</i>	18
2.3.3	<i>Oppsummering – Hypotese 3</i>	20
2.4	ØKONOMISK OG SOSIAL BÆREKRAFT	20
2.4.1	<i>Økonomisk bærekraft - overskudd</i>	21
2.4.2	<i>Sosial bærekraft - arbeidsplasser</i>	22
2.4.3	<i>Oppsummering – Hypotese 4</i>	23
3	METODE	24
3.1	FORARBEID	25
3.2	INTERVJU	26
3.2.1	<i>Gjennomføring av intervju</i>	28
3.3	VERIFISERING OG FALSIFISERING	30
3.4	RELIABILITET OG VALIDITET	31
4	INDUSTRI	33
4.1	UTVIKLING I GLOBAL INDUSTRI	33
4.2	AVANSERT PRODUKSJONSTEKNOLOGI I EUROPA	34
4.3	CNC-KLYNGEN I HORDALAND OG ØSTERØY INDUSTRILAG	35
4.4	TYSSE MEK VERKSTAD AS	38
4.5	LONEVÅG BESLAGFABRIKK AS - LOBAS	38
4.6	MJØS METALLVAREFABRIKK AS	39
5	ANALYSE	40
5.1	TEKNOLOGI	40
5.1.1	<i>Tysse Mek</i>	40
5.1.2	<i>LOBAS</i>	44
5.1.3	<i>Mjøse Metall</i>	48
5.1.4	<i>Oppsummering og konklusjon</i>	52
5.2	KOMPETANSE	54
5.2.1	<i>Tysse</i>	54
5.2.2	<i>LOBAS</i>	58
5.2.3	<i>Mjøse Metall</i>	62
5.2.4	<i>Oppsummering og konklusjon</i>	65
5.3	ORGANISASJON	66

5.3.1	Tysse.....	66
5.3.2	LOBAS.....	71
5.3.3	Mjøs Metall.....	75
5.3.4	Konklusjon.....	82
5.4	ØKONOMISK OG SOSIAL BÆREKRAFT.....	83
5.4.1	Tysse.....	83
5.4.2	LOBAS.....	86
5.4.3	Mjøs Metall.....	89
5.4.4	Oppsummering og konklusjon.....	91
6	OPPSUMMERING OG KONKLUSJON.....	93
7	FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING.....	97
8	REFERANSER.....	98
9	VEDLEGG.....	101
9.1	KONTRAKT FOR INTERVJUDELTAELSE.....	102
9.2	INTERVJUGUIDE FOR ANSATTE.....	103
9.3	INTERVJUGUIDE FOR LEDELSE.....	105

Liste over figurer

FIGUR 1:	GRAF OVER ROBOT-FORDELING PER 10 000 ANSATTE I PRODUKSJON (MORTON 2014, s. 4).....	2
FIGUR 2:	ANALYSESKJEMA FOR FORDELING OG LOKALISERING AV KOMPETANSE.....	13
FIGUR 3:	MODELL FOR ULIKE ENDRINGSTYPER.....	18
FIGUR 4:	RESPONDENTER.....	30
FIGUR 5:	TIDSLINJE FOR TEKNOLOGIUTVIKLING HOS TYSSE MEK (TYSSEMEKANISKEVERKSTEDAS 2014).....	41
FIGUR 6:	TIDSLINJE FOR TEKNOLOGIUTVIKLING HOS LOBAS.....	44
FIGUR 7:	TIDSLINJE FOR TEKNOLOGIUTVIKLING HOS MJØS METALL.....	49
FIGUR 8:	FUNN OM TYSSE I ANALYSESKJEMA FOR FORDELING OG LOKALISERING AV KOMPETANSE.....	55
FIGUR 9:	FUNN OM LOBAS I ANALYSESKJEMA FOR FORDELING OG LOKALISERING AV KOMPETANSE.....	60
FIGUR 10:	FUNN OM MJØS METALL I ANALYSESKJEMA FOR FORDELING OG LOKALISERING AV KOMPETANSE.....	63
FIGUR 11:	FUNN OM TYSSE I MODELL FOR ULIKE ENDRINGSTYPER.....	70
FIGUR 12:	FUNN OM LOBAS I MODELL FOR ULIKE ENDRINGSTYPER.....	74
FIGUR 13:	FUNN OM MJØS METALL I MODELL FOR ULIKE ENDRINGSTYPER.....	81
FIGUR 14:	GRAFISK FREMSTILLING AV RESULTATREGNSKAP (PROFFORVALT 2014).....	86
FIGUR 15:	GRAFISK FREMSTILLING AV RESULTATREGNSKAP (PROFFORVALT 2014).....	88
FIGUR 16:	GRAFISK FREMSTILLING AV RESULTATREGNSKAP (PROFFORVALT 2014).....	90

1 Innledning

Norsk økonomi er i dag avhengig av oljeindustrien. Et dilemma vi derfor står overfor er hva som skjer når oljen tar slutt. Statsminister Erna Solberg uttrykte følgende i et møte på Stortinget 6. November 2013:

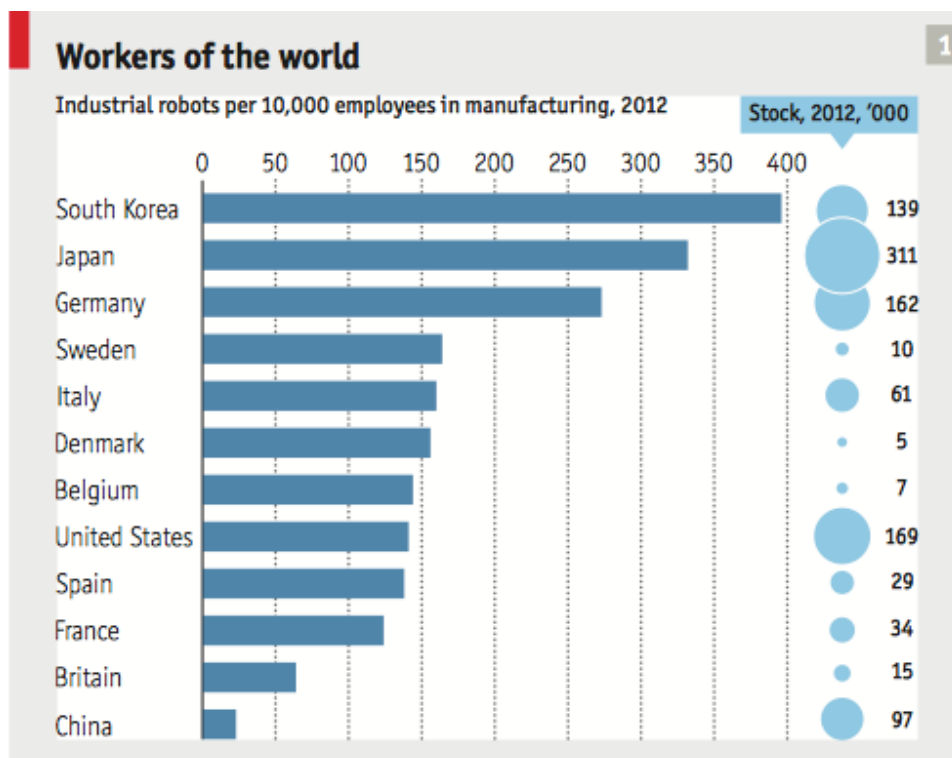
“Et av de grepene vi må tenke gjennom, er hvordan vi bygger flere næringer som skal bære oss etter oljealderen. Det betyr at vi er nødt til å se på andre områder enn bare de områdene som vi i dag ser som sterke områder.” (Fiskvik 2013)

Det er rimelig å tolke Erna Solberg slik at vi må satse på norsk industri som kan gi oss økonomisk bærekraft også når olje-ressursene er brukt opp. For å klare dette er det essensielt at norske bedrifter henger med i den teknologiske utviklingen som skjer i resten av verden. For å kunne produsere like raskt, med like god kvalitet og med samme presisjon er vi avhengige av at produsenter i Norge tar i bruk ny teknologi i sine produksjonslinjer, som blant annet CNC- og robot-teknologi.

Verden ble introdusert for roboter gjennom forfattere og filmskapere på 1900-tallet. Litteraturen og filmene representerer håp og frykt om ny teknologi og dens fremtid. I senere tid har roboter blitt flyttet fra fiksjon til virkelighet. Roboter kan i dag gjøre oppgaver som mennesker ikke ønsker eller har mulighet til å utføre selv, som å utforske planeter, håndtere eksplosiver eller daglige gjøremål som å støvsuge gulvet. (Morton 2014, s. 9-10)

Ny teknologi innen silisiumbrikker, digitale sensorer og bedre kommunikasjonsmuligheter forbedrer robotene, samtidig som forsknings- og utviklingsmulighetene blir bedre. For ti år siden var det nesten utenkelig å utvikle en robot med to armer og et enkelt brukergrensesnitt. Nå kan en slik robot, som Rethink Robotic's Baxter, kjøpes for 25 000 dollar. (Morton 2014, SM.ST) Den nye generasjonen av billige, effektive og brukervennlige industri-roboter har gjort det mulig for små og mellomstore bedrifter og ta i bruk den nye teknologien.

Sør-Korea var i 2012 ledende på antall roboter med nesten 400 roboter per 10.000 ansatte i produksjon. Like etter ligger Japan med nærmere 350 roboter per 10.000 ansatte. Spania, Frankrike og andre europeiske land har en betraktelig lavere andel roboter. Ut i fra tabellen nedenfor ser man et mønster i at land med stor produksjon av biler og elektronikk har flest roboter. Bilprodusenter bruker roboter aktivt i sin produksjon og de ble i 2012 antatt å ha 52% av alle robot-installasjoner i Amerika. (Morton 2014) Utviklingen av billigere og mer brukervennlige roboter har gjort at også Norge nå har tilgang på relativt billige industri-roboter. På denne måten kan små og mellomstore bedrifter ta i bruk robot-teknologi i sin produksjon. (Morton 2014, 4-5)



Figur 1: Graf over robot-fordeling per 10 000 ansatte i produksjon (Morton 2014, s. 4)

I Bergens-regionen har det vokst frem det en klynge av bedrifter som bruker CNC- og robot-teknologi aktivt i sin produksjon. Disse bedriftene har de siste 30 årene automatisert hele eller deler av produksjonen sin ved hjelp av CNC- og robot-teknologi. Hovedmålet for denne oppgaven er å finne ut hvordan automatiseringen har påvirket teknologiledelse i den enkelte bedrift. Hvilken kompetanseutvikling trengs det for å kunne drive den automatiserte produksjonen? Blir de gamle ansatte erstattet av nye

operatører med høyere kompetanse? Har organisasjonsstrukturen i bedriftene endret seg? Er den nye teknologien økonomisk og sosialt bærekraftig? Vil CNC- og robot-teknologi erstatte all menneskelig arbeidskraft?

Disse spørsmålene har jeg samlet i problemstillingen:

Hvordan påvirker innføring av CNC- og robot-teknologi teknologiledelse i små og mellomstore bedrifter?

Ved å studere tre små og mellomstore bedrifter på Osterøy, som alle driver med maskinering, vil jeg kartlegge hvilke endringer innføringen av CNC- og robot-teknologi har medført. Intervju med ledere og ansatte i de valgte bedriftene vil gi en oversikt over hvilke teknologiske endringer som har oppstått, hvilken kompetanseutvikling som har skjedd, hvordan organisasjonsstrukturen i hver enkelt bedrift har endret seg og om automatiseringen er økonomisk og sosialt bærekraftig.

I denne oppgaven vil jeg i kapittel 2 presentere ulike teorier om innføring av CNC- og robot-teknologi. Teoriene jeg legger frem er ordnet i de fire dimensjonene jeg ønsker å undersøke: I) Teknologi, II) kompetanse, III) organisasjon og IV) økonomisk og sosial bærekraft. I kapittel 3 vil jeg legge frem mitt metodevalg der jeg beskriver fordeler og ulemper ved min metode, samt hvordan jeg har gjennomført undersøkelsen og innhenting av data. I kapittel 4 legger jeg frem utviklingen i global og europeisk industri som industriell kontekst, og deretter utdype mer om CNC-klyngen i Hordaland, Osterøy Industrilag og de tre utvalgte bedriftene. Kapittel 5 er den største og viktigste delen av oppgaven min, og innebærer analyse av datamaterialet jeg har hentet inn. Her bruker jeg teoriene jeg har presentert i kapittel 2 som rammeverk for å analysere data-materialet. Analysen er delt inn i de fire samme dimensjonene som teori-kapittelet. Til slutt gjør jeg en oppsummering av mine funn og presenterer hvilke konklusjoner jeg kan trekke ut i fra min analyse. Til slutt kommer jeg med forslag til videre forskning.

2 Teori

I dette kapittelet vil jeg gjøre rede for tidligere litteratur å skape et rammeverk for min analyse rundt teknologiledelse. Teknologiledelse defineres ulikt av flere forskere, men jeg har valgt å ta utgangspunkt i Gottschalk (1995) sin definisjon:

”Teknologiledelse innebærer ledelse som ivaretar alle viktige sider ved en bedrifts eller etats forhold til teknologi, i en vid betydning av teknologi. Særlig viktig blir evnen til å utvikle strategier for innføring og bruk av denne teknologien” (Gottschalk 1995, s.9)

Teknologiledelse er blitt en viktig merkevare for lederutdanning av ingeniører i Norge. Som analytisk begrep eksisterer ingen dominerende. (Skauge 2011) To sentrale lærebøker har valgt å bruke begrepet «teknologiledelse» som metabegrep der kunnskapsinnholdet er organisasjon og ledelse, innovasjon og entreprenørskap, samt økonomi. (Torvatn 2012) (Sending, Kvålshaugen et al. 2013) Centindamar mfl. er blant de mange forfattere som har en bred forståelse av teknologiledelsesbegrepet. De mener «Technology Management» bredt må inkludere både teknologi, organisasjon og omgivelser. De er i mer avgrenset forstand opptatt av strategi, innovasjon og operasjoner for å endre og utnytte sin teknologiske basis. (Çetindamar, Cetindamar et al. 2010)

I denne undersøkelsen har jeg valgt å bruke teknologiledelse som et samlebegrep for teknologi, kompetanse, organisasjon og økonomisk og sosial bærekraft. Jeg har basert meg på teorier og begreper rundt disse fire dimensjonene for å undersøke endringene som oppstår ved innføring av CNC- og robot-teknologi.

2.1 Teknologi

Teknologi er kombinasjonen av ferdigheter, kunnskap, evner, teknikker, materialer, maskiner, datamaskiner, verktøy og annet utstyr som mennesker bruker for å konvertere eller endre råmaterialer, problemer, og nye ideer om til verdifulle produkter og tjenester. (Jones and Education 2010, s. 262)

Teknologi på organisasjonsnivå blir ofte definert ut i fra produksjonsprosessene bedriften bruker for å gjøre om råmateriale til ferdige produkter. (Jones and Education 2010, s. 263) Dette innebærer ulike produksjonsteknikker ved bruk av både manuelle og automatiserte mekaniske hjelpemidler. Ved bruk av nyere automatisert teknologi ønsker man å få kontroll over produksjonsprosessene og oppnå høyere kvalitet, effektivitet og fleksibilitet. Målet er at teknologien skal gi bedre resultater enn det manuelle maskiner kan. Denne oppgaven tar for seg produksjonsteknologi i form av CNC- og robot-teknologi.

I motsetning til teorier om avansert teknologisk utvikling tenker vi at det er operatørene av manuelle maskiner, kombinert med maskinens kapasitet og bruksområdet, som er avgjørende for gode produksjonsresultater. Operatører av manuelle maskiner skal i teorien ha full kontroll over maskinen og dens funksjoner, og kvaliteten på produktene er avhengige av denne maskinistens ferdigheter. Det er altså de menneskelige egenskapene til maskinisten som avgjør om produktets kvalitet er god eller dårlig. (Levary 1995)

Ved manuell kontroll må man fysisk endre innstillingene på maskinene for hver gang spesifikasjonene til et produkt endres. Arbeidet er meget tidskrevende og det trengs maskinister med høy kompetanse for å utføre disse endringene. Maskinene har med andre ord mye nedetid og vil ikke kunne produsere effektivt dersom endringene er hyppige. (Levary 1995)

2.1.1 Computer Numerical Control (CNC)

Idéen om numerisk kontroll (NC) er å kontrollere operasjonene til en maskin automatisk ved hjelp av nummer og symboler, istedenfor manuell styring ved hjelp av dreieskiver og knapper. Dette programmet utfører produksjonen ved å beskrive nøyaktig hvor verktøyet eller emnet skal befinne seg til en hver tid. (Levary 1995, s.211-212)

Computer Numerical Control (CNC) er utviklet for å (Levary 1995, s.211):

- Eliminere avhengigheten av kvalifiserte maskinister for å skape god kvalitet på produktene

- Eliminere avhengigheten av kvalifiserte maskinister for å gjøre endringer på maskininnstillingene.
- Oppnå høy nøyaktighet ved produksjon av komplekse produkter
- Minimere tiden som trengs for spesifikasjonsendringer, altså minimere nedetid
- Minimere produksjonstiden

Når en organisasjon vurderer å innføre CNC-maskiner er det viktig å være klar over fordeler og ulemper ved denne typen produksjon. Den største teknologiske fordelen ved CNC-produksjon er fleksibilitet. Software-kontroll av produksjonen kan øke fleksibiliteten betraktelig sammenlignet med manuell kontroll. Denne typen fleksibilitet trengs når(Levary 1995, s.219):

- Man ønsker å produsere mange ulike deler i samme maskin
- Design-endringer skjer hyppig
- Man forventer å produsere store mengder av samme produkt i fremtiden
- Uventede problemer kan oppstå

En annen stor fordel ved bruk av CNC-teknologi er økt effektivitet av produksjonen. Man minimerer nedetid fordi man oppnår raske endringer når et nytt produkt skal produseres, man har raskere utskiftning av verktøy, og det minimerer menneskelig involvering. (Levary 1995, s.219)

2.1.2 Roboter

Den første industrielle roboten, Unimate, ble utviklet i 1961, etter at Joseph Engleberg og George Devol grunnla selskapet Unimation. Det første gjennombruddet kom i 1964 da General Motors bestilte 66 Unimate-roboter. I 1998 var 720 000 roboter installert på verdensbasis, de fleste i Japan. (Åström 2004, s. 18)

Roboter brukes til en rekke oppgaver: sveising, fresing, maling, kverning, sammensetning og flytting av deler i eller mellom produksjonslinjer. Isaac Asimov foreslo tre lover for robot-bruk (Åström 2004, s. 18-19):

1. En robot skal ikke skade et menneske, eller gjennom interaksjon tillate at et menneske kommer til skade.
2. En robot må adlyde ordre gitt av menneske, med unntak av ordre som bryter med lov nummer 1.
3. En robot skal beskytte sin egen eksistens så lenge dette ikke bryter med lov nummer 1 eller lov nummer 2.

Design av roboter er en tverrfaglig oppgave som kombineres av mekanikk, elektronikk, datavitenskap, kunstig intelligens og kontroll. Kontrollproblemene hos industrielle roboter omfatter servo-problemer for å kunne kontrollere armer, bevegelse av et verktøy eller kraften som utøves av et verktøy. Andre problemer kan oppstå ved utvikling av sensorer og syn for å gi roboten tilbakemeldinger. (Åström 2004, s.20)

I produksjon eksisterer det en relasjon mellom teknologi og kompetanse. Denne relasjonen vil bli endret ved innføring av avansert teknologi ettersom teknologien overtar operasjoner som tidligere har vært utført manuelt av operatører. Ved manuelle arbeidsprosesser innehar operatører og andre ansatte noe man kaller ubestemt kunnskap. Dette er kunnskap som kommer av erfaring med maskiner og manuelt arbeid, og som man ikke kan lese seg til eller skrive ned. Denne kunnskapen tilegner man seg gjennom praksis og erfaring. I overgangen fra manuelle maskiner til ny teknologi kan dette være et problem ettersom prosessene ikke er bokstav- og tallfestet. Algoritmene som skal styre maskinene kan da være vanskelig å utforme. Man må utforme kodene som skal styre en robot eller CNC-maskin basert på en oversettelse av reaksjoner og arbeidsmønstre hos de ansatte, slik at den nye teknologien kan utføre de samme prosedyrene som tidligere. Den ubestemte kunnskapen blir oversatt til skriftlig bestemt kunnskap. Dette endrer balansen mellom ubestemt og bestemt kunnskap, der bestemt kunnskap blir viktigere enn før. (Eriksson-Zetterquist, Kalling et al. 2011, s.108-112)

2.1.3 Produksjonssystemer

Et marked i rask endring krever produksjonssystemer som gjør det mulig å integrere ny teknologi og nye funksjoner. Et slikt system må ha rask omstilling til nye produkter, raske kapasitetsjusteringer og muligheten til å integrere ny teknologi og produsere et økt antall varierte produkter i uforutsigbare mengder. (Mehrabi, Ulsoy et al. 2000, s. 403)

Mehrabi, Ulsoy et al. (2000) deler de vanligste produksjonssystemene i tre kategorier: *Masseproduksjon* der fokuset er å redusere produktkostnader, *Lean produksjon* som innebærer både kontinuerlig forbedring i produktkvalitet og minimering av kostnader, og *Fleksible produksjonssystemer* som gjør det mulig å produsere et variert utvalg av produkter i ett og samme system.

Ved bruk av masseproduksjon eller enhetsproduksjon til et bestemt formål kan man oppnå høy kapasitet, men begrenset fleksibilitet. Denne typen systemer er kostnadseffektive så lenge de kun produserer et fåtall produkter, og så lenge produksjonsvolumet er sammenfallende med etterspørselen. Problemet oppstår når markedet er i endring og tap forekommer fordi man ikke får utnyttet den fulle produksjonskapasiteten. *Fleksible systemer* er skapt for å takle slike utfordringer. Systemet er designet for å være fleksibelt og funksjonelt, selv på områder som kanskje ikke er nødvendige når man oppretter systemet. Filosofien er "å kjøpe i tilfelle man trenger det senere". Problemet med denne filosofien er at det ligger mye kapital i selve produksjonsutstyret og at en stor del av denne kapitalen ikke blir utnyttet. *Fleksible produksjonssystemer* er kostbart samtidig som det ofte har flere funksjoner enn nødvendig, det har utilstrekkelig programvare fordi det er dyrt å utvikle bruker-spesifiserte programmer, systemet er ikke pålitelig nok, og man kan risikere at systemet foreldes ettersom utstyr og programvare er faste elementer som ikke kan videreutvikles i takt med markedet. (Mehrabi, Ulsoy et al. 2000, s. 403-406)

For å løse disse problemene trenger man et produksjonssystem som reduserer ledetid for lansering av nye systemer, rask rekonfigurering av det eksisterende systemet, og rask oppgradering og integrasjon av nye teknologier og funksjoner i systemet. Et nyere system kalt *Rekonfigurerbare produksjonssystemer* vil kunne møte disse kravene. Systemet tillater produksjon av varierte produkter og det kan selv bytte mellom de verktøyene som er nødvendige for å produsere de ulike delene. Systemet er basert på grunnleggende moduler, både maskinvare og programvare, som kan reorganiseres raskt og pålitelig. Ettersom man kan utvikle systemet etter behov vil man unngå faren for foreldet utstyr. Systemet har åpne ender slik at man kontinuerlig kan forbedre prosessen ved å integrere ny teknologi og raskt rekonfigurere systemet for å tilpasse det

til nye produkter og endringer i kundekrav, fremfor å erstatte gammelt maskineri med nytt. (SM.ST)

Det unike med *Rekonfigurerbare systemer* er at kapasitet og fleksibilitet ikke er permanent. Systemet er designet ved bruk av rekonfigurerbar maskinvare og programvare slik at det kan endres over tid. Nøkkelfaktorene for et slikt system er følgende: (Mehrabi, Ulsoy et al. 2000, s. 406-407)

1. Alle komponenter er modulære
2. Mulighet for å integrere ny teknologi
3. Raske endringer mellom produksjon av gamle og nye produkter
4. Rask identifisering av problemer og årsak
5. Tilpasset kapasitet og fleksibilitet til gjeldende produktfamilie¹

En ulempe som kan oppstå ved innføring av ny teknologi er stivhengighet. *Stivhengighet* er et sentralt begrep ved innføring av avansert produksjonsteknologi. Begrepet er viktig for å forstå prosessen rundt utvikling av kapasitet og fleksibilitet i produksjon. Stivhengighet vil si at fremtidige valg avhenger av valg gjort i fortiden. Avansert produksjonsteknologi er kostbart og man må derfor ta hensyn til stivhengighet ved innkjøp av denne typen utstyr. Slike investeringer er relativt irreversible fordi utstyret er tilpasset den enkelte produksjonslinje og utgjør deler av en prosess der det vil oppstå komplikasjoner om et ledd blir fjernet. Investeringer i avansert produksjonsteknologi er derfor en strategisk forpliktelse som kan bli problematisk dersom bedriften befinner seg i usikre omgivelser. (Pandza, Polajnar et al. 2005, s 407)

Stivhengighet er også relatert til læringsmekanismer. Hva en bedrift kan planlegge rundt avansert produksjonsteknologi i fremtiden avhenger av hva bedriften har kunnet gjøre i fortiden. Alle investeringer i avansert produksjonsteknologi bør derfor oppfattes som en investering i kunnskapsaksjer som åpner for muligheter i fremtiden. (Pandza, Polajnar et al. 2005, s. 407)

¹ Produktfamilie: én eller flere produkttyper med lignende dimensjoner, geometriske trekk og toleranser, slik at de kan produseres med samme eller lignende utstyr.

2.1.4 Oppsummering - Hypotese 1

Tidligere studier viser at innføring av CNC- og robot-teknologi kan gjøre produksjonsprosessene mindre tidskrevende, man vil oppnå høyere kvalitet på produktene og man vil gjøre prosessene mindre avhengige av mennesker. På tross av alle disse fordelene er det viktig å huske de teknologiske ulempene som kan oppstå i form av stivhengighet eller feilprogrammering som kan føre til skade på både gjenstander og mennesker. I tillegg til fordelene og ulempene ved selve teknologien må man velge riktig produksjonssystem for å kunne utnytte automatiseringen på best mulig måte. Litteraturgjennomgangen viser at integrasjon, raske endringer og tilpasset kvalitet og fleksibilitet er tre sentrale elementer for vellykket produksjon. Beskrivelsen av rekonfigurerbare produksjonssystemet kan tilsi at en hver bedrift som anskaffer ny teknologi må ha et slikt system for å kunne implementere den nye teknologien i eksisterende produksjonslinjer.

Med dette som utgangspunkt tar jeg for meg følgende hypotese:

Hypotese 1: *Vellykket implementering av CNC- og robot-teknologi forutsetter et rekonfigurerbart produksjonssystem.*

2.2 Kompetanse

Kompetanse kan beskrives ved hjelp av begrepene ubestemt og bestemt kunnskap. *Ubestemt kunnskap* er den kunnskapen et individ opparbeider seg via erfaring. Denne kunnskapen kan ikke skrives ned fordi den er avhengig av sanser og reaksjoner fra det enkelte individet. *Bestemt kunnskap* er tall- og bokstavfestet slik at den kan videreformidles skriftlig eller muntlig. Balansen og relasjonen mellom de to typene kunnskap varierer ut i fra forholdene og produksjonsteknikkene i den enkelte bedrift. Et viktig spørsmål ved innføring av CNC- og robot-teknologi er hvor vidt den ubestemte kunnskapen som er opparbeidet av hver enkelt operatør er nyttig ved anvendelse av den nye teknologien, eller om den ubestemte kunnskapen forsvinner i overgangen fra manuelle til automatiserte maskiner.

Kvaliteten av arbeidsoppgavene til en operatør vil være avhengig av hvordan bedriften organiserer programmeringen av CNC-maskinene. En desentralisert metode, der operatører har ansvar for programmering, vil utvide kompetanse og ansvar for operatørene, mens en sentralisert metode vil redusere oppgavene til operatøren slik at den hovedsakelig består av å trykke på knapper og overvåke maskinene. (Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

I følge Burris (1998) kan automatisering være koblet til et behov for mer kompleks kunnskap, men det kan også føre til et behov for mindre kunnskap. Altså kan man trenge nye mer kompetente operatører, eller så er de eksisterende operatørene/maskinistene overkvalifiserte for de nye oppgavene.

I sine studier fant Burris (1998) ut at de ansatte vil ha bedre muligheter for å lære og utvikle seg der det er behov for mer kompleks kunnskap. I tillegg vil produksjon med avansert teknologi gi flere muligheter for å jobbe i team, og gjøre at de ansatte er har en sterkere tilhørighet til bedriften.

Empiriske studier indikerer likevel at disse trendene ikke alltid eksisterer. Man ser også at arbeidere med teknisk kompetanse ikke alltid foretrekker mer autonomi og ansvar. Et

flatere hierarki er altså ikke alltid et tegn på en organisasjon med mer sosial likhet. (Burris 1998, s.141-157)

Litteraturen viser at en bedrift kan ha både et sentralisert styre og et mer desentralisert og fleksibelt styre på samme tid. Altså har man to dimensjoner i samme bedrift; ett med trinnvis hierarki og ett med flatt hierarki. Man finner også situasjoner der det er behov for økt kompetanse og behov for lavere kompetanse på samme tid. (SM:ST)

Tidligere studier viser at det er vanskelig å trekke slutninger rundt dette temaet, men at det er visse trender som utpeker seg. Hovedtrekkene er at automatisering ved hjelp av avansert teknologi fører til et flatere hierarki og arbeidskraft med høyere kompetanse. (SM:ST)

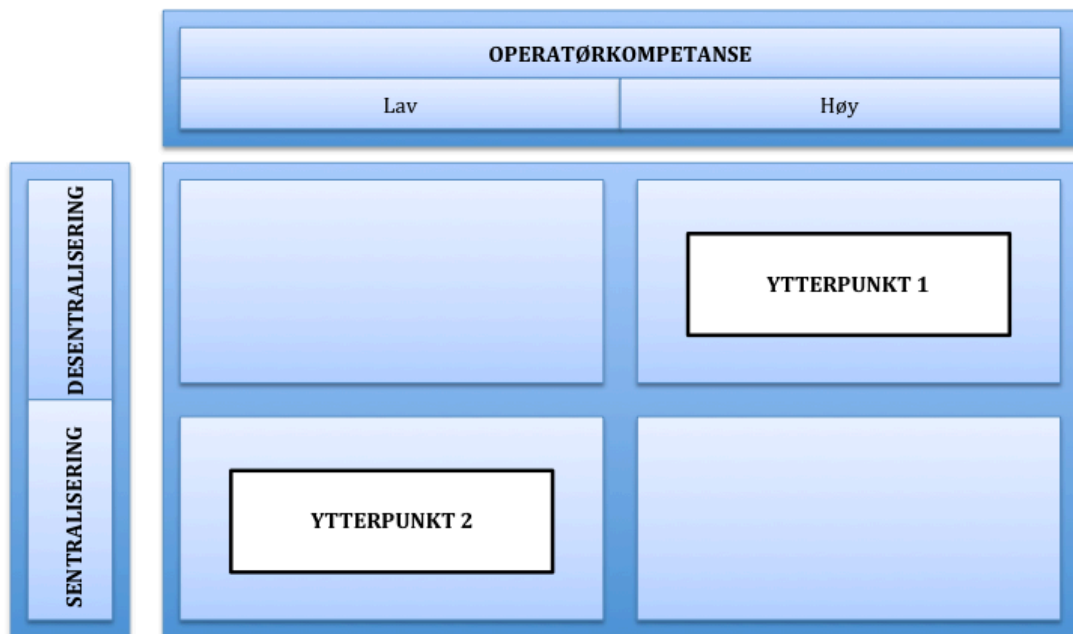
Ved innføring av CNC-produksjon er det behov for ansatte med bredere kompetanse som kan ta på seg de nye oppgavene assosiert med programmering og drift av CNC-maskinene. Dersom en maskin stopper må reparasjon skje så fort som mulig, slik at man unngår lang nedetid i produksjonen. For å klare dette må organisasjonen være fleksibel, noe som betyr at ansatte til en hver tid må fokusere på de områdene av produksjonen som behøver oppmerksomhet. (Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

For å kunne drive CNC-produksjon må man opprettholde flyten i produksjonslinjene. For å klare dette må de ansatte oppfylle krav som innebærer problemløsning, planlegging og organisering av oppgaver, samt forstå prosessene og den tekniske kommunikasjonen i produksjonen. CNC-maskinene vil minimere det manuelle arbeidet og gjøre den eksisterende kunnskapen om manuelle maskiner mindre verdifullt, samtidig som verdien av kunnskap om elektronikk og programmering vil øke drastisk. (SM:ST)

Litteraturgjennomgangen viser at det er to ytterpunkter for fordeling og lokalisering av kompetanse i en bedrift med CNC- og robot-produksjon. Det ene alternativet er å gi operatørene ansvaret for programmering, innstillinger og produksjon av enheter, noe som krever høy kompetanse. Operatørene vil da trenge kunnskap og fleksibilitet for å gjøre endringer i produksjon ettersom kundebehov og marked endrer seg, samt passe

på at alle programmer fungerer som de skal. Operatørene er i dette tilfellet kritiske for å ha en vellykket produksjonslinje. Det andre alternativet er å sentralisere kompetansen om CNC- og robot-teknologi slik at man har en service-gruppe som gjør all programmering og separate operatører som anvender maskinene på daglig basis. Service-gruppen består da av teknikere som gjør all programmering og alle endringer i produksjonen dersom problemer skulle oppstå, mens operatørene har enkle rutineoppgaver som krever lav kompetanse. (SM.ST)

De to ytterpunktene for fordeling og lokalisering av kompetanse kan beskrives ved følgende modell:



Figur 2: Analytisk skjema for fordeling og lokalisering av kompetanse

Selv om det tekniske aspektet ved innføring av CNC-produksjon er svært viktig, er det enda viktigere å ta hensyn til det menneskelige aspektet. Det er de ansatte som er den viktigste faktoren for å oppnå vellykket produksjon. Man må derfor ta hensyn til stillingsreduksjon, arbeidsmiljø, ledelse, fagforeninger, opplæring og samarbeid i organisasjonen. (Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

2.2.1 Utfordringer knyttet til hierarki, kompetanse og tillit

Jan O. Jacobsen har forsket på sammenhengen mellom autoritet knyttet til hierarki og autoritet knyttet til kompetanse. Jacobsen definerer autoritet som myndighet, altså at autoriteten ligger hos den overordnede i et hierarki. De undergitte adlyder da på grunn av en formell rolle som gir autoritet hos den foresatte. I hierarkiet knyttet til kompetanse kan det oppstå en annen form for autoritet. Denne autoriteten kalles kyndighet og oppstår når et individ har høy kompetanse innen et spesifikt fagfelt. (Jacobsen 1996, s.213)

I et studie av det norske forsvar har Jacobsen, gjennom offiserenes opplevelse, studert forholdet mellom autoritet knyttet til hierarki og autoritet knyttet til kompetanse ved å kartlegge utfordringer og dilemmaer i militærorganisasjonen.

”Det er en klar og sterk sammenheng mellom offiserenes tillit til sin nærmeste foresatte og i hvilken grad de opplever foresattes mindre kompetanse på spesielle felter som problematisk. Denne sammenhengen gjelder uavhengig av hvilken dimensjon ved tilliten til foresatte jeg har undersøkt, og noe uavhengig av hvilket området problemer oppleves på. Problemet ”får for mye å gjøre” skiller seg noe ut, ved at dette problemet oppleves noe mer uavhengig av tilliten til nærmeste foresatte. For de fire andre antatte problemområdene er funnene svært like – opplevelsen av problemer på disse variere sterkt sammen med den tillit offiseren har til sin nærmeste foresatte.” (Jacobsen 1996, s,317)

Resultatene viser at dersom de undergitte har stor tillit til sine foresatte, vil det ikke skape problemer om kompetansen i en organisasjon ikke faller sammen med den hierarkiske autoritetsstruktur. Ved tilfeller der tilliten mellom de to partene er lav vil det derimot kunne skape problemer. Tillit er altså en viktig betingelse for at sammenhengen mellom autoritet av kompetanse og autoritet av hierarki ikke skal skape et problem. (Jacobsen 1996, s.317-321)

”Under betingelsene av stor tillit syns det i liten grad å være problematisk for organisasjonen at økende spesialisering og differensiering av oppgaver gjør at sammenfallet mellom autoritet ut i fra hierarki i mindre grad faller sammen med

kompetansefordelingen i organisasjonen. Under betingelsene av mindre tillit oppleves imidlertid dette i langt større grad som problematisk.” (Jacobsen 1996, s.320)

Resultatene til Jacobsen(1996) viser at utfordringer knyttet til økt grad av kompetansedifferensiering i organisasjonen vil øke ettersom mer avansert teknologi innføres, men at dette ikke trenger å skape et problem forutsatt at man utfører tillitsskapende tiltak. Jacobsen påpeker likevel at resultatene ikke er entydige, men at veien å gå trolig ligger i å bryte ned de hierarkiske relasjonene til fordel for tillitsrelasjoner.

2.2.2 Oppsummering – Hypotese 2

Ved innføring av CNC- og robot-teknologi vil det oppstå et behov for ny kunnskap. Det er delte meninger om innføringen fører til mer ensformige og mindre krevende oppgaver for operatører, der ansatte med spesialkompetanse blir tilkalt i situasjoner der man er i behov for høyere kompetanse, eller om det fører til mer komplekse og fleksible arbeidsoppgaver der operatørene får mer autonomi og utvikling enn før. Forskningen heller likevel mot at innføringen vil føre til mer komplekse og fleksible arbeidsoppgaver og et behov for mer inngående kompetanse hos operatørene. Dette inspirerer meg til følgende hypotese:

Hypotese 2: *Innføring av CNC- og robot-teknologi vil føre til økt kompetanse og autonomi hos operatørene i organisasjonen.*

2.3 Organisasjon

I følge Joan Woodward vil valg av teknologi avgjøre hvilken organisasjonsstruktur den enkelte bedrift har. Woodwards forskning viser at dersom en bedrift opererer med én bestemt type teknologi, må den anvende én bestemt struktur for å være effektiv. Dette vil si at hvis en bedrift bruker masseproduksjonsteknologi så burde strukturen, for eksempel, være mekanistisk med seks hierarkinivåer, med et kontrollspenn fra 1 til 48, og andre lignende bestemte egenskaper for å kunne utnytte teknologien best mulig. Woodwards teori om at teknologi avgjør organisasjonsstruktur kalles *Det teknologiske imperativ*. Andre forskere mener at Woodwards utvalg av studieobjekter har overdrevet teknologiens betydning i forhold til strukturvalg og at hennes utvalg stort sett

inneholder små bedrifter, noe som kan ha gitt misvisende resultater. (Jones and Education 2010, s.272) Det er likevel grunn til å anta at det er en kobling selv om den ikke er en 1:1 kobling.

Det er grunn til å anta at anvendelsen av CNC-maskiner, små produksjonsvolumer og hyppige endringer i produksjonslinjene krever at ansatte må ha ny kunnskap og nye ansvarsområder. Organisasjonen bør også reorganisere ledelses- og kontroll-organer for å kunne svare raskt på de kontinuerlige endringene som skjer i produksjonen og på markedet. (Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

Tidligere forskning viser at det er viktig å involvere de ansatte i rammeverket rundt ny teknologi. Når et system er planlagt og installert til høye kostander, er det vanskelig og dyrt å gjøre endringer. Hvis bedriften ikke tar hensyn til de menneskelige faktorene i design- og planleggingsfasen kan det ha negative konsekvenser for operatørene, noe som kan være vanskelig å rette opp i. Disse menneskelige faktorene er minst like viktig som de tekniske faktorene fordi de avgjør den endelige suksessen av innføringen av den nye teknologien. Ledelsen, fagforeningene og teknikerne bør alle involveres og være klar over hvilke alternativer for organisering som eksisterer. (Abdul Ghani, Jayabalan et al. 2002, s.157-175)

2.3.1 Ulike typer endring

Endringer i en organisasjon kan foregå på flere områder. Det kan blant annet være endring i mål, strategier, strukturer eller maktforhold. Disse endringene kan være alt fra små justeringer til mer radikale endringer. Man kan studere endringer i tre dimensjoner. (Jacobsen and Thorsvik 2007, s.352-354)

Dimensjon 1: Revolusjon versus evolusjon

Den første dimensjonen beskriver hvor omfattende endringen er. Man skiller her mellom inkrementelle og strategiske endringer. Evolusjon representerer en naturlig utvikling over lang tid. Utviklingen skjer på grunnlag av flere små endringer, gjerne i ulike deler av organisasjonen. Hele organisasjonen vil ikke nødvendigvis være i endring på likt, men poenget er at de små endringene som skjer over lang tid kan summeres opp til en omfattende endring.

En strategisk endring innebærer en omfattende endring som skjer på forholdsvis kort tid. Dette innebærer vanligvis at organisasjonen endrer sine mål og strategier. Slike endringer kan være å starte produksjon av nye varer eller tjenester, eller å gå inn i et nytt marked. Den drastiske endringen blir sett på som en revolusjon.

Dimensjon 2: Reaktiv eller proaktiv

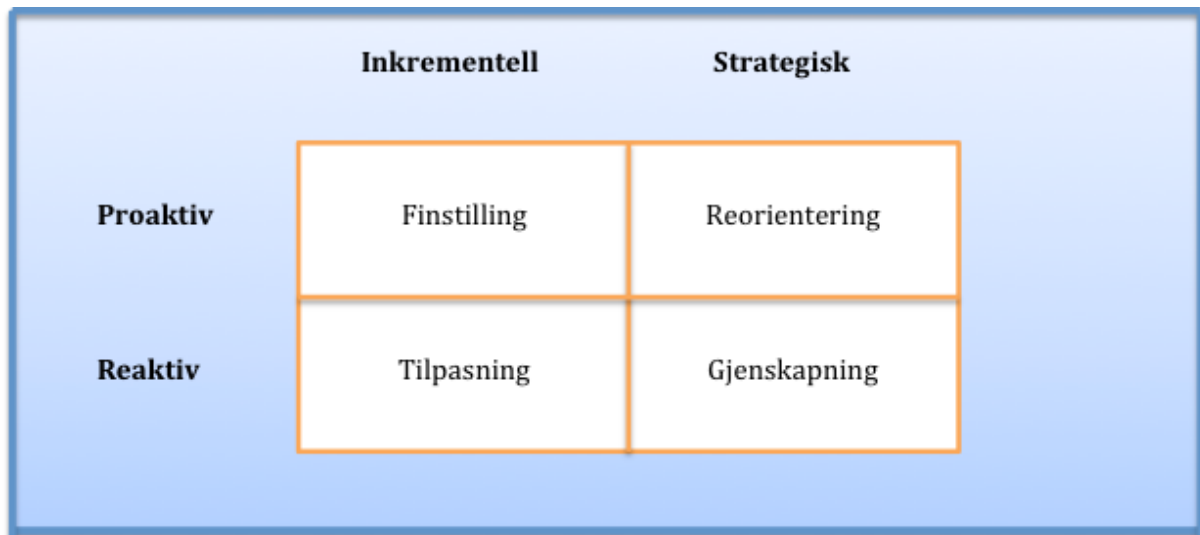
Den andre dimensjonen er om endringene som skjer er basert på forventninger organisasjonen har til fremtiden eller om de er basert på forhold som allerede har skjedd.

En proaktiv endring vil si at organisasjonen prøver å forutsi hva som kommer til å skje og gjør endringer for å være best mulig forberedt på fremtidige situasjoner. En reaktiv endring er en reaksjon på noe som skjer i omgivelsene eller internt i organisasjonen. Dette kan blant annet være en reaksjon på endringer i markedet eller nedgang eller oppgang i salgsvolum.

Finstilling vil si at man proaktivt går inn for å gjøre mindre tilpasninger i deler av organisasjonen. Dette kan være endringer i rutiner for å tilpasse seg det fremtidige markedet og på denne måten forbli konkurransedyktige. *Tilpasning* betyr små endringer som en reaksjon på hendelser i omgivelsene eller internt. Her gjør organisasjonen endringen etter hendelsen, ikke før.

Reorientering er store, proaktive endringer der organisasjonen går gjennom omfattende omstruktureringer, personellutskiftninger og lignende. *Gjenskapning* er store endringer som gjennomføres for at organisasjonen skal overleve. Dette gjøres blant annet når organisasjonen er midt i en stor krise.

De ulike formene for endring kan beskrives i følgende modell (Jacobsen and Thorsvik 2007, s 353):



Figur 3: Modell for ulike endringstyper

Dimensjon 3: Endringens innhold

Den tredje dimensjonen studerer om endringen er strukturell eller kulturell. Strukturendringer er endringer som er rettet mot arbeidsdeling, spesialisering, koordinering, styring og belønningssystemer. Her ligger fokuset på den formelle strukturen. Dersom endringene er mer rettet mot å endre personer, holdninger, meninger og oppfatninger kaller man det kulturendringer.

Det kan være vanskelig å skille mellom de to type endringene fordi kulturendringer ofte er en følge av en strukturendring og motsatt. Enkelte mener at endring i både kultur og struktur er nødvendig for å ha en vellykket endring. Spørsmålet er da: Hvilken endring bør komme først? Andre mener at dette avhenger av hvilken type endring man ønsker å oppnå og om endringen heller mest mot å være strukturell eller kulturell.

2.3.2 Implementering

Implementering av ny teknologi krever endringer i organisasjonsstrukturen. Det er vanlig å skille mellom to typer struktur: mekanisk og organisk. *Mekaniske strukturer* er designet for forutsigbare, ansvarlige handlinger. I en mekanisk struktur er styret sentralisert, ansatte nøye overvåket og informasjonsflyten går i en vertikal retning gjennom et tydelig definert hierarki. Rollene i organisasjonen er faste og tydelig beskrevet. *Organiske strukturer* fremmer fleksibilitet slik at organisasjonen raskt kan tilpasse seg endringer i omgivelsene. I en organisk struktur er styret desentralisert og spredt utover i hierarkiet. Rollene i organisasjonen er fleksible og de ansatte han

kontinuerlig utvikle nye kunnskaper. (Jones and Education 2010, s. 132)Bedrifter med organisk struktur skiller seg ut som mer suksessfulle enn de med mekanisk struktur når det gjelder bruk av avansert teknologi. En mekanisk struktur kan fungere dersom bedriften er lite proaktiv, men ved innføring av avansert teknologi i proaktive bedrifter vil en mekanisk struktur raskt bli organisk. (Abdul Ghani, Jayabalan et al. 2002, s.157-175)

Det er alltid vanskelig å implementere endringer og det er spesielt vanskelig for de bedrifter som er organisert for én spesiell teknologi. Denne tradisjonelle formen for organisering vil gradvis bli utdatert. De største fabrikkene har vært trege med å implementere ny teknologi, primært fordi de har hatt stor suksess med sine eksisterende mekaniske strukturer. Det viser seg at teknologendringer ikke har betydningsfull effekt på strukturen i organisasjoner som er mindre proaktive, men det har svært stor effekt på strukturen i de proaktive organisasjonene. (SM.ST)

Jeg har tidligere vist at det er to ytterpunkter i organisering av CNC-produksjonen. Den ene der operatørene er ansvarlige for alt som angår CNC-maskinene og den andre der man har separate service-grupper og operatører. Dersom man velger å bruke separate service-grupper og operatører vil det føre til stillinger som er mindre kognitivt krevende og mindre stimulerende. Dette kan føre til mistriivsel på arbeidsplassen of dermed ha negativ effekt på arbeidsmiljøet. (Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

Det er flere grunner til å organisere slik at operatørene er ansvarlige for alt som angår CNC-maskinene, altså programmering, vedlikehold, anvendelse og produksjon. Dette vil føre til bedre standarder og mindre risiko for nedetid, det eliminerer farer som kan oppstå når ufaglærte arbeidere håndterer de avanserte maskinene, og man oppnår bedre kontroll over hva som foregår i produksjonen til en hver tid. (SM.ST)

Dersom service-grupper og ledere fra høyere nivå i hierarkiet til tider må jobbe tett på operatørene vil man kunne få problemer med fagforeningen. Økt involvering i produksjon fra ledelsen vil redusere operatørenes rolle, noe som kan føre til svekket makt for fagforeningene. (SM.ST)

Arbeiderne vil forsikre egen jobbsikkerhet, men også karriereutvikling, opplæring og støtte i ulike jobbreasjoner. Muligheten for interessekonflikter er tilstede og det kan ha ugunstig effekt på suksessen for nye systemer og utstyr. Samarbeid mellom ansatte og ledelse er nødvendig for en vellykket implementering av ny teknologi. (SM.ST)

2.3.3 Oppsummering – Hypotese 3

Litteraturen indikerer at innføring av CNC- og robot-teknologi påvirker organisasjon. Hvordan endringene påvirker organisasjonen vil variere ut i fra om organisasjonen er proaktiv eller reaktivt, og mekanisk eller organisk. Forskning tyder på at det er de organiske bedriftene som har best resultater ved implementering av endringer, fordi de er mer fleksible og tilpasningsdyktige. Likevel kan en organisasjon med mekanisk struktur ha en vellykket implementering, med forutsetning om at den er mindre proaktiv. Proaktive organisasjoner vil raskt gå over til å være organiske ved implementering av store endringer, mens mindre proaktive organisasjoner ikke vil la seg påvirke av automatiseringen i betydelig grad. Et annet kjennetegn ved den organiske strukturen er et flatere hierarki enn den mekaniske strukturen.

På bakgrunn av disse argumentene vil jeg teste følgende hypotese:

Hypotese 3: *Innføring av CNC- og robot-teknologi vil føre til et flatere hierarki dersom organisasjonen er proaktiv.*

2.4 Økonomisk og sosial bærekraft

Den tredelte bunnlinjen er et begrep skapt av John Elkington for å beskrive ansvaret den enkelte bedrift har for økonomi, miljø og samfunn. Idéen bak den tredelte bunnlinjen er at suksessen til en bedrift ikke bare skal måles i økonomiske prestasjoner, men også i prestasjoner relatert til miljø og samfunn. (Norman and MacDonald 2004, s.243) Den økonomiske bunnlinjen er den klassiske som gjelder overskudd og å sikre profitt til eierne. I et utvidet perspektiv er det her vanlig å inkludere ansvar for å unngå korrupsjon, unngå ulovlig prissamarbeid og betale skatt til fellesskapet. Bunnlinjen for bærekraftig miljø er et premiss som sier at en virksomhet skal unngå miljøødeleggende utslipp. Premissene fra den samfunnsmessige, også kalt sosiale bunnlinjen, er

omfattende. De inkluderer ofte hensynet til de ansatte og skal bidra til sosial rettferdighet utenfor virksomheten selv. (Kosberg, Carson et al. 2014, s.32-33)

Ved innføring av CNC- og robot-teknologi i en bedrift er det viktig å ta hensyn til disse tre faktorene. Spesielt økonomi og tap av arbeidsplasser står sentralt i diskusjonen rundt lønnsomheten av denne typen avansert teknologi. Jeg vil i denne oppgaven kun diskutere økonomien på et overfladisk nivå for å se om det finnes en samvariasjon mellom innføring av CNC- og robot-teknologi og økonomisk bærekraft. Sosial bærekraft innebærer en rekke aspekter, men i denne oppgaven fokuserer jeg kun på sosial bærekraft i form av arbeidsplasser.

2.4.1 Økonomisk bærekraft - overskudd

I overgangen fra manuell produksjon til CNC-produksjon bør bedriftene gjøre kost-nytte analyser. CNC-utstyret er svært kostbart, det er derfor viktig at bedriften vurderer ulike scenarier som kan oppstå i fremtiden for å vurdere om anskaffelse av dette utstyret er lønnsomt. (Levary 1995, s.220)

Kostnader er en viktig faktor ved implementering av ny teknologi. Dette gjelder ikke bare kostnader ved anskaffelse av maskinene, men også investering i driftsmidler og opplæring som trengs for å utnytte teknologien. Kostandene som følger med implementeringen er svært viktig å ta hensyn til, spesielt for moderne avansert teknologi som krever reorganisering av eksisterende prosesser og produktlinjer. For å redusere kostnadene ved implementering hender det at produsentene av maskinene tilbyr gratis opplæring i bruk av maskinene og annen hjelp til potensielle kunder, samt redusert pris i startfasen av implementeringen. (Fagerberg, Mowery et al. 2006, s.473-474)

Ettersom de fleste kostnader ved implementering er faste vil bedriftens valg om å introdusere ny teknologi være påvirket av egen skala og markedet den befinner seg i. Investeringer blir gjort i usikre omgivelser, det er derfor naturlig at forholdet mellom økonomi og investeringsstrategier påvirker valgene rundt implementering av ny teknologi. (Fagerberg, Mowery et al. 2006, s.475)

2.4.2 Sosial bærekraft - arbeidsplasser

Ved innføring av CNC- og robot-teknologi i produksjonen vil maskiner erstatte mange jobber. Dette gjelder spesielt de enkle, ensformige og ofte krevende eller farlige jobbene. Oppgaver som spray-maling, løfting og sveising blir erstattet av maskiner. Det er derfor de ufaglærte ansatte som først og fremst påvirkes av innføringen. I tillegg vil middelaldrene og eldre ansatte ofte påvirkes på grunn av deres manglende evne til å tilpasse seg de nye omgivelsene. (Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

Det er en klassisk debatt om ny teknologi og arbeidsplasser. Et eksempel på dette er utvikling av ny teknologi for å produsere bomull, kalt Spinning Jenny. Denne nye teknologien erstattet den tradisjonelle spinnerokken, og dermed også arbeiderne som brukte den. Spinning Jenny ble utviklet i England på 1760-tallet og skapte en industriell revolusjon. Den nye teknologien ble ikke tatt i bruk i konkurrerende land, som India og Frankrike, fordi det ikke var økonomisk lønnsomt å gjennomføre i disse landene. Allen (2009) begrunner teknologiutviklingen med krav til økt kapital og et ønske om å redusere behovet for arbeidskraft. Lønningene i England var på denne tiden høyere enn i andre land, noe som resulterte i at teknologien hadde en høyere grad av lønnsomhet for engelske industrien. Utviklingen av Spinning Jenny var en lang prosess og mange arbeidere gjorde opprør mot revolusjonen. Flere Spinning Jennys ble ødelagt av dens motstandere fordi de fryktet for sine arbeidsplasser. (Allen 2009, s.903-906) Det er Spinning Jenny, og andre lignende oppfinnelser, som har ført til frykt for tap av arbeidsplasser ved innføring av ny teknologi.

Innføring av CNC og roboter i produksjon kan føre til tap av enkelte jobber, men det gir også mulighet for nye stillinger i en organisasjon. Det diskuteres hvor vidt automatisering av produksjon vil føre til nye stillinger innen produksjon, design, forskning, markedsføring og vedlikehold. Problemet er at disse stillingene er innen andre fagfelt enn de jobbene som går tapt ved innføringen. I tillegg er de ofte lokalisert andre steder, og det er langt færre av de nye stillingene enn av de tapte.(Gupta and Yakimchuk 1989, s.291-294)

2.4.3 Oppsummering – Hypotese 4

Litteraturen viser altså at økonomiske hensyn bør stå sentralt ved innføring av avansert teknologi. Innkjøp og implementering av CNC- og robot-teknologi kan være kostbart og det oppstår ofte uventede kostnader under iverksettingen av maskineriet. Kapittel 2.1 beskriver at automatiseringen vil føre til effektivisering og fleksibilitet, noe som kan tyde på at den enkelte bedrift kan oppnå bedre resultater ved innføring av ny avansert teknologi. Et sentralt spørsmål er derfor om de innføring av ny teknologi gir økonomisk bærekraftige resultater? Vil det være økonomisk lønnsomt å innføre CNC- og robot-teknologi i produksjon?

Litteraturen viser også at det er risiko for tap av jobber ved automatisering av produksjon, men at det også kan skape nye stillinger innen andre fagfelt i bedriften. Hva skjer dersom ansatte mister jobben som følge av automatiseringen? Klarer den enkelte bedrift å opprettholde antall arbeidsplasser og dermed gjøre innføringen sosialt bærekraftig?

På bakgrunn av disse spørsmålene vil jeg teste følgende hypotese:

Hypotese 4: Ny teknologi sikrer økonomisk og sosial bærekraft.

3 Metode

Et case studie er en empirisk undersøkelse som studerer et samtidfenomen i sin reelle kontekst. Kjennetegn ved denne typen studie er at det går i dybden og at grensene mellom fenomen og kontekst kan være utydelige. Et case studie baserer seg ofte på triangulering, der flere kilder peker mot det samme resultatet og tar utgangspunkt i tidligere forskning for å styre datainnsamlingen og analysen. På tross av alle fordelene ved et case studie unngår enkelte forskere å bruke denne metoden på grunn av visse svakheter. Noen mener at case studie mangler nøyaktighet fordi tidligere forskere som har anvendt metoden ikke har fulgt en systematisk prosedyre eller latt tvetydige resultater påvirke konklusjonen. Unøyaktige resultater ses på som mindre sannsynlig ved bruk av andre metoder. Dette er mest sannsynlig fordi andre metoder innehar mer nøyaktige prosedyrer, mens case studie har langt færre slike forklarende tekster. (Yin 2014, s. 15-20)

I dette studiet har jeg valgt å ta utgangspunkt i mekanisk industri på Osterøy. Flere av bedriftene på Osterøy har de siste 30 årene valgt å automatisere hele eller deler av sin produksjon. Målet med denne oppgaven er å finne ut hvordan denne automatiseringen påvirker teknologiledelse i en bedrift, med tanke på teknologi, kompetanse, organisasjon og økonomisk og sosial bærekraft. Jeg har derfor basert undersøkelsen på tre case studier der jeg har gått inn i tre ulike bedrifter for å kartlegge utviklingen og endringene som har oppstått som følge av automatiseringen av produksjonen i hver enkelt bedrift.

Komparativ metode vil si å studere den samme hendelsen eller prosessen i ulike omgivelser eller situasjoner. (Easterby-Smith, Thorpe et al. 2012, s.58) Denne formen for sammenligning har minst to hovedfunksjoner; den kan bidra til å dekonstruere det som i allmenn oppfatning blir sett på som en sammenheng eller felles gruppe, og den kan bidra til å samle det som i allmenn oppfatning blir sett på som oppdelt eller separert i flere praktiske grupper til én samlet gruppe. Det ideelle i et komparativt studie er å kombinere disse to hovedfunksjonene og dermed rettfærdiggjøre dekonstruksjon av en oppfatning og konstruksjon av en ny samlet gruppe oppfatninger. (Ragin and Becker 1992, s.169-171)

Jeg har valgt å gjøre et komparativt studie for å sammenligne endringsmønstrene til de tre bedriftene. Bedriftene jeg har valgt er Tysse Mek, Lonevåg Beslag (LOBAS) og Mjøs Metall. Utvalget er basert på lokasjon, størrelse og produksjon. Alle bedriftene ligger på Osterøy, de er små og mellomstore bedrifter, og de driver alle med maskinering. Bedriftene er ulike i form av at de produserer ulike produkter. Tysse Mek er en tilhengerprodusent som hovedsakelig driver med tynnplatebearbeiding. LOBAS produserer taksikringsutstyr, utstyr til takrenner og garasjeporter. Mjøs Metall utfører støping, maskinering og montasje.

Alle de tre bedriftene har gått fra manuelle til automatiske prosesser i store deler av sin produksjon og lagt mye ressurser i dette. Tidspunktet for iverksetting av denne teknologiutviklingen har vært noe ulikt hos de tre bedriftene. Mjøs Metall var først ute i 1981, Tysse fulgte etter i 1994 og LOBAS startet i 1999. Ved å velge bedrifter i samme industrimiljø med lignende størrelse og produksjonsmønstre gjør jeg det mulig å undersøke bedriftene både hver for seg og samtidig gjøre et komparativt studie. Dette vil bidra til et sterkere grunnlag for å trekke slutninger rundt de aktuelle hypotesene.

Ved bruk av kvalitativ analyse kan man hente inn data ved hjelp av direkte kommunikasjon med medlemmene i en organisasjon. Man kan da avdekke synspunkter, oppfatninger og meninger til individer eller grupper innad i organisasjonen. (Easterby-Smith, Thorpe et al. 2012, s. 126)

For å kunne besvare min problemstilling vil jeg derfor bruke dybdeintervju som hovedkilde. Dybdeintervju i de aktuelle bedriftene er avgjørende for å få inngående kunnskap om erfaringene de har med CNC- og robot-teknologi. Ved å velge kun tre bedrifter avgrenser jeg omfanget av oppgaven slik at arbeidsmengden ikke blir for stor, men samtidig tilstrekkelig til å besvare problemstillingen.

3.1 Forarbeid

Det var viktig for meg å komme raskest mulig til empirien og samtidig jobbe lenge nok med den. Jeg ønsket en prosess der jeg brukte intervju som hovedkilde, men fikk forhåndsinformasjon om bedriften via omvisninger og samtaler med de aktuelle

bedriftene. Jeg skaffet på denne måten bakgrunnskunnskap om hver enkelt bedrift som hjalp meg med å utforme en god intervjuguide og ga meg kunnskap til å stille de riktige oppfølgingsspørsmålene under intervjuene.

Høsten 2013 var jeg på Tysse Mek for omvisning og presentasjon av bedriften. Jeg fikk da et innblikk i deres prosesser og systemer. Dette bidro til et klarere syn på hva oppgaven min burde fokusere på og hva som kunne være interessante forskningsspørsmål. Jeg besøkte også LOBAS i starten av januar 2014 for å få en oppfatning av hvordan deres produksjon fungerte og hvilke forskjeller det var mellom LOBAS og Tysse Mek. I forbindelse med besøket hos LOBAS fikk jeg i tillegg omvisning på Osterøy VGS og Kompetansesenteret for CNC og robot. Dette ga meg et større perspektiv på kompetanseutviklingen som foregår i nærområdet, hva som mangler og hvordan bedriftene er involvert i denne utviklingen.

I slutten av januar 2014 besøkte jeg Tysse Mek, LOBAS og Mjøs Metall for samtaler om intervjuene jeg skulle gjennomføre. Dette førte til mer inngående informasjon om implementeringen av den nye teknologien og hvorfor de valgte å gjennomføre disse endringene. Mjøs Metall hadde dessverre ikke tid til en like lang samtale som de andre to bedriftene. Dette førte til et litt svakere informasjonsgrunnlag om akkurat denne bedriften, men de to andre ga meg likevel nok informasjon til å forstå mer om omfanget av implementeringen og hvilke faktorer som var mest sentrale for undersøkelsen. Dette åpnet for nye forskningsspørsmål og ga meg et godt grunnlag for å utforme en intervjuguide som ville kunne besvare det jeg ønsket å kartlegge.

3.2 Intervju

Ved gjennomføring av intervju er det svært viktig å ha et godt forberedt spørreskjema. Et semi-strukturert intervju har en planlagt strukturert spørreguide der spørsmålene er åpne, men der forskeren har forberedt oppfølgingsspørsmål. Intervjuet føres som en samtale slik at intervjuobjektet får mulighet til å fremstille sitt perspektiv på temaet. Det er likevel viktig å følge den planlagte strukturen, samt stille oppfølgingsspørsmål slik at man får svar på det man ønsker. (Lysgaard 1985, s.55)

Når man gjør et dybdeintervju må man altså jobbe på to ulike nivåer: (Easterby-Smith, Thorpe et al. 2012, s.127-133)

- Tilfredsstill kravene sine
- Stille vennlige/ikke-truende spørsmål

Det er viktig at man er så nøytral som mulig under intervjuet og stiller spørsmålene på en upartisk måte. Dette kan ofte være vanskelig dersom man har kjennskap til bedriften og teknologien fra før, men det er avgjørende for ikke å lede intervjuobjektet til å gi andre svar enn de ville gjort ellers. (Yin 2014, s.110-113)

I tillegg til å unngå projisering av egne meninger er det andre ferdigheter som er sentrale ved gjennomføring av intervju. Man må vise empati med respondentene slik at man oppnår tillit. Svarene fra objektet vil da bli mer genuine. Det er også viktig at man er tydelig i kontrakten rundt intervjuet slik at objektet offisielt godtar bruk av informasjonen han/hun utgir. I tillegg til tillit bør man skape et sosialt samspill. Man bør bruke passende språk slik at man er sikker på at objektet forstår hvert enkelt spørsmål og man bør være i omgivelser der begge parter føler seg komfortable. (Easterby-Smith, Thorpe et al. 2012, s.127-133)

Det er essensielt at man har evnen til å gjenkjenne hva som er relevant av det som blir sagt, og at man klarer å gjengi dette i rapporten uten å endre materialet. Ved opptak av intervju er det svært viktig at man ber om tillatelse fra intervjuobjektet, og at man er sikker på at vedkommende kjenner seg komfortabel med å bli tatt opp. Man bør også ha en systematisk plan for hvordan man skal transkribere og lytte til opptaket etter intervjuet ettersom dette er meget tids- og ressurskrevende. For god gjennomføring bør man i tillegg prøve ut utstyret på forhånd slik at man vet hvordan det fungerer. På denne måten unngår man at utstyret blir en distraksjon for intervjuobjektet. Selv om man tar opptak er det veldig viktig at man følger med på hva objektet sier slik at man kan tolke kroppsspråk og andre signaler objektet sender ut under intervju. (SM.ST)

I denne undersøkelsen er det gjennomført totalt seks semi-strukturerte dybdeintervjuer. Det er utført to intervjuer i hver bedrift der det første intervjuet er med

ledelsen, og det siste med ansatte som er direkte involvert i produksjonen. Dette er gjort for å få to perspektiver i bedriften, noe som gir bedre forståelse av endringene som har oppstått og dagens situasjon. Jeg har valgt å separere ledelse og ansatte for å unngå eventuell påvirkning de kan ha på hverandres svar. For å være sikker på at jeg får med meg vesentlig informasjon fra intervjuene har jeg valgt å gjøre lydopptak under utførelsen. Jeg utførte deretter en systematisk transkribering der jeg sortere informasjonen i kategorier slik at jeg enklere kunne analysere den i ettertid. Før gjennomføring av intervjuene utarbeidet jeg en kontrakt for godkjenning av bruk av data jeg skulle hente ut fra intervjuet. Skjemaet "Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt"² inneholder en oversikt over bakgrunn og formål med prosjektet, hva som vil skje med informasjonen intervjuobjektet oppgir og tidsperiode for prosjektet. I tillegg kan intervjuobjektet selv krysse av på om han eller hun ønsker å anonymiseres i undersøkelsen. Jeg sendte ut kontrakten i forkant av intervjuet for å være sikker på at alle deltakere hadde god tid til å lese over skrivet før de signerte. På denne måten forsikrer jeg meg om at intervjuobjektene er klar over hva de deltar i og at jeg respekterer deres personvern.

3.2.1 Gjennomføring av intervju

Ved gjennomføring av intervjuene valgte jeg å fordele de tre bedriftene på tre ulike dager. Dette gjorde jeg for å starte hver dag med "blanke ark" slik at jeg skulle klare å opprettholde konsentrasjonen for hvert av intervjuene.

Et individuelt intervju vil si at man intervjuer ett objekt av gangen. Intervjuobjektet vil da få muligheten til å respondere fritt uten påvirkning av andre og uten frykt for negative konsekvenser av svarene han/hun gir. Et fokusgruppeintervju er å intervjuer en liten gruppe mennesker samtidig slik at man kan skape en dynamikk mellom intervjuobjektene, med ønske om at de skal utfylle hverandres svar. (Yin 2014, s.110-113)

I et fokusgruppeintervju skal intervjueren opptre som en ordstyrer der vedkommende fasiliteter en situasjon der samtlige respondenter deltar i en felles samtale, fremfor å utføre flere individuelle intervjuer på likt. Dette vil bidra til at alle parter kan ytre sine

² Se vedlegg: 9.1 Kontrakt for intervjudeltakelse

synspunkter og komme med tilbakemeldinger og kommentarer på utsagn fra andre deltakere i gruppen. Ulempene i en slik setting er at det kan oppstå en sosialt press der enkelte ikke ønsker å dele sine synspunkter. (Easterby-Smith, Thorpe et al. 2012, s. 133)

Jeg gjennomførte to intervjuer hos hver bedrift. Planen var å gjøre ett intervju med ledelsen og ett fokusgruppeintervju med to operatører, én som har jobbet der lenge og én nyere operatør. Grunnen til at jeg planla å gjøre fokusgruppeintervju med operatørene var for å få et før og etter perspektiv av innføringen. Jeg ønsket en eldre operatør som kunne fortelle hvordan hans eller hennes arbeidsdag hadde forandret seg som følge av implementeringen, og en ny operatør som kunne gi et bilde av hvordan organisasjonen fungerer uten å ha noe å sammenligne det med.

Selv om det kan oppstå et sosialt press ved fokusgruppeintervju ser jeg på fordelene ved intervjuet som større enn ulempene. Ettersom deltakerne har samme stilling i bedriften, og dermed er på samme nivå i hierarkiet, anser jeg det som liten sannsynligheten for at den ene vil ha vanskeligheter med å ytre sine synspunkter med tanke på autoritetsforhold. I tillegg vil det være nyttig å observere forholdet mellom to ansatte i samme posisjon for å få et innblikk i arbeidsmiljøet i bedriften.

Hos Tysse ble ledelsesintervjuet et fokusintervju der tre ledere deltok. Tanken var opprinnelig å ha kun én leder på det første intervjuet, men det fungerte bra med tre ledere ettersom de tilhørte ulike områder av bedriften og derfor kunne utfylle hverandres svar. Intervjuet med operatørene ble med en teamleder, som tidligere var operatør, og en nyere operatør. Dette ga innsikt i utviklingsprosessen fra operatør til teamleder, organisasjonsendringene som har oppstått og dynamikken mellom operatør og teamleder.

Hos LOBAS valgte jeg å gjøre ledelsesintervjuet med kun én leder, slik som planlagt. Intervjuet med operatører ble derimot litt annerledes. Ut i fra organiseringen til LOBAS valgte jeg å intervjué én operatør og én ansatt med spesialkompetanse på roboter sammen. De to ansatte har altså forskjellige roller i bedriften, der den ene tilkalles dersom den andre ikke har nok kompetanse for å takle den gitte situasjonen. Dette skapte en god dynamikk der jeg fikk ulike svar ettersom de hadde ulike stillinger i

bedriften, noe som ga meg et bredere perspektiv på strukturen i bedriften. Ettersom deltakerne i fokusgruppen ikke har samme posisjon i bedriften kan man risikere at individet med høyere kompetanse, eventuelt med en posisjon som står høyere i hierarkiet, vil kunne påvirke svarene til den andre i gruppen. Jeg anser likevel ikke dette som et problem, men ser heller det positive i muligheten til å observere samspillet mellom de to ansatte.

Hos Mjøs Metall ble intervju-opplegget noe annerledes enn planlagt. Jeg intervjuet først én leder slik jeg ønsket, men ettersom bedriften har hatt en lengre og mer gradvis prosess fra manuelle til automatiserte maskiner har de ikke et like skarpt før og etter perspektiv som de andre bedriftene. Det ble derfor vanskelig å finne en operatør som var der før innføringen av maskinene. Resultatet ble at jeg intervjuet en operatør som er relativt ung, men som har varierte oppgaver i bedriften. Selv om jeg da får et litt annet utgangspunkt enn hos de andre bedriftene, mener jeg at informasjonen jeg hentet inn er utfyllende nok til å besvare problemstillingen.

Følgende respondenter deltok i undersøkelsen:

Respondent	Bedrift	Stilling
A	Tysse	Daglig leder
B	Tysse	Fabrikkssjef
C	Tysse	Produksjonssjef
D	Tysse	Teamleder
E	Tysse	Operatør
F	LOBAS	Daglig leder
G	LOBAS	Robot-spesialist
H	LOBAS	Operatør
I	Mjøs Metall	Daglig leder
J	Mjøs Metall	Operatør

Figur 4: Respondenter

3.3 Verifisering og falsifisering

Det var Karl Popper som definerte en distinkt forskjell mellom verifisering og falsifisering. Falsifisering vil si å motbevise en teori eller en hypotese, fremfor å verifisere dem ved å underbygge teorien eller hypotesen med nye studier. I et case studie er det mulig å verifisere, men problematisk fordi man ofte har for få analyseenheter når det er behov for en rekke studier som kan underbygge en gitt teori.

Falsifisering er enklere fordi det kun trengs ett eksempel for å motbevise at en teori kan generaliseres. (Easterby-Smith, Thorpe et al. 2012, s.67-68)

Jeg har valgt å undersøke om mine hypoteser lar seg falsifisere med utgangspunkt i mine tre case.

3.4 Reliabilitet og validitet

Reliabilitet beskriver hvor pålitelig datamaterialet er. Den generelle beskrivelsen av begrepet er graden av samsvar mellom ulike datainnsamlinger rundt samme fenomen basert på samme undersøkelsesopplegg. Reliabilitet kan beskrives ved begrepet stabilitet. (Grønmo 2004, s. 222-223)

Stabilitet er graden av samsvar mellom data om samme fenomen som er samlet inn ved hjelp av samme undersøkelsesopplegg på ulike tidspunkter, forutsatt av undersøkelsesobjektet er stabilt. (Grønmo 2004, s.222-223)

I denne undersøkelsen vil stabiliteten være usikker ettersom undersøkelsen omhandler utvikling og endringer i bedriftene. Dersom man utfører samme intervju med samme intervjuguide på et senere tidspunkt kan man derfor ende opp med et annet resultat enn det denne undersøkelsen gir. Dette kan være forårsaket av at intervjudeltakerne har endret stilling i bedriften eller i verste fall sluttet, eller at bedriften har endret store deler av sin organisering. Ettersom metoden er beskrevet i detalj vil det være mulig for andre forskere å undersøke stabiliteten til undersøkelsen.

Validiteten til en undersøkelse beskriver om datamaterialet er tilstrekkelig grunnlag for å trekke de konklusjonene man gjør. Man kan beskrive validiteten ved intern validitet og ekstern validitet (Yin 2014, s.47-48)

Intern validitet handler om å være sikker på at dataen man har samlet inn kan forklare konklusjonen man trekker, og at det ikke er en bakenforliggende faktor man har oversett som egentlig er den reelle årsaken til fenomenet. Det er derfor viktig at forskeren vurderer ulike scenarioer som ikke har kommet frem i datainnsamlingen. (Yin 2014, s. 47-48)

For å sikre intern validitet har jeg som nevnt tidligere brukt flere ulike kilder i datainnsamlingen min. Ved å gjøre observasjoner, ha samtaler og utføre intervjuer har jeg sett at de ulike kildene peker mot samme resultat. Dette tyder på at datainnsamlingen min er valid.

Ekstern validitet beskriver om man kan trekke slutninger som er generaliserende basert på resultatene til undersøkelsesopplegget. Tre case gir klare begrensinger for generalisering. Jeg vil drøfte disse begrensingene i mitt konkluderende kapittel.

4 Industri

I dette kapittelet vil jeg kort beskrive utviklingen i global og europeisk industri som industriell kontekst, og deretter utdype mer om CNC-klyngen i Hordaland, Osterøy Industrilag og de tre utvalgte bedriftene: Tysse Mek Verkstad AS, Lonevåg Beslagfabrikk AS (LOBAS) og Mjøs Metallvarefabrikk AS.

4.1 Utvikling i global industri

Frem til 1970-årene hadde vestlig industri en betydelig vekst som senere ble avløst av utflating og stagnasjon. Sysselsettingen gikk ned og arbeidsledigheten gikk opp. Som følge av denne nedgangen ble utviklingen i den norske industrien katastrofal. (Skorstad 1995, s.29-31)

I perioden 1970 til 1990 ble andelen sysselsatte i industrien redusert fra 24,5 % til 14,5 %. Denne negative utviklingen står i kontrast til japansk industri. Her var sysselsettingssandelen på 27,6 % i 1990. Japans utvikling fra 1960 til 1990 var unik, spesielt innenfor bilbransjen. Det tok dem kun 30 år å bli verdens største produsent av biler. Mange har forsøkt å forklare denne fremgangen og funnet ut at lønnsforskjeller kan være en av begrunnelsene. Lønnsforskjellen er likevel ikke nok for å forklare fenomenet, og man har kommet frem til at det må være knyttet til andre forhold. Det viser seg at selv ved bruk av identisk produksjonsutstyr så har Japan både billigere og bedre produkter enn resten av verden. Tilvirkningen skjer ved hjelp av færre ansatte, med færre og mindre lagre, og på mindre areal og kortere tid. Det er altså måten teknologien utnyttes på som er avgjørende. Det er både de teknologiske og sosiale prosessene rundt maskinene som utgjør forskjellene mellom Japansk industri og vestlig industri. Forskjellene angår måten utstyret organiseres på, hvem som gjør hva, hvilke kvalifikasjoner de ansatte må ha, hva slags læringsmuligheter arbeidet gir, hvordan tempoet er, om det gis rom for skjønn, hvorvidt samarbeid eller konflikter blir produsert og reproduisert, samt mulighetene for og nødvendigheten av å utøve kreativitet. (Skorstad 1995, s.29-31)

En produksjonsform omhandler ikke bare teknologien, men også de involverte aktørene, forholdet mellom dem, og deres kvalifikasjoner og egenskaper. Denne sammensetningen

gir en samlet kraft som kan være både positiv og negativ, og man må derfor være bevisst på valgene man tar rundt helheten av produksjonen. (Skorstad 1995, s.29-31)

4.2 Avansert produksjonsteknologi i Europa

Storbritannia har erfart tap av jobber som et resultat av implementering av avansert produksjonsteknologi. I tillegg til dette tapet skaper filosofien om fleksibelt arbeid problemer med britiske fagforeninger. Mange av fagforeningene er håndverksbaserte og mener at fleksible jobber er vanskelig å akseptere. Storbritannia har hatt en større grad av jobbtap enn resten av Europa, kanskje på grunn av manglende kunnskap om strategier for implementering av avansert teknologi og fleksibilitet i produksjonsindustrien. På tross av lite tap av jobber i Europa er jobbsikkerhet høyt prioritert hos de fleste europeiske fagforeningene.(Fagerberg, Mowery et al. 2006, s.473)

Anvendelse av avansert teknologi vil påvirke strukturen i en bedrift på både operasjonelt og administrativt nivå. Ny teknologi vil mest sannsynlig gi fordeler i form av økt produktivitet hvis organisasjonen tilpasser organisatoriske og menneskelige faktorer. Dersom strukturen i en bedriften forblir statisk på tross av et miljø i endring, kan det ha negative konsekvenser for implementeringen av avansert teknologi. (Abdul Ghani, Jayabalan et al. 2002, s. 158)

Det kan se ut som mange europeiske bedrifter bytter fra å ha et sentralisert programmerings- og ledelsesstyre til å ha mer programmeringsansvar på operatørnivå. En av grunnene til at dette skjer er høyere krav om fleksibilitet og tilpasning fra økonomi og marked. En annen forklaring er at fagforeningene ber om, og deltar i, konsultasjon ved bedrifter før avgjørelser tas rundt innføring av ny teknologi. (Gupta and Yakimchuk 1989, s. 295-296)

De ansatte har lovgitt rett til styreplass i den enkelte bedrift, rett på å få all informasjon som angår endringer, og rett til å legge frem foreningens syn på disse endringene. (Lovdata 1999) Mange fagforeninger har hatt avtalefestede rettigheter til å blokkere eventuelle forslag om ny teknologi som ikke møter deres krav. (Gupta and Yakimchuk 1989) Et eksempel på dette er det gamle yrket typograf. På 1980-90 tallet var det en

teknologisk utvikling som førte til en ny teknologi for trykking og truet dermed typografene. Avtalen for ansattes rettigheter hindret mange bedrifter i å ta i bruk denne teknologien fordi de ansatte hadde rett på arbeidsplass.

”Hvis det på 80- og 90-tallet tikket inn en melding fra Norsk Telegrambyrå i Aftenpostens datasystem, var det bare én ting å gjøre hvis den skulle på trykk. Meldingen måtte skrives ut på papir og deretter leveres videre slik at den kunne skrives inn i anlegget på nytt. Av en faglært typograf. Men var ikke saken allerede i datasystemet? Jo da. Men en avtale er en avtale. Dobbeltarbeid, vil noen hevde. Andre ser det kanskje slik: Aftenpostens typografer var sikret jobb og rettigheter få kunne drømme om.” (Gjernes and Nordahl 2001)

Fagforeningenes makt har i Europa ført til at flere operatører læres opp i for eksempel programmering for å kunne forbli i den stillingen de har. Resultatet er at flere europeiske bedrifter utvider de ansattes kunnskap fremfor å innsnevre den. (Gupta and Yakimchuk 1989, s. 295-296)

4.3 CNC-klyngen i Hordaland og Osterøy Industrilag

CNC-klyngen i Hordaland er et av de sterkeste miljøene innen CNC-maskinering i Norge. Bedriftene i denne klyngen bruker CNC-maskiner og roboter aktivt i sin produksjon. En del av bedriftene er også en del av den maritime klyngen og offshoreklyngen i Hordaland, men det er også flere andre aktører innenfor bransjer. Man kan med forsiktighet anta at det er 135 bedrifter i kommunene med distriktsstatus som benytter seg av CNC og/eller roboter i sin produksjon. Dette utgjør 3250 arbeidsplasser. (OsterøyNæringssamarbeid 2014)

Osterøy Industrilag er en del av CNC-klyngen i Hordaland, og består av en gruppe bedrifter på Osterøy. Bedriftene har i mange år samarbeidet aktivt for å utvikle bedre og bredere kompetanse på dette området. De har blant annet dannet et robotiseringsnettverk for å oppnå kompetansedeling og utvikling. Dette har resultert i et samarbeid med Hordaland fylkeskommune. Fylkeskommunen har nå en betydelig satsing på fagfeltet og etablerte i 2009 *Kompetansesenteret for CNC og robot ved Osterøy videregående skole*. (OsterøyNæringssamarbeid 2014)

Det er stor mangel på CNC- og robotoperatører i Hordaland. Det finnes kun utdanningsløp på videregående skole/fagbrev som gir noe kompetanse som CNC-operatør, men det finnes ingen høyere utdanning i form av bachelor- eller mastergrader som gir tilstrekkelig kompetanse innen fagfeltet. Enkelte bachelorgrader, som maskiningeniør og produksjonsteknikk, har emner der man får innføring i bruk av CNC-maskiner, men man får ingen inngående kunnskap på området. Det finnes heller ingen videregående opplæring/fagbrev innenfor robot-teknologi. Det nærmeste man kommer er Robotteknikk på Elektrofag ved Høgskolen i Bergen, der bachelor i automatiseringsteknikk tilbyr 10 studiepoeng som gir innføring i industriell robotikk og autonome roboter. Tilgangen på ingeniører med CNC og/eller robotkompetanse er altså svært begrenset, og regionen etterspør derfor mer etterutdanning og kurs i nærområdet. (OsterøyNærings samarbeid 2014)

Etter at *Kompetansesenteret for CNC og robot ved Osterøy videregående skole* ble etablert har opplæring i CNC og robot økt betraktelig. Erfarne ansatte fra flere av bedriftene på Osterøy er aktivt involvert for å bidra i opplæringen av elevene, og bedrifter i regionen har donert maskiner og utstyr til kompetansesenteret. Osterøy videregående skole er i dag ledende i Norge på grunnutdanning i datastyrt teknologi og robot. (Nordhordaland-magasinet 2012)

Osterøy Industrilag ønsker at opplæring innen produksjonsteknikk skal føre til følgende kunnskap: (Rådet for Kompetansesenteret for CNC og robot, OsterøyIndustrilag 2013)

- Velge, klargjøre og bruke CNC-maskiner, roboter og utstyr tilpasset produksjonsoppgaven
- Velge og bruke måleverktøy til arbeidsoppgaven
- Foreslå toleranser etter tegninger og standarder
- Programmere CNC-maskiner og roboter i tråd med tegningene og arbeidsoppgaven
- Simulere, feilsøke, justere og optimalisere programmer innen CNC og robot
- Spenne opp arbeidsstykket i tråd med prosedyrer og sikkerhetsrutiner
- Velge skjæreverktøy og skjæredata i samsvar med arbeidsoppgave
- Overvåke produksjon, tolke feilmeldinger og utføre feilretting

- Utføre målinger, vurdere måleresultater og justere programmer i tråd med krav på tegninger

Bedriftene ønsker også følgende opplæring innen kvalitet og dokumentasjon: (Rådet for Kompetansesenteret for CNC og robot, OsterøyIndustrilag 2013)

- Tolke og forklare tegningsgrunnlag
- Sikre CNC-programmer og robotprogrammer i tråd med prosedyrer
- Utføre dimensjons- og kvalitetskontroll på produkter i tråd med tegninger og dokumentere gjennomført arbeidsoppdrag
- Utføre arbeid i tråd med gjeldende kvalitetssystem og regelverk for helse, miljø og sikkerhet
- Utføre maskinvedlikehold på CNC-maskiner og roboter i tråd med prosedyrer
- Drøfte faglige løsninger og foreslå endringer

CNC og robot – næringsmiljøet i Hordaland fikk i mars 2014 videre støtte av Innovasjon Norge for å utvikle nye utdanningsmuligheter i regionen. Visjonen er : *“CNC og robot – næringsmiljøet i Hordaland er i et internasjonalt perspektiv en sterk klynge med gode arbeidsplasser og sterk konkurransekraft og basert på tett kobling med robuste utdanningsorganisasjoner med relevant utdanningsløp av høy kvalitet”*. (OsterøyNæringssamarbeid 2014, s.2) Høgskolen i Bergen har to ganger fått forprosjektmidler fra regionalt forskingsfond for Vestlandet for å studere CNC og robotteknologi på Osterøy.

Osterøy Industrilag består av følgende bedrifter(OsterøyIndustrilag 2013):

- | | |
|----------------------------------|----------------------------------|
| • Bergan Bygg AS | • Helgesen Tekniske Bygg AS |
| • Bergen Norddordland Rutelag AS | • Hjelle Tøsse Bakeri AS |
| • BIR Avfallsenergi A | • Hansen Industri Elektro AS |
| • Fjellskålnes Smed & Mek V. AS | • Hundhammer |
| • Frekhaugtrappa AS | • rørleggerforretning AS |
| • Gunnebo Anja Industrier AS | • Industrikonsulenten på Osterøy |
| • Hansen & Eknes AS | • Jakta Metall AS |
| • HBH Innredning 2012 AS | • Lerøy K. Metallindustri AS |

- Lerøy Fossen AS
- Lonevåg Beslagfabrikk AS
- L T Solberg Aktiv AS
- Mjøs Metallvarefabrikk AS
- Norlender Knitwear AS
- VestlandsHus Mjelde AS
- OPRO AS
- Osterøy Entreprenør AS
- Osterøy Transport AS
- Palle Karm og Kassefabrikken AS
- Rød Helge AS
- Skisma AS
- Solberg Jon AS Beslagfabrikk
- Solberg Mek Verksted AS
- Solberg Sagbruk DA
- System Trafikk AS
- Thunestvedt M AS
- Tysse Mek Verkstad AS

4.4 Tysse Mek Verkstad AS

Tysse Mek Verkstad AS ble grunnlagt av Bertin Kåre Tysse i 1964. Ved oppstart produserte bedriften stiger, flaggstenger og tørkestativ. Senere produserte de i mange år vedkappsagen T400 og var den første bedriften i Norge som produsere dette produktet i serie. I 1972 startet Tysse produksjon av tilhengere, som siden har vært deres hovedprodukt. Tysse Mek Verkstad AS er i dag markedsleder på tilhengermarkedet i Norge. Tilhengerne er konstruert for styrke, stabilitet og lang brukstid, og selges til en rekke bransjer. (TysseMekaniskeVerkstedAS 2013)

Tysse Mek har en av Norges mest moderne maskinparker innen tynnplatebearbeiding. De har et produksjonslokale på ca. 13 000 kvm og et uteareal på ca. 30 000 kvm. Tysse Mek har i dag 73 ansatte og produksjonslinjene deres består av 5 roboter og et 50 meter langt knekkesenter. Den moderne maskinparken består av robot/knekkemaskiner, robotsveising, automatiske stansmaskiner, kombilasere og automatiske dreiebenker. Bedriften velger å outsource de største flaskehalsene i produksjonen. De utfører oppdrag innenfor stansing, nibling, knekking, robotsveising og montering av tynnplatefolier og rør. Tysse produserer etter spesifikasjon fra kunde, men også komplette oppdrag fra idé til ferdigstilte produkter. (TysseMekaniskeVerkstedAS 2013)

4.5 Lonevåg Beslagfabrikk AS - LOBAS

På basis av håndverkstradisjon siden 1918 ble Lonevåg Beslagfabrikk A/S etablert som selvstendig produksjonsbedrift i 1947. Bedriften har siden da utviklet seg til å være markedsleder på flere områder innenfor byggmarkedet i Norge. Deres hovedsatsning er

taksikringsutstyr, utstyr til takrenner og garasjeporter. De har fokus på kontinuerlig forbedring og produktutvikling og legger sin spesialitet i detaljer i store seier. (LOBAS 2009)

LOBAS har 68 ansatte, og produksjonslinjene deres består av rundt 34 roboter. Deler av produksjonen er helautomatisert, altså er hele linjen styrt av roboter og maskiner. Maskiner og roboter gjør alt fra mating av materiale, sammensetning av deler, sveising, bøyning og lignende. Andre deler av produksjonen er halvautomatisert, der ansatte gjør deler av arbeidet på linjen. Ansatte setter for eksempel sammen deler for så og levere den videre til en robot som gjør sveisejobben.

4.6 Mjøs Metallvarefabrikk AS

Mjøs Metallvarefabrikk AS har siden 1865 drevet med fremstilling av mekaniske komponenter. Deres hovedaktiviteter er i dag støping, maskinering og montasje. Bedriftens målsetting er i størst mulig grad å være en totalleverandør av mekaniske produkter til sine kunder. Dette vil bedriften gjøre ved å ta hånd om hele prosessen fra utviklingsfasen, via prototyper og testing til produksjonsoptimalisering og leveranse av ferdig monterte produkter. (MjøsMetallvarefabrikkAS 2013)

Filosofien til Mjøs Metall er å styre kvaliteten gjennom gode prosesser, løpende målinger og eierskap i arbeidet de utfører. Målet deres er at kvalitetssystemet skal være enkelt, hensiktsmessig og lett forståelig. Bedriften har derfor utviklet et eget styringssystem som er tilpasset egen organisasjon og kundenes behov. (MjøsMetallvarefabrikkAS 2013)

5 Analyse

Jeg har valgt å studere tre små og mellomstore bedrifter på Osterøy som alle driver med maskinering. I dette kapitlet vil jeg analysere Tysse Mek Verkstad AS, Lonevåg Beslagfabrikk AS (LOBAS) og Mjøs Metallvarefabrikk AS med utgangspunkt i litteraturgjennomgangen. Analysen er delt i temaene: *Teknologi, Kompetanse, Organisasjon og Økonomisk og sosial bærekraft.*

5.1 Teknologi

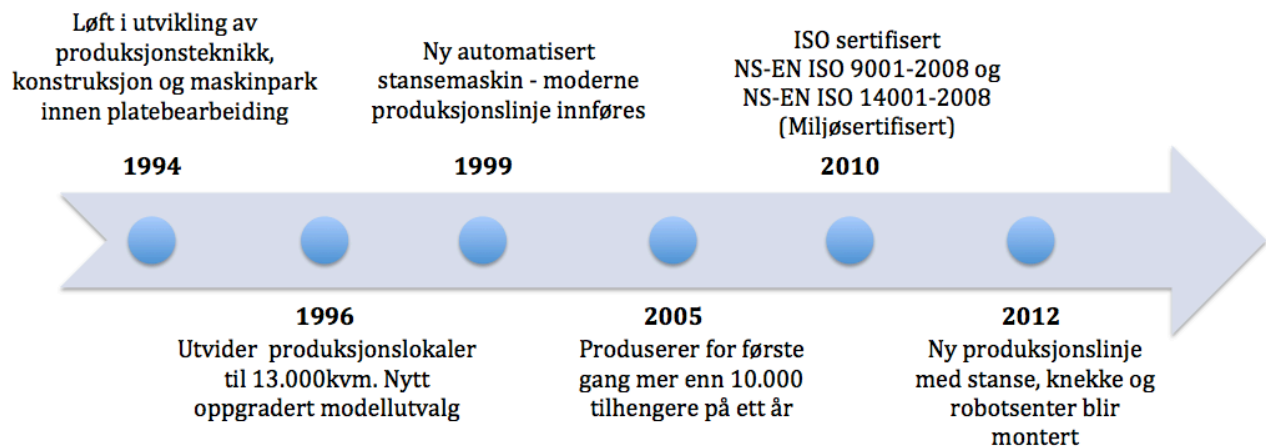
Jeg vil i dette kapitlet belyse teknologiendringene som har oppstått som følge av innføringen av CNC- og robot-teknologi ved hjelp av følgende begreper: *Implementering, fleksibilitet, stiavhengighet, kvalitet, effektivitet og produksjonssystemer.*

5.1.1 Tysse Mek

Tysse startet for alvor sin teknologiutvikling i 1994. Bedriften hadde da et mål om å være mest mulig selvhjulpen og gjorde løft innen utvikling av produksjonsteknikk, konstruksjon og maskinpark innen platebearbeiding. Det hele startet da de tok i mot et stort prosjekt fra Forsvaret som ledet til store produksjonsvolumer. De innså at det ble for dyrt å kjøpe deler ute og ønsket å legge om produksjonen slik at de kunne produsere disse delene selv. Dette resulterte i en investering i den første stansemaskinen til Tysse Mek. Under automatiseringen lå fokuset både på prosesser og produktutvikling. De så nye muligheter for å gjøre produksjonen mer rasjonell med tanke på beliggenhet og konkurranse. Likevel var aldri tanken å hel-automatisere produksjonen, både fordi de fryktet tap av arbeidsplasser og fordi det ville vært umulig med tanke på et stort antall typer tilhengere og for små produksjonsvolumer.

I 1996 utvidet de produksjonslokalene sine til 13.000 kvm og utviklet samme år et nytt oppgradert modellutvalg. Med planer om å innføre en mer moderne produksjonslinje gjorde Tysse et innkjøp av en automatisert stansemaskin, og i 2005 produserte de for første gang mer enn 10.000 tilhengere på ett år. Utviklingen førte til sertifiseringene NS-EN ISO 9001-2008 og NS-EN ISO 14001-2008 i 2010. I 2012 anskaffet Tysse en ny produksjonslinje der stanse, knekke og robotsenter ble montert. Tidslinjen på neste side

viser at Tysse har hatt en teknologiutvikling som innebærer gradvis implementering av ny teknologi over de siste 20 årene.



Figur 5: Tidslinje for teknologiutvikling hos Tysse Mek (TysseMekaniskeVerkstedAS 2014)

Som følge av teknologiutviklingen har Tysse erfart at enkelte implementeringsprosesser er svært utfordrende og at implementeringstiden har blitt betydelig lenger enn antatt i noen tilfeller. Tysse sine tilhengere er lengre enn standardmålene for tilhengere og maskinene som blir hentet inn må derfor bli strukket eller utvidet for å passe til produktene Tysse ønsker å produsere. Noen av de største utfordringene ved implementeringen har, i følge respondent A, vært å tilpasse maskin og produkter til hverandre for å kunne produsere produkter i henhold til spesifiserte mål. Maskinen er et ferdig produkt som blir levert og Tysse må samarbeide med leverandører for å implementere utstyret i sine produksjonslinjer. Tilpasningen mellom maskin og produkt beskrives slik:

"Vi har slitt mest med materialtykkelsen. Knekkesenteret skulle ta plater med tykkelse på tre millimeter, men klarer ikke mer enn 2,5. Da burde vi heller kjøpe en maskin som klarer fire millimeter eller bestemme at vi ikke kjører plater med mer enn to millimeter tykkelse."
(Respondent D)

De fleste Tysse-tilhengerne er standardiserte, men kommer i et bredt spekter av vektclasser med over 100 modeller. Bedriften har et bredt utvalg av ekstrautstyr og

reservedeler til alle modellene. I tillegg tar Tysse prosjekter der de produserer spesialtilhengere til Forsvaret, Sivilforsvaret, Politiet, Røde kors, offentlige etater og oljevern.

Den nye teknologien har gjort produksjonen til Tysse mer fleksibel i form av at de nå kan lage mer variert design og på denne måten tilpasse seg endringer i kundebehovet. Dette skaper et konkurransefortrinn i markedet. Automatiseringen har gitt dem mulighet til å utvide sortimentet sitt, samt gjøre små, men avanserte endringer, som kan være avgjørende for å skaffe kunder og å øke salgsprisen på produktene.

Teknologiutviklingen har bidratt til økt kvalitet på tilhengerne. I følge respondent A var kvaliteten god når arbeidet foregikk for hånd, men med den nye teknologien blir det blant annet mulig å bøye stål som tåler mer. Dette gjør at egenvekten på tilhengerne nå er betraktelig lavere. Nøyaktigheten i produksjonen er også forbedret. Dette gir nye muligheter i produksjon og salg av reservedeler ettersom man oppnår en større sikkerhet om at de aktuelle delene passer til den rette tilhengeren.

Effektivitet er en viktig faktor for at Tysse skal kunne være konkurransedyktige. Bedriften ligger i en høyere prisklasse enn mange av sine konkurrenter og de er derfor avhengige av effektivitet for å opprettholde fortjenesten på produktene. Utviklingen i effektivitet beskrives slik:

”Det er for å effektivisere produksjonen og utnytte maskinene maksimalt når vi ikke er til stede. Det er ikke alltid kjappere med robot, men du utnytter flere timer i døgnet, pluss at det er uavhengig av friske folk” (Respondent D)

Beskrivelsen av standardiserte tilhengere og implementeringsprosesser der maskiner må tilpasses eksisterende produkter kan tyde på at bedriften har en viss stivhet. Tidligere valg av maskiner og produksjonssystemer har satt et utgangspunkt for lengde, størrelse og detaljer på tilhengerne som gjør at innfasingen av nye maskiner blir en utfordring. Samtidig beskriver samtlige respondenter at teknologiutviklingen har ført til økt effektivitet, kvalitet og fleksibilitet, slik at bedriften kan produsere mer variert design og tilpasse seg kundene raskere. Mine funn viser derfor at bedriften har en svak

grad av stivhengighet, men at det ikke har negativ effekt på nåværende produksjon. Det kan likevel stilles spørsmål ved om de hyppige investeringene vil gjøre stivhengigheten sterkere i fremtiden, og at dette kan sette bedriften i en posisjon der utviklingsmulighetene er få. Hvor vidt stivhengigheten blir sterk i fremtiden kan være avhengig av hvilke produksjonssystemer bedriften bruker.

Produksjonssystemer

Produksjonssystemet til Tysse består av både CNC-maskiner, roboter, manuelle maskiner og montører. For å kontrollere og overvåke den automatiserte delen av produksjonssystemet bruker Tysse et databasert styringssystem. I dette systemet kan man legge inn produksjonsplaner og man kan registrere hvilke oppgaver som er gjennomført. I tillegg kan systemet identifisere feilkilder i maskineriet når problemer oppstår. Dette gjør at problemløsning og reparasjon går raskere enn om en operatør må finne ut hva som er galt med maskinen. Systemet utfører også selvkalibrering, noe som bidrar til mer effektive prosesser ettersom vedlikeholdsarbeidet blir minimert.

Tysse implementerer ny teknologi når det oppstår et nytt behov, og integrerer det nye maskineriet i det eksisterende produksjonssystemet. Både respondent A og respondent D har forklart at implementeringsprosessene kan være utfordrende og ta lengere tid enn ønsket på grunn av produkttilpasning, noe som tyder på at integrasjonsmulighetene er begrensede.

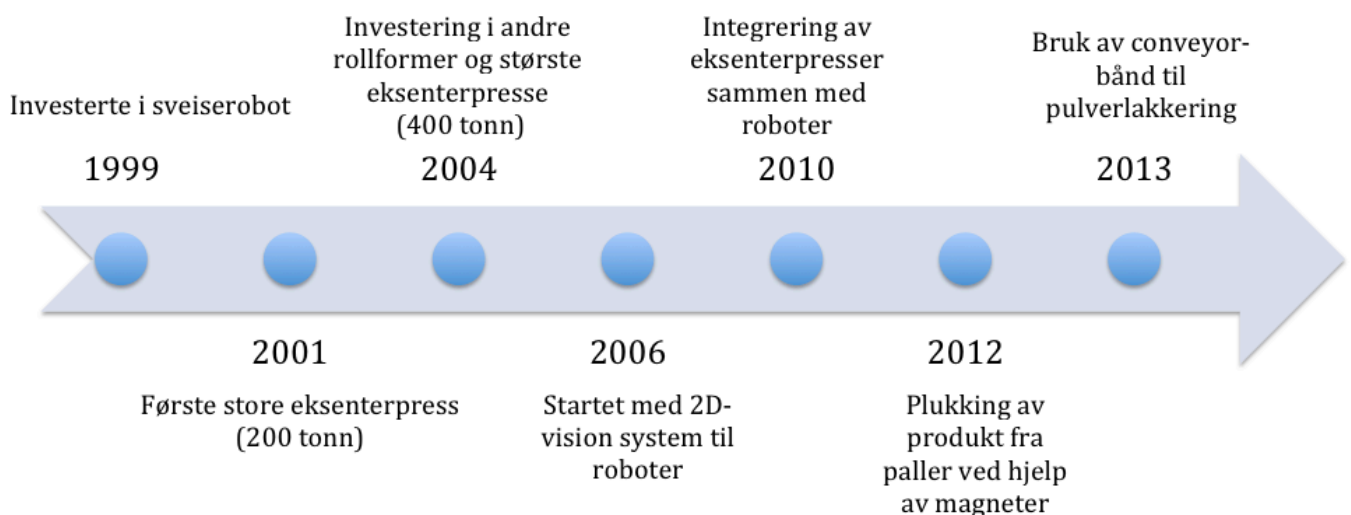
CNC-maskinene og robotene blir programmert ut i fra hvilke deler som skal produseres. Operatører og teamledere velger program i henhold til den planlagte produksjonen og maskinene velger deretter verktøy og operasjon ut i fra dette. Dersom det blir gjort endringer i produktspesifikasjonene eller det blir utviklet nye produkter blir også ny programvare opprettet. Dette innebærer at komponentene i produksjonssystemet er modulære, og at maskinene raskt kan endre mellom gamle og nye produkter.

Produksjonssystemet til Tysse har trekk som ligner *Rekonfigurerbare produksjonssystemer*. I) Komponentene er modulære, II) det er mulig å integrere ny teknologi i systemet, III) man kan raskt endre produkter i maskinene, IV) et datasystem kontrollerer funksjoner og identifiserer problemer, og V) teknologien gir fleksibilitet og

økt kapasitet som er tilpasset det eksisterende behovet. I hvilken grad de fem punktene for *Rekonfigurerbare produksjonssystemer* oppfylles er noe usikkert, men mine data tilsier at det er mer likhet med dette systemet enn med *Fleksible produksjonssystemer*.

5.1.2 LOBAS

Teknologiutviklingen i LOBAS startet for fullt i 1999. De investerte da i sin første sveiserobot. I 2001 anskaffet de sin første store eksenterpresse på 200 tonn og i 2004 investerte de i nye rolleformer og en enda større eksenterpresse på 400 tonn. For å automatisere flere deler av produksjonslinjen implementerte LOBAS et 2D-vision system i 2006. Dette systemet skulle bidra til at robotene selv kunne identifisere de ulike delene og utføre riktig operasjon. Produksjonslinjen ble videreutviklet i 2010 da eksenterpressene ble integrert med roboter. Neste steg i utviklingen skjedde i 2012 da LOBAS innførte en prosess der de benytter magneter for plukking av deler fra paller. Den siste investeringen, i 2013, var et conveyor-bånd³ i forbindelse med pulverlakkering. Tidslinjen nedenfor, som ble utarbeidet av LOBAS etter forespørsel fra meg, viser at LOBAS har hatt en gradvis implementering av avansert teknologi siden 1999.



Figur 6: Tidslinje for teknologiutvikling hos LOBAS

³ Conveyor-bånd: industrielt samlebånd

Respondent G forteller at enkelte av implementeringsprosessene har vært lengre enn forventet. Han mener de burde sett enkelte problemer tidligere da de besøkte leverandøren, slik at maskineriet ikke ble levert i "halvferdig tilstand". Det har i følge respondent G vært behov for mange oppgraderinger og endringer etter at robotene er levert, og han forteller at disse endringene ville vært enklere å utføre hos leverandøren.

"Utstyret var ikke helt ferdig. Vi var borte til testing, og der burde vi ha stoppet det. Men det ble ikke gjort, dessverre." (Respondent G)

En viktig investering LOBAS har gjort er innkjøp av en robot til kartong-reising. Dette gjorde de for å effektivisere pakking av ferdigstilte produkter. Oppgavene til roboten går ut på å registrere hvilke produkter som er klare, hvilken kartong-størrelse den trenger, og å reise og teipe kartongene. Denne investeringen ga LOBAS utfordringer ettersom roboten skulle kunne håndtere mange ulike størrelser av kartonger. Roboten er også følsom for temperatur og fuktighet, noe som ble en utfordring ettersom de varierende luftforholdene i produksjonslokalet påvirker kartongene. Dette gjorde at LOBAS var avhengig av tett kommunikasjon med kartong-leverandøren. Problemer som dette har oppstått på de mest avanserte robotene hos LOBAS. Bedriften bruker derfor et PLS-system⁴ som kommuniserer med alle robotene og kan fortelle hvor eventuelle feil har oppstått. På denne måten blir brukergrensesnittet bedre og det er enklere å kontrollere og overvåke produksjonen.

LOBAS har i sin automatisering ønsket å tilpasse den nye teknologien til flere produkter som er beslektet, slik at løsningen er fleksibel for en hel produktfamilie. Målet er at teknologien skal gi fleksible løsninger i form av at de skal kunne operere med flere ulike produkter og på denne måten ha lang levetid. Dette har LOBAS oppnådd, ved en investering i år 2000, da de anskaffet flere roboter som fortsatt er i bruk i dag. En av de eldre automatiserte maskinene som utførte sveis i ett plan ble da erstattet med en robot som kunne utføre all sveis på ett produkt i en og samme prosedyre over flere plan.

⁴ PLS-system: Programmerbart logisk styringssystem

LOBAS er opptatt av å heve kvaliteten i alle ledd for at automatiseringen skal fungere optimalt, og de har fokus på å produsere alle deler nøyaktig i forhold til tegninger og spesifikasjoner for å skape flyt i prosessene.

For LOBAS har ett av de viktigste målene med teknologiutviklingen har vært å effektivisere produksjonen. Respondent F forklarer at planlegging av produksjonen er viktig for å oppnå høy effektivitet og at formenn må tilrettelegge arbeidsdagen til operatørene slik at produksjonen går som planlagt. Produksjonsvolumet til LOBAS har økt de siste 10 årene samtidig som antall arbeidsplasser har vært tilnærmet konstant, noe som er et tegn på økt effektivitet.

"Det vi vil oppnå med robot og automatisering er å sikre arbeidsplassene i bedriften, og det ser vi jo på at vi har høyere effektivitet i produksjonen. Det er et av målene vi har klart å oppnå, å beholde antall ansatte nærmest konstant de siste 10-15 årene." (Respondent F)

Ettersom LOBAS driver med masseproduksjon må de ha seriestørrelser av et visst omfang for at det skal være god økonomi i produksjonen. Ledetiden har derfor gått opp en viss grad fordi man ønsker å kjøre serie i en maskin. Dette forårsaker at de må ha et større bufferlager⁵, spesielt på halvfabrikat, så ikke kunden skal merke den økte ledetiden.

De komplekse produksjonslinjene til LOBAS gir risiko for potensielle negative konsekvenser. Dersom én av robotene stopper vil hele linjen stoppe. For å kunne håndtere slike feil har bedriften et buffer-bånd⁶ der de kan jobbe manuelt for at produksjonen ikke skal stoppe helt opp.

I følge en respondent G bidrar automatiseringen til mye positivt, blant annet færre feil fordi en robot ikke kan gjøre feil på samme måte som et menneske kan. Den utfører de prosedyrene den er programmert til, og den gjør det likt hver gang. Den bidrar altså til standardisering av produktene. Likevel har roboter visse mangler på kvalitetskontroll. Robotene er utstyrt med sensorer som skal gjenkjenne hvilke deler den arbeider med og

⁵ Bufferlager: Reservelager for å hindre forsinkelser ved produksjonstopp

⁶ Buffer-bånd: Reserve-bånd for produksjon ved stopp i automatisert prosess

hvilke operasjoner den skal utføre, men den klarer ikke å oppdage visuelle feil på produktet. Ved manuelle operasjoner har operatøren en visuell kontroll som mangler hos robotene. Dette kan resultere i at kunden mottar et produkt som har visuelle feil som for eksempel riper, eller i verste fall funksjonelle feil. Ettersom man gjør stikkprøver og kontroller underveis i prosessen er det sjeldent slike feil oppstår, men i følge respondent G og respondent H hender det at varer kommer i retur nettopp på grunn av dette.

LOBAS bruker galvanisert stål som utgangsmateriale for sine produkter. Bedriften kjøper det meste av materialet ferdig på ringer som de deretter mater inn i maskinene. Noe av materiale kommer i plater, men dette er en svært liten andel av totalvolumet. Bedriften produserer også enkelte rustfrie produkter og noen produkter i høyfast stål.

LOBAS planlegger sine investeringer med tanke på at de vil produsere en hel produktfamilie med samme utstyr. Dette viser at bedriften tar hensyn til eventuell stivhengighet som kan oppstå ved investering i avansert produksjonsteknologi. Bedriften har oppnådd økt effektivitet og fleksibilitet i sin produksjon, og ingenting tyder på at stivhengighet vil bli et problem i fremtiden.

Produksjonssystemer

LOBAS anskaffer ny teknologi ut i fra produksjonsbehov som justeres ut i fra etterspørselen i markedet. Robotene LOBAS kjøper inn blir programmert og tilpasset den eksisterende produksjonen for å oppnå ønsket fleksibilitet og kapasitet. Etter hvert som behovene i markedet endrer seg er det mulig for LOBAS å gjøre programmeringsendringer på roboter og maskiner slik at de kan utføre nye operasjoner, altså er maskinvaren og programvaren modulær. Modulære komponenter, integrasjon av ny teknologi og tilpasning av fleksibilitet og kapasitet i produksjonen, tilsier at LOBAS har et rekonfigurerbart produksjonssystem.

Som nevnt tidligere bruker LOBAS et PLS-system som kommuniserer med alle robotene og som kan fortelle hvor eventuelle feil har oppstått. Dette gir dem rask identifisering av feilkilder, noe som er en nøkkelfaktor for rekonfigurerbare produksjonssystemer.

En annen nøkkelfaktor for å ha et rekonfigurerbart produksjonssystem er evnen til å raskt endre mellom ulike produkter i produksjonen. LOBAS driver med masseproduksjon og har flere produksjonslinjer som kun er tilpasset ett enkelt produkt, noe som kan tyde på en svekket evne til å gjøre raske endringer. LOBAS viser samtidig at de har fokus på å kunne gjøre endringer ut i fra tilbakemelding fra sine kunder og at de ønsker å utvikle nye produkter ut i fra responsen markedet gir. Endringsmulighetene beskrives slik:

”Du vet at det alltid vil komme en tilbakemelding om endringer og forbedringer, så prøver du å ta det til et visst nivå av automatisering, men har mulighet til å gjøre endringer. Så når du da har fått gjort riktige endringer tar du automatiseringen vider til det nivået du vil ha det på.” (Respondent F)

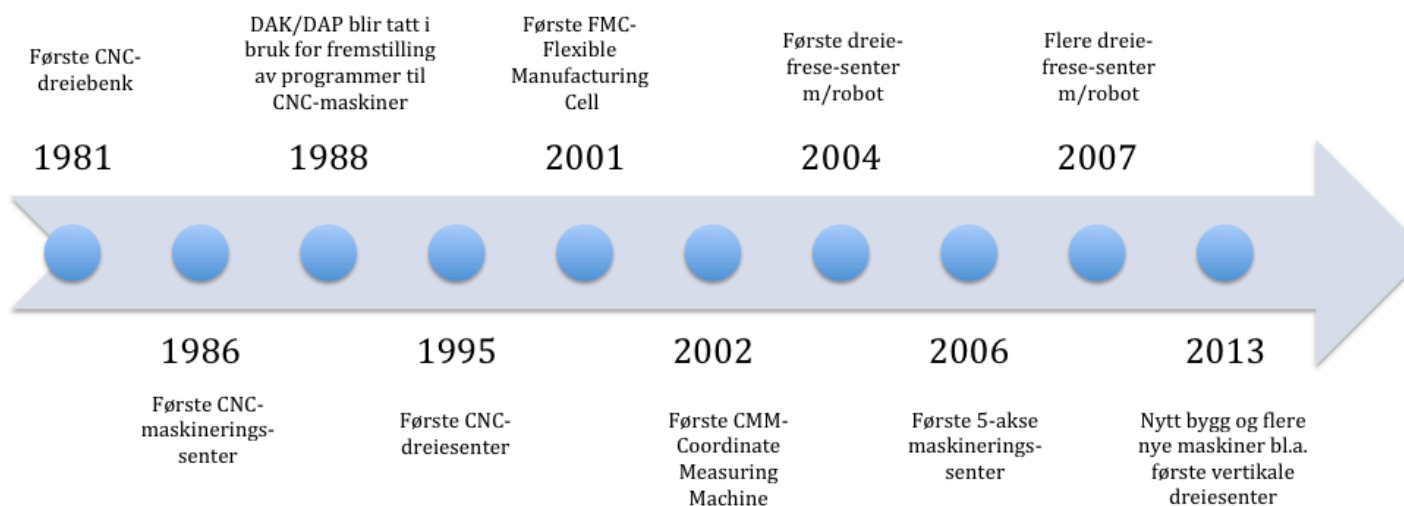
Ut i fra disse argumentene viser min undersøkelse at produksjonssystemet til LOBAS kan plasseres i kategorien *Rekonfigurerbare produksjonssystemer*.

5.1.3 Mjøs Metall

Mjøs Metall startet sin teknologiutvikling i 1981 da de kjøpte sin første dreiebenk. I 1986 kjøpte de sitt første CNC-maskineringscenter, og i 1988 tok de i bruk DAK og DAP for fremstilling av programmer til CNC-maskiner. Bedriften kjøpte sitt første dreiesenter i 1995, og deretter sin første Flexible Manufacturing Cell⁷ (FMC) i 2001. I 2002 anskaffet Mjøs Metall sin første Coordinate Measuring Machine (CMM)⁸ for å kunne kontrollere at ferdigstilte deler har korrekte mål i henhold til spesifikasjoner. Det første dreie-frese-senteret med robot ble kjøpt i 2004, og to år senere anskaffet bedriften sitt første fem-akse maskineringscenter. Flere frese-dreie-sentere med robot ble kjøpt i 2007. I 2013 anla bedriften et nytt bygg med flere nye maskiner, blant annet sitt første vertikale dreiesenter. Mjøs Metall er sertifisert i henhold til ISO 9001:2008. Tidslinjen på neste side, som er utarbeidet av Mjøs Metall etter forespørsel fra meg, viser at Mjøs Metall har vært gjennom en lang teknologisk utvikling, og at implementeringen har skjedd gradvis siden 1981.

⁷ FMC: består av flere kontrollsystemer for maskineringssentere og materialhåndtering

⁸ CMM: maskin som måler de fysiske lengdene til et produkt



Figur 7: Tidslinje for teknologiutvikling hos Mjøs Metall

Når Mjøs Metall anskaffer nye maskiner er det en rent teknisk vurdering som ligger til grunn. Bedriften kjøper det som er best egnet for produksjonen, men tilgang på reservedeler og servicefolk spiller også en rolle. I følge respondent J er målet med den nye teknologi å følge med utviklingen i markedet. Produktene til Mjøs Metall blir mer og mer komplekse og de krever da nye investeringer for å opprettholde topp kvalitet på produktene. Respondent J forteller at bedriften investerer i moderne maskiner og utstyr med høy kvalitet fordi de ønsker produkter med topp kvalitet.

”Så det er jo det jeg ser på som viktig, at vi har topp kvalitet på maskiner og utstyr så vi kan levere topp kvalitet. [...] Her blir det ikke spart inn, det satses fullt, og det er en av grunnen til at jeg syns det er kjekt å jobbe her. For du har fullt av skikkelig utstyr og veldig mange utfordringer.” (Respondent J)

Respondent J oppfatter implementeringen av den nye teknologien som en vellykket prosess. Det er de mest erfarne operatørene og ingeniørene som er involverte i implementeringsprosessen, noe som gjør at implementeringen stort sett går bra. De problemene som har oppstått skyldes feil hos leverandøren fordi maskinvaren har vært levert i en annen tilstand en bedriften hadde antatt.

"De personene som er innblandet i implementeringen er de beste på huset så det går som regel veldig greit. Har det vært et problem er det gjerne på grunn av noe feil som har skjedd hos leverandøren eller noe som ikke stemmer sånn sett. At det er annerledes enn man hadde trodd, men ellers tror jeg det er ganske bra" (Respondent J)

Mjøs Metall har fått billigere produkter etter innføringen av ny teknologi. Fokuset på gode prosesser har gitt økt effektivitet og nye muligheter, samt mye bedre kvalitet på produktene.

"En automatisert prosess må være under kontroll, ellers fungerer den ikke, og får ikke riktig deler ut. Så det må gjerne en mer grundig innsats til for å få prosessen under kontroll, og da får du flere spin-off, du får effektiv produksjon og du får god stabil kvalitet." (Respondent I)

Ledetiden hos Mjøs Metall varierer fra produkt til produkt. Bedriften har noen produkter de produserte ved hjelp av konvensjonelle CNC-maskiner før, som nå produseres med nye CNC-maskiner og automatisering. I ett av tilfellene har de gått fra syv ulike operasjoner til én felles operasjon, og selv om syklustiden kan være omtrent uendret i denne prosessen, så har ledetiden blitt redusert til 1/20 av det den var før. Syklustiden vil si hastighet definert i antall utførte oppgaver per time. Ledetiden er tidsperioden fra en ordre mottas til det ferdige produktet er levert til kunde. Dette vil si at effektiviteten til Mjøs Metall har økt betraktelig som følge av automatiseringen.

For Mjøs Metall er teknologien et virkemiddel for å minimere kostander og øke effektiviteten i bedriften:

"Teknologi et virkemiddel for å produsere raskere og mer effektivt, eventuelt mer ubemannet eller delvis ubemannet, sånn at én person kan betjene flere maskiner på den måten. Man reduserer da effekten av dyre operatørlønninger" (Respondent I)

Dette viser at bedriften har erfart økt effektivisering og reduserte driftskostnader som følge av automatiseringen.

Mine funn tyder på at stivhengighet ikke er et problem for Mjøs Metall. Det at bedriften implementerer ny teknologi for å utvikle seg i tråd med markedet, skape muligheter for produktutvikling, og øke effektiviteten og kvaliteten viser at teknologien gir dem mer fleksibilitet og flere muligheter. Det kan likevel tenkes at de hyppige investeringene som er gjort de siste årene kan føre til stivhengighet i senere år, men dette er ikke noe som kan fastslås på dette tidspunktet. Produksjonssystemet til bedriften kan være med på å avgjøre om de klarer å tilpasse seg endringer i omgivelsene eller om investeringene låser utviklingen til en bestemt retning.

Produksjonssystem

Mjøs Metall anvender DAK og DAP for fremstilling av programmer til CNC-maskiner. Dette tyder på at de bruker modulære komponenter i produksjonsprosessen sin.

"Er det nye deler som aldri har vært lagd – så da må det lages program, så da er det ofte sånne jeg lager program til, hvordan de skal kjøres og hva slags verktøy som skal bruke så det er klart når operatøren får det ut." (Respondent J)

Bedriften har anskaffet ny teknologi jevnlig over de siste 20 årene. Respondent J uttrykker at implementeringsprosessene hos Mjøs Metall stort sett går bra og at de problemene som har oppstått skyldes feil hos leverandøren. Dette tyder på at bedriften er gode på å integrere ny teknologi i eksisterende prosesser.

Både operatører og ingeniører kan utføre programmeringsendringer dersom uforutsette produktendringer skulle oppstå. Dette betyr at ansatte i umiddelbar nærhet til maskinen kan utføre endringene med en gang en hendelse forekommer, noe som gjør at endringsprosessene er raskere enn om bedriften måtte tilkalle spesialkompetanse.

Mjøs Metall investerer i ny teknologi for å være effektive og konkurransedyktige. Bedriften fokuserer på å øke kapabilitet, men de gjør også investeringer for å kunne produsere andre type produkter.

"Selvfølgelig gjør en av og til investeringer i utstyr som er større eller annerledes og som gir mulighet for å produsere andre type produkter enn man har i sortimentet før. [...] Det

er ikke alltid stor nok grunn i seg selv og gå for noe helt nytt, men av og til må man, eller man ser store muligheter ved å gjøre det, som for eksempel investeringen vi har gjort i fjor, vi investerte i maskintyper som er annerledes og større enn før så vi utvider kapasiteten vår. Så det er jo et argument det og, litt ut i fra hvordan du vurderer markedet og hvilke muligheter man ser for seg” (Respondent I)

Dette viser at bedriften implementerer ny teknologi for å tilpasse seg ønsket kapasitet og fleksibilitet i produksjonen.

Mjøs Metall bruker FMC for kontroll av maskinsentere og materialhåndtering. Dette er et system som vanligvis er en del av et *Fleksibelt produksjonssystem*. Resten av bedriftens produksjonsmønstre tyder likevel på at de har et *Rekonfigurerbart produksjonssystem* fordi de har modulære komponenter, de integrere ny teknologi i eksisterende produksjonslinjer og de bruker ny teknologi for å tilpasse ønsket fleksibilitet og kapasitet i produksjonen. Man kan derfor anta at FMC bidrar til et mer fleksibelt produksjonssystem uten å gjøre systemet mindre fast og rekonfigurerbart.

5.1.4 Oppsummering og konklusjon

Alle de tre bedriftene har hatt en gradvis implementering av avansert teknologi i sine produksjonslinjer de siste 20-30 årene. Samtlige bedrifter utvikler programvare som er tilpasset de ulike produktene som skal i produksjon, både nye og gamle. Dette tilsier at bedriften har modulære komponenter som kan rekonfigureres ut i fra endringer i kunde- og markedsbehov.

Et av hovedelementene i et rekonfigurerbart produksjonssystem er å kunne gjøre raske endringer mellom nye og gamle produkter. Produksjonssystemene til både Tysse og Mjøs Metall viser at de kan produsere flere ulike produkter i en og samme maskin. Her skiller LOBAS seg noe ut ettersom enkelte av deres produksjonslinjer kun er tilpasset for ett enkelt produkt. Samtidig viser intervjuene at bedriften gjør kontinuerlige kundeevalueringer og deretter endrer sin produksjon ut i fra tilbakemeldingene de får. Dette tyder på at også LOBAS er fleksible nok til å kunne gjøre raske endringer.

Mine funn tyder på at både Tysse og LOBAS har hatt en del utfordringer i sine implementeringsprosesser. Begge bedriftene har brukt lenger tid enn forventet på disse prosessene. Mine funn tyder på at bedriftene har en svak grad av stivhengighet, og jeg anser dem derfor som noe begrenset når det gjelder evnen til å integrere ny teknologi. Mjøs Metall skiller seg her ut med svært gode implementeringsprosesser og lite problemer med integrering av ny teknologi. Helhetlig ser jeg likevel på alle tre bedriftene som egnet for å integrere ny teknologi i sine prosesser.

Alle de tre bedriftene implementere ny teknologi ut i fra behov og endringer i egen produksjon og i markedet. Dette viser at de anskaffer nytt utstyr for å tilpasse produksjonen til ønsket fleksibilitet og kapasitet.

Det siste elementet i rekonfigurerbare produksjonssystemer er rask identifisering av problemer. Alle de tre bedriftene bruker her datasystemer for å identifisere problemer og feilkilder ved maskineriet. Dette gjør arbeidet med vedlikehold og reparasjon mer effektivt enn om feilsøkingen blir gjort manuelt.

Hypotese 1: *Vellykket implementering av CNC- og robot-teknologi forutsetter et rekonfigurerbart produksjonssystem.*

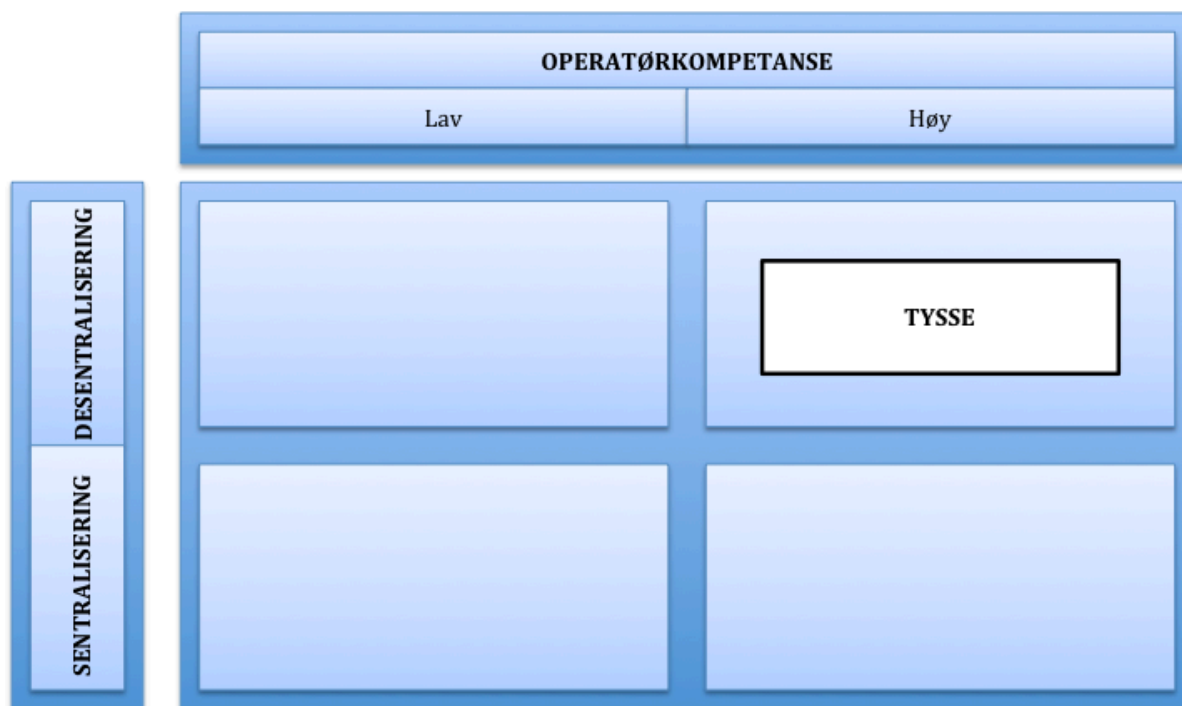
Mine funn viser altså at alle de tre bedriftene har rekonfigurerbare produksjonssystemer. Den gradvise implementeringen har ført til at bedriftene må kunne tilpasse seg endringer som oppstår, og at produksjonslinjene må kunne rekonfigureres etter hvert som markedet krever nye produkter. Mine funn tyder på at det er den gradvise implementeringen som har påvirket bedriftene til å utvikle et rekonfigurerbart produksjonssystem. Ettersom ny teknologi har blitt integrert i systemet med jevne mellomrom krever det et rekonfigurerbart produksjonssystem for at innfasingen skal være vellykket. Mine funn gir altså støtte til hypotese 1, men under betingelse om at innføringen skjer gradvis over tid.

5.2 Kompetanse

5.2.1 Tysse

Da Tysse startet innføringen av avansert teknologi i produksjonen hadde de svært lite kompetanse om CNC og robot. Bedriften tilegnet seg kompetanse via opplæring fra leverandøren av det nye utstyret. Respondent A, B og C beskriver en spesiell interesse for teknologien og mener at denne interessen hjalp dem med å lære fort. I tillegg sendte bedriften de ansatte på kurs for å lære om den nye teknologien og tankesettet. Det var hele tiden viktig for bedriften å lære opp egne ansatte fremfor å ansette utenfra.

De siste 20 årene har Tysse hatt fokus på å øke kompetansen om produksjonsteknikk og å føre denne ut til produksjonslinjen og medarbeiderne. Tidligere lå mye av kompetansen i konstruksjonsdelen av bedriften, men lite i selve produksjonen. Bedriften var da avhengig av noen få mennesker for den daglige driften. Tysse har hatt som strategi å få mest mulig kompetanse ut til operatørene, og løfte deres kompetanse så høyt som mulig. I følge mitt skjema "Analyseskjema for fordeling og lokalisering av kompetanse"(Figur 2) tyder dette på at Tysse er organisert seg i samsvar med ytterpunkt 1, altså at operatørene får mer ansvar og et økt behov for kunnskap. Teorien beskriver at disse operatørene må kunne utføre programmering, innstillinger og produksjon. Mine funn tyder på at enkelte operatører er på dette kompetansenivået, men at mye av kompetansen foreløpig ligger hos teamledere. Dette har medført at bedriften nå har flere teamledere enn de hadde før.



Figur 8: Funn om Tysse i Analyseskjema for fordeling og lokalisering av kompetanse

Med bakgrunn i denne modellen kan det diskuteres om desentraliseringen var en følge av kompetansenivået i bedriften, eller om kompetansenivået var en følge av valget om desentralisering. Mine funn tyder på at Tysse så en mulighet for å beholde sine ansatte og samtidig gjøre produksjonen mer fleksibel ved å velge en desentralisert kompetansefordeling. Tysse hadde et gitt utgangspunkt i operatørkompetanse, men valgte å desentralisere denne ved å lære opp operatørene i nye oppgaver. Altså var kompetanseøkningen hos operatørene en følge av valget om å desentralisere kompetansen.

Ledelsen ønsker at de ansatte skal føle at de utvikler seg og har den kompetansen de trenger innenfor det de holder på med. De vil at dette skal bidra til at operatørene ønsker å involvere seg i mulighetene som ligger i maskinene slik at man får utnyttet teknologien best mulig. Slik gir mine data støtte til Burris (1998) sin teori om at behov for mer kompleks kunnskap vil gi utviklingsmuligheter for de ansatte.

Opplæringen hos Tysse skjer på tre ulike måter. **I)** Kursing utenfor bedriften, **II)** Opplæring fra andre innad i bedriften, eller **III)** en kombinasjon av I) og II).

Respondent D forteller at han har vært på robot-kurs i Oslo for å lære hvordan man anvender teknologien og i tillegg fått opplæring av sjefen sin innen programmering. Deretter bruker han denne kompetansen til å lære opp operatører i bedriften. Respondent E sier at enkelte operatører får delta på noen kurs sammen med teamleder og at de kan få ekstra opplæring innad i bedriften når nytt maskineri er kjøpt inn.

For de nye operatørene er det mest vanlig å få opplæring av andre operatører eller teamledere. Respondent D har en filosofi om at operatørene først skal vise at de kan bruke de manuelle maskinene, og deretter få opplæring i det automatiserte utstyret. Dette strider i mot teorien til Gupta og Yakimchuk (1989) som mener at CNC-maskiner vil gjøre kunnskap om manuelle maskiner mindre verdifullt.

"Først må de vise at de kan bruke de manuelle maskinene, så får de opplæring i automatisering etterpå. Det er min filosofi. Erfaringen min tilsier at da har alle muligheten, så ser du hvem som er flinke nok." (Respondent D)

Stort sett begynner derfor operatørene i manuelle maskiner og går deretter videre til automatiserte, men i enkelte tilfeller gjør de begge dele parallelt. Altså er ubestemt kunnskap basert på erfaring med manuelle maskiner viktig for å forstå CNC-maskinene bedre.

Respondent D legger vekt på store fremskritt i operatørenes kompetansenivå og at operatørene til tider kan mer enn teamlederne på visse områder av produksjonen. Respondent D forklarer at målet med opplæringen er at operatørene skal ha så høy kompetanse at de kan programmere uten bistand fra teamledere, men at det vil ta en stund før de kommer så langt.

Respondent A forteller at bedriften ligger godt an i forhold til kompetansenivå hos operatørene, men at det er mangel på utdanningstilbud innenfor feltet. Det mest relevante utdanningstilbudet er karosseri-arbeider, men denne kompetansen dekker et helt annet behov enn det bedriften trenger. Tysse har tidligere prøvd å opprette et utdanningstilbud som passer, men ettersom få i landet driver med denne type

produksjon var det et mislykket forsøk. Bedriften har god tilgang på flinke montører, men det er kunnskap om maskiner som er manglende.

Når det gjelder den daglige driften er det produksjonsleder og teamledere som har hovedansvaret, men det er operatørene som setter i gang og kjører maskinene. Operatørene mater maskinene med riktig materiale og stabler deler klart for robotene. Teamleder er mest på kontoret, men bidrar i produksjonen dersom det skulle være behov for dette. Respondent D forklarer at han tidligere har jobbet ute i produksjonen og at han derfor har erfaring med alle maskinene. Han mener at dette gir fordeler som teamleder. Han forstår maskinene på en helt annen måte ettersom han har jobbet med dem over lengre tid. Teamleder har altså opparbeidet seg ubestemt kunnskap om maskinene.

Kompetanse om programmering og programmeringsendringer ligger i alle ledd av produksjonen. Teamledere programmerer vanligvis, men operatørene bidrar i tilfeller der de har tilstrekkelig kompetanse. Ved svært avanserte programmeringsjobber tilkaller ofte bedriften leverandøren av det maskineriet det gjelder. På de nyeste maskinene tar operatørene i bruk online kommunikasjon med leverandør for enkelt å kunne få hjelp til programmering. Denne formen for samarbeid er noe bedriften startet med for tre til fire år siden.

Det er produksjonssjefen som har ansvaret for vedlikeholdet av maskinene, men det er operatørene som utfører selve arbeidet etter en plan de får utgitt. I tillegg har bedriften avtale om halvårlig og årlig vedlikeholds-service med leverandør. En av fordelene med det nye utstyret er at det har selvkalibrering. Prosessen blir da mer effektiv fordi den sjekker mål, tykkelse og andre detaljer selv. Dette innebærer et elektronisk system med sensorer for forskjellige måltall som kan sjekke at alle deler av maskinen er i orden.

Ledelsen er fornøyd med kompetansenivået i bedriften, men respondent B påpeker at man alltid har behov for mer kunnskap fordi det hele tiden skjer en utvikling. Bedriften har foreløpig nok kompetanse for den daglige driften, men ledelsen ønsker en kontinuerlig kompetanseøkning for å kunne henge med i utviklingen som kommer i fremtiden. Kompetansen er nå flyttet mye mer ut mot operatørene og teamlederne for å

unngå å ha nøkkelpersonene som eksisterte tidligere. Ledelsen ønsker et flatt hierarki der bedriften har mest mulig kompetanse på gulvet, og de ønsker diskusjon og åpenhet mellom alle ledd. Respondent A forteller at de vil involvere alle parter i utviklingen bedriften går gjennom, selv om ledelsen tar de store avgjørelsene. Dette tyder på at hierarkiet for kompetanse og hierarkiet for autoritet ikke nødvendigvis er sammenfallende. Kompetansen blir flyttet ut mot produksjonen, men det er fortsatt ledelsen som tar avgjørelser. Altså er kompetanse-hierarkiet flatere enn det autoritære hierarkiet. I følge Jacobsen (1996) kan dette bli et problem dersom de ulike partene har lav tillit til hverandre. Mine funn tyder på at tilliten mellom de ansatte og ledelsen er høy og at økt kompetanse hos operatørene har ført til økt sosial likhet i bedriften. Både respondent D og respondent E beskriver at de har gode forhold til både hverandre og ledelsen, men at de gjerne skulle vært enda mer inkludert i avgjørelser som har konsekvenser for produksjonen.

”Når man har flere operatører er det viktig med felles avgjørelser så vi gjør det på samme måte. Så har jo vi teamledere igjen møte med ledelsen over, og vi kommuniserer sånn sett bra, men når vi skaffer nye maskiner har de ikke alltid hørt etter hva vi i produksjonen sier, det er mer ledelsen som tar avgjørelsen. Så det kunne vært bedre.” (Respondent D)

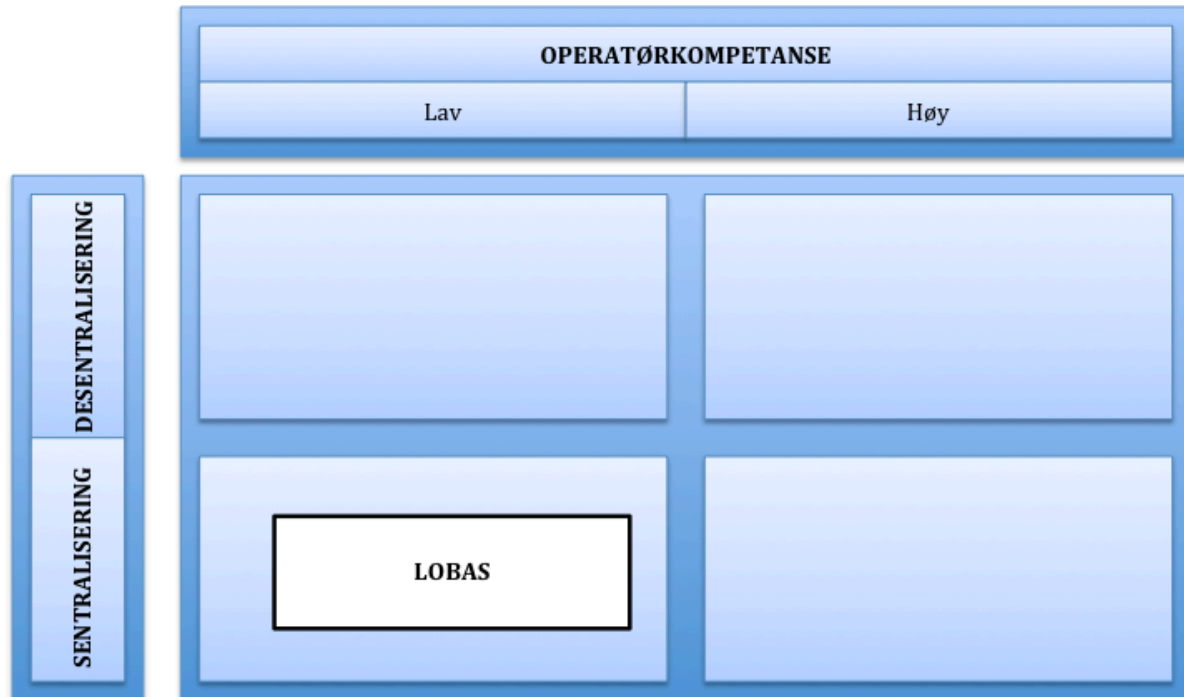
5.2.2 LOBAS

LOBAS kjøpte sin første robot på 80-tallet. Bedriften hadde liten kompetanse på dette området, men så tidlig fordelene ved å ta i bruk denne teknologien. På slutten av 90-tallet kjøpte LOBAS flere roboter, noe som gjorde at de måtte bygge om kompetansen. Dette gjorde bedriften gjennom kursing hos leverandøren de kjøpte roboter av. LOBAS lærte opp sine egne operatører fremfor å ansette nye. I senere tid har LOBAS tatt i bruk så mange roboter at de har valgt å legge ekstra ressurser i å gi enkelte personer spesialkurs for å heve kompetansen på feltet, og bli robot-spesialister. LOBAS har i dag to robot-spesialister.

Hos LOBAS er det operatørene som håndterer maskinene på daglig basis. Operatørene skal sikre at kvaliteten på produktene er i henhold til gitte spesifikasjoner, og de gjør små justeringer om det er behov for det. Hovedoppgavene innebærer å starte maskinene og å mate maskinen med det nødvendige materiale. Dersom det oppstår problemer

prøver operatøren å finne en løsning selv eller tilkaller en formann. En formann er det koordinerende leddet mellom operatør og spesialist. Dersom det viser seg at formann ikke har tilstrekkelig kompetanse til å løse problemet blir en av robot-spesialistene tilkalt. Det siste alternativet er at robot-spesialisten kontakter leverandør for bistand i problemløsningen.

Det er robot-spesialistene hos LOBAS som har ansvaret for alle robotene på huset, og det er de som utfører programmeringen av robotene. Ved behov for programmeringsendringer kan formann bidra til en viss grad, men operatørene blir sjeldent involvert i denne prosessen. LOBAS har en egen avdeling for vedlikehold av robotene. I tillegg har bedriften service-avtaler med et firma som kommer innom og inspiserer robotene en gang i året. Mindre vedlikeholdsjobber, som å skifte batterier, gjør LOBAS selv. Før brukte LOBAS kun leverandøren Fanuk for å minimere kompetansebehovet innen vedlikehold og programmering, men de har nå gått over til å ha både Fanuk og ABB. Denne formen for kompetansefordeling tyder på at LOBAS er tilhører ytterpunkt 2 i Analyseskjema for fordeling og lokalisering av kompetanse. (Figur 2) LOBAS har en mer sentralisert kompetansefordeling og lokalisering der egne spesialister har ansvaret for programmering, mens operatørene kun opprettholder den daglige driften. Operatørene har enkle rutineoppgaver. Dette stemmer overens med Gupta og Yakimchuk (1989) sin teori om at sentralisert styring vil føre til reduserte oppgaver for operatører som består i å trykke på knapper og overvåke maskinene.



Figur 9: Funn om LOBAS i Analyseskjema for fordeling og lokalisering av kompetanse

Mine funn viser at LOBAS tok utgangspunkt i det eksisterende nivået på operatørkompetanse da de innførte ny teknologi. De valgte derfor å sentralisere kompetansefordelingen i bedriften. Altså er sentraliseringen en følge av kompetansenivået i bedriften.

Hos LOBAS står maskin- og robotleverandørene for det meste av opplæring i bedriften. Den aktuelle leverandøren kommer til LOBAS og setter i gang maskinene og robotene og lærer opp de som skal være involvert i driften av det nye utstyret. Respondent H forteller at han ikke har vært på kurs med leverandøren, men heller får opplæring av robot-spesialistene. Respondent G forklarer at "leverandør-språket" er innviklet og at man derfor må ha litt forkunnskap for å forstå det. Videre forteller han at det er den daglige driften som skaper kunnskap, ikke de få timene med opplæring.

"Jeg hadde jo null kompetanse på roboter før, nå har jeg hvertfall litt. Jeg klarer å kjøre jobber selv, men har ikke lært å programmere enda. Så når det er nye ting må jo en av robot-spesialistene gjøre det. Men har jo lyst å kunne gjøre små endringer selv."
 (Respondent H)

I følge Burris(1998) skal automatiseringen føre til bedre muligheter for læring og utvikling i jobben. Det ser ikke ut som dette er tilfellet for operatørene hos LOBAS ettersom denne operatøren ønsker å utvikle seg, men ikke har fått muligheten til dette. Respondent G sier at kompetanseutvikling hos operatørene i teorien er ønskelig, men at han er usikker på om han kan stole på at operatørene kan håndtere de ulike situasjonene som kan oppstå ved eventuelle problemer. I følge Jacobsen(1996) kan mangel på tillit bli et problem dersom kompetanse-hierarki og autoritets-hierarki ikke er sammenfallende. Min datainnsamling tyder på noe mangel på tillit mellom ulike ledd hos LOBAS, men ettersom kompetansen ligger mer sentralisert ser ikke dette ut til å være et problem for selve produksjonen. Bedriften risikerer likevel at ansatte blir lei av oppgavene de gjør og at de ikke føler tilhørighet til bedriften.

Enkelte av de nye løsningene har hatt lang innkjøringstid og krever økt kompetanse hos de ansatte. En av robot-spesialistene beskriver en av de nyeste investeringene som krevende og at det har vært behov for flere programmeringsendringer og ombygginger. Teknologiutviklingen har altså ført til et fenomen beskrevet av Burris(1998) der det er behov for mer kompleks kunnskap hos robot-spesialistene, og mindre kunnskap hos operatørene. Dette kan føre til at operatørene er overkvalifiserte for sine nye oppgaver, noe operatøren hos LOBAS fremhever i sitt ønske om nye ansvarsområder.

LOBAS innehar i dag den kompetansen de trenger for å drive produksjonen sin, men ettersom det er rask utvikling i robot-teknologien ser de behovet for økt kompetanse dersom de skal klare å være konkurransedyktige i fremtiden. Daglig leder ser at det kunne vært en fordel med økt kompetanse hos operatører og formenn, slik at flere blir involvert i robot-teknologien. Daglig leder har et ønske om mer kompetanse hos formenn og operatører, noe som er motstridende til det robot-spesialisten uttrykker.

"Jo mer kunnskap de har, jo mer forutsetninger har de for å identifisere problemer som oppstår". (Respondent F)

Hovedinntrykket av LOBAS er at kompetansehierarkiet er relativt bratt og at det er tydelige kompetansenivåer i bedriften. Spesielt spranget mellom operatører og formenn

opp til robot-spesialister virker stort. I mine intervju ga samspillet mellom robot-spesialist og operatør inntrykk av det ligger mye mer kompetanse og dermed autoritet i det å være robot-spesialist, mens operatøren har fått tildelt mindre autoritet, tillit og handlingsrom. Mine observasjoner under intervju kan også tyde på at robot-spesialisten mangler noe tillit til operatørens kompetanse og gjennomføringsevne.

5.2.3 Mjøs Metall

Mjøs Metalls første investering i CNC-maskiner ble gjort i 1981. Investeringen ble gjort på et tidspunkt der det ikke kan ha vært spesielt stor grad av kompetanse på dette feltet innad i bedriften. Mjøs Metall var en liten bedrift, men de så hvor viktig denne investeringen ville bli for fremtiden. Det var et stort sprang å ta både fordi de måtte inn i et helt nytt kompetansefelt og fordi det var en veldig stor økonomisk påkjenning. I forhold til daværende omsetning er det fortsatt den største investeringen Mjøs Metall har gjort. Opplæringen på denne tiden var, i følge respondent I, ikke så nøye planlagt, men ettersom maskinistene hadde god forståelse for fagfeltet gikk innføringen bra.

Det er gjort mange investeringer i nytt maskineri de siste 20 årene og det er alltid egne ansatte som blir lært opp i driften. Mjøs Metall ansetter sjeldent nye operatører for å drive en ny maskin, men ettersom kapasiteten i bedriften øker vil også antall ansatte øke. Det er viktig å ha nok ansatte til å dekke alle behov, men det er alltid de eldre, rutinerne operatørene som kjører i gang nye maskiner. Selv om de nye ansatte innehar den bestemte kunnskapen for anvendelse av maskinene, bruker bedriften eldre operatører som har erfaring med lignende maskiner. Dette viser at den ubestemte kunnskapen i bedriften blir utnyttet ved implementering av ny teknologi.

Teknologiutviklingen hos Mjøs Metall har ført til et behov for høyere kompetanse hos operatører. Det nye kompetansekravet innebærer at operatørene må kunne betjene maskinene og programmere dem. I følge respondent I fører dette til et behov for høyere kompetanse og mer realfagskunnskap enn tidligere, og at nivået ligger godt over gjennomsnittlig ingeniørkompetanse. Oppgavene ligger i grenseland mellom vanlige operatør- og ingeniør-oppgaver noe som krever en unik kompetanse. Mine funn støtter dermed Gupta og Yakimchuk (1989) sin teori om at automatisering fører til behov for ny kunnskap og nye ansvarsområder. Mjøs Metall har desentralisert styring hos operatørene, der operatørene har ansvaret for programmering og daglig drift. Dette

underbygger også Gupta og Yakimchuk(1989) sin teori om at operatørene vil få utvidet kunnskap og mer ansvar ved en desentralisert styring.



Figur 10: Funns om Mjøs Metall i Analyseskjema for fordeling og lokalisering av kompetanse

Mine funn viser at Mjøs Metall er svært opptatte av å øke kompetansen hos sine operatører ettersom ny teknologi bli implementert i produksjonen. Da utviklingen startet hadde ikke operatørene noen kompetanse innen dette fagfeltet. Dette viser at bedriften valgte å desentralisere kompetansen sin før operatørene hadde kompetanse på ønsket nivå. Altså var kompetanseutviklingen en følge av desentraliseringen.

Mjøs Metall har seks kompetansenivåer på operatørene sine. *Hjelpearbeider* er en operatør uten fagbrev. Dette betyr at man kan utføre oppgaver i maskinen, men man kan ikke stille inn programmer og man kan ikke håndtere maskinen på egen hånd. *Maskinarbeider 1* har ikke nødvendigvis fagbrev, men det er faste krav til hvilken kompetansenivå vedkommende må ligge på. *Maskinarbeider 2* og *Maskinarbeider 3* er operatører med fagbrev som har god kjennskap til maskinene. *Maskinarbeider 4* har og fagbrev, men de har utviklet enda høyere kompetanse enn de andre operatørene. Det siste kompetansenivået på operatørene er de som jobber med 3D-programmering og mer avanserte deler.

Operatørene rullerer på maskinene slik at arbeidsoppgavene deres varierer, men de fleste har én maskin de styrer mer enn andre maskiner. Det er ønskelig at operatørene skal kunne kjøre flere maskiner slik at bedriften er mest mulig fleksibel. Derfor er bedriften opptatt av at nye maskiner skal ha samme styringssystemer som de eldre maskinene. På denne måten blir det lettere å lære opp operatørene i flere enheter. Ved innkjøp av nye maskiner får enkelte personer litt opplæring fra leverandøren, slik at de kan videreføre denne kompetansen til resten av operatørene.

Både ingeniører og operatører kan utføre programmeringen av en maskin. Nivået på de ulike operatørene varierer, så i noen tilfeller utfører operatøren programmeringen alene, mens i andre tilfeller må ingeniører fra den tekniske staben bistå i prosessen. Når det gjelder reparasjon og vedlikehold av maskiner gjør Mjøs Metall første instans selv. Dersom det er behov for større reparasjoner kontakter de leverandøren.

Mjøs Metall har tydelige skriftlige kompetansenivåer og rollebeskrivelser. Dette kan tyde på et bratt kompetansehierarki, men utviklingen til respondent J viser at oppgavene er varierte og tyder på at alle har mulighet til å avansere til ønsket kompetansenivå.

”Før når jeg gikk på TAF var det å lære seg hvordan en skal behandle en maskin, [...] så ble det mer å kunne stille inn til nye jobber i maskinene og velge riktig oppspenning og verktøy i maskinene, og bli litt mer trygg på det så man kan stå alene, så har det ballet på seg med flere maskiner og kunne stå forskjellige plasser der det trengs. Nå har det blitt mer 3D programmering og 3D tegning og prosjektarbeid i tillegg til maskinering.” (Respondent J)

Utsagnet til respondent J viser at kompetanseutviklingen til de ansatte avhenger av en kombinasjon av bestemt og ubestemt kunnskap. Det er den bestemte kunnskapen i de skriftlige kompetansenivåene og rollebeskrivelsene som er grunnlaget for opplæringen, men det er den ubestemte kunnskapen den enkelte operatør oppnår ved erfaring med maskinene som gjør at de klarer å heve seg videre til neste kompetansenivå.

Respondent J studerer på Høgskolen i Bergen for å bli maskiningeniør, samtidig som han jobber hos Mjøs Metall. Han er involvert i prosjektarbeid i tillegg til maskineringen og

han bidrar i opplæring av andre operatører. Dette viser hvilke opplæringsmuligheter bedriften har, samt at de vil bidra til at alle operatørene når det kompetansenivået de selv ønsker.

Mine funn viser at teknologiutviklingen har gitt nye varierte oppgaver og kompetanseutvikling, noe som gir støtte til Burris(1998) sin teori om at der det er behov for mer kompleks kunnskap vil de ansatte ha bedre muligheter for å lære og utvikle seg i jobben.

I følge respondent I har Mjøs Metall den kompetansen de trenger for den daglige driften. Han påpeker likevel at det er enkelte typer kompetanse de gjerne skulle hatt mer av, og gjerne på et høyere nivå. Videre forteller han at økt kompetanse på alle områder ville gjort bedriften mer dynamisk og effektiv og at jobbene ville vært utført raskere, men at de per i dag er godt dekket på alle områder. Bedriften har akkurat vært gjennom en periode med mange nye investeringer, og daglig leder ser på den neste tiden som spennende med tanke på å hente inn den kompetansen de trenger for å øke produksjonen ytterligere.

Mjøs Metall har, som nevnt tidligere, tydelige oppgavebeskrivelser og kompetansenivåer, men de er hele tiden opptatt av å øke kompetansen i de ulike leddene og gi de ansatte mulighet til å utvikle seg videre. Rapportering til ledere og kontroll av oppgaver viser et tydelig kompetanse-hierarki, men det er ikke spesielt bratt. Operatørene er involvert i diskusjoner rundt investeringer, og intervjuene gir inntrykk av at det er åpenhet og tillit mellom de ulike trinnene i hierarkiet. Tillit mellom de ulike partene i bedriften vil i følge Jacobsen(1996) løse eventuelle problemer som kan oppstå, i bedrifter som Mjøs metall, der kompetanse-hierarki og autoritet-hierarki ikke er sammenfallende.

5.2.4 Oppsummering og konklusjon

I alle de tre bedriftene har automatiseringen ført til et behov for mer kompleks kunnskap. Forskjellene ligger i hvordan kunnskapen og kompetansen er fordelt i bedriften. Både Tysse og Mjøs Metall bruker en form for teknologiledelse der de har valgt desentralisert fordeling og lokalisering av kompetanse der de ønsker mest mulig kompetanse hos operatørene sine. Bedriftene legger vekt på opplæring og utvikling av

operatørene og ønsker å gi dem mest mulig ansvar. I tillegg viser begge bedriftene at de har tillit til sine ansatte ved å involvere dem i produksjonsplanlegging og avgjørelser, noe som ser ut til å fungere svært godt for begge bedriftene. Her skiller LOBAS seg ut ettersom de har valgt en mer sentralisert form for fordeling og lokalisering av kompetanse. LOBAS legger hovedvekten av kompetanse hos robot-spesialistene, mens operatørene har mer rutinebaserte og enkle oppgaver. I tillegg kommer det frem at enkelte operatører ønsker å utvide sitt ansvarsområde, men at manglende tillit fra robot-spesialistene hindrer en slik utvikling.

Hypotese 2: *Innføring av CNC- og robot-teknologi vil føre til økt kompetanse og autonomi hos operatørene i organisasjonen.*

Mine funn gir altså støtte til hypotese 2, men kun i de tilfeller der bedriften har valgt desentralisert fordeling og lokalisering av kompetanse. Det er altså valgene rundt fordeling og lokalisering av kompetanse i den enkelte bedrift som avgjør om operatørene for økt kompetanse og autonomi.

5.3 Organisasjon

5.3.1 Tysse

Ved starten av innføringen av avansert teknologi hadde Tysse Mek som målsetting å være mest mulig selvhjulpen. De ønsket å produsere mest mulig i egen bedrift slik at de hadde full kontroll på hele prosessen, samt å bli mer effektive og fleksible. Tysse ønsket å utvikle sine egne prosesser slik at de kunne produsere mest mulig rasjonelt, både i forhold til eksisterende kunder og nye prosjekter. Bedriften har siden den gang vært opptatt av å henge med i utviklingen som skjer på markedet, samtidig som de investerer etter behov innad i bedriften.

Før Tysse automatiserte produksjonen sin tok de et valg om å flytte både administrasjon og salgsapparatet inn i produksjonslokalene. Ledelsen beskriver mangel på dokumentasjon og system der de fikk inn en bestilling og satte i gang produksjonen uten å planlegge mer rundt det. På den tiden var det én eller to produktsjefer som hadde ansvaret for produksjonen og kun én som hadde ansvaret for salg. Produktutviklingen

var en del av produksjonsavdelingen og ble tatt hånd om underveis i produksjonen uten noe form for dokumentasjon. Utviklingen skjedde mer tilfeldig enn den gjør nå.

Etter hvert som Tysse gjorde nye investeringer skjedde det en utvikling i organiseringen. De nye prosessene krevde mer dokumentasjon. Endrede krav fra myndighetene har medført et behov for mer rutiner. Tysse produserer under kategorien "kjøretøy", noe som har betydd mye omstrukturering av prosedyrer. Dette har ført til at Tysse er mer strukturert i dag, men de er i følge ledelsen enda ikke ferdig med denne utviklingen. Det er spesielt kravet om dokumentasjon som har påvirket organiseringen i bedriften.

"Krav til dokumentasjon i dag er mye, mye større enn tidligere. Det vil jo påvirke organisasjonen i forhold til støttesystemer og styringssystemer. Krav til at du skal dokumentere omtrent alt du gjør både i produksjon og administrasjon. Dette fokuset har påvirket fordi det må jobbes med hele tiden. Både bevisst og ubevisst. Teknologi har ikke direkte påvirket men veldig mye rundt teknologien har påvirket organiseringen."
(Respondent B)

I selve produksjonen har organisasjonsstrukturen endret seg. For å flytte ansvaret utover til operatørene er det opprettet fire teamledere. Én teamleder på maskin, én på sveis og to på montering. I tillegg har Tysse nå en produksjonstilrettelegger og en produksjonssjef. Teamledere, produksjonstilrettelegger og produksjonssjef har ukentlige møter der de planlegger produksjonen. Når produksjonen er planlagt tar teamledere planen videre ut til operatørene for å fordele oppgaver og maskiner. Dette har gitt operatørene mer frihet til å komme med innspill og planlegge produksjonen sammen med teamledere. Operatørene får da mer innblikk i sin hverdag og kan vurdere hvordan de ønsker å legge opp uken. Planene og listene blir mer veiledende enn prosedyre ettersom operatørene tilegner seg kompetanse. I tillegg skaper friheten tid til oppgaver som vedlikehold og forebyggende tiltak, noe som gjør produksjonen mer effektiv.

Tysse har aldri hatt behov for å si opp ansatte på grunn av teknologit utvikling. Bedriften har hele tiden basert antall ansatte på produksjonsvolum og har på denne måten økt

besetningen fremfor å redusere den. Når det gjelder organisering av oppgaver og operatørens arbeidsdag beskriver ledelsen at friheten til operatørene har endret seg på visse områder. Om man går langt tilbake i tid, da operatørene gjorde håndverksarbeid, hadde de noe mer frihet i form av arbeidsmetoder, fordi en industriell prosess er basert på faste rutiner og mer ensidig arbeid. Respondent C forklarer at kravene til tilhengerne var mindre strenge før i tiden, og at man da hadde litt slingringsmonn på hvordan man gjorde ting, mens toleransene nå er mye strengere. Bedriften må derfor følge spesifikasjonene til hvert produkt. Samtidig ser man at operatørene har mer frihet nå fordi de ruller på oppgavene og har mulighet for å utvikle sin kompetanse til det nivået de ønsker å være på, noe som gir dem mer frihet i hverdagen.

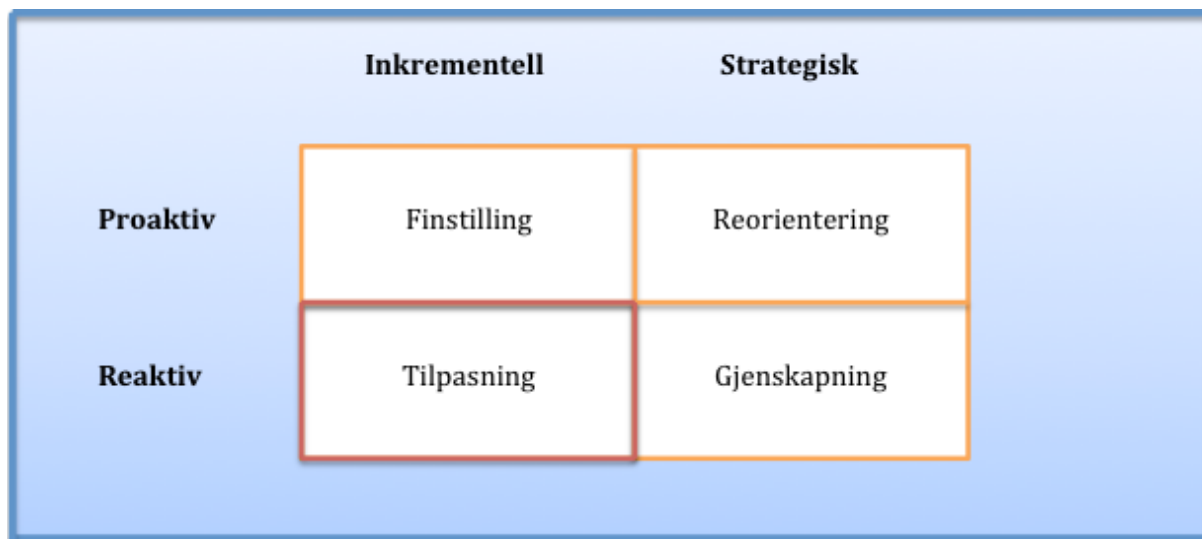
Strukturen til Tysse har blitt mer organisk under implementeringen av ny teknologi. Økt kompetanse og ansvar hos operatørene gir en ny fleksibilitet og alt tyder på at hierarkiet i bedriften har blitt flatere. I følge Abdul Ghani, Jayabalan et al. (2002) vil en mekanisk struktur raskt bli organisk ved innføring av avansert teknologi, dersom bedriften er proaktiv. Hvor mekanisk strukturen til Tysse var før innføringen er vanskelig å fastslå, men tidligere rollebeskrivelser og kompetansefordeling tyder på at strukturen var noe mer mekanisk enn i dag. Som nevnt tidligere gjør Tysse endringer for å følge med i utviklingen til markedet samt dekke behov som oppstår. Dette tyder på at bedriften er reaktiv, fremfor proaktiv. Dette er til en viss grad motstridende med teorien til Abdud Ghani, Jayabalan et al. (2002) om at avansert teknologi ikke påvirker mindre proaktive bedrifter i betydningsfull grad, men ettersom det er vanskelig å fastslå hvor mekanisk Tysse var før innføringen kan man ikke trekke noen konklusjoner rundt dette. Det tydelige funnet i denne sammenhengen er at strukturen har blitt mer organisk som følge av innføringen av avansert teknologi, og at dette er en struktur som fungerer for bedriften.

Tysse gjør nye investeringer ut i fra hvilke behov som oppstår. Ledelsen beskriver at en del innkjøp er gjort på impuls, og at prosessene rundt de fleste innkjøpene er korte. Bedriften går gjennom ulike businesscaser for å se hvilke utfordringer som følger med de ulike innkjøpene, men påpeker at de i perioder har vært veldig optimistiske uten å nødvendigvis ha tilstrekkelig grunnlag for å vite om investeringen vil gi det resultatet de ønsker. Ledelsen forteller at investeringene stort sett har gått bra og at de prøver å

tenke langsiktig når de gjør et innkjøpt. Denne formen for innkjøp er en reaktiv endring. Dette er, i følge Jacobsen og Thorsvik (2007), en reaksjon på noe som skjer i omgivelsene eller internt i organisasjonen. De gjør da endringer når behovet oppstår, fremfor å prøve å forutsi fremtidige behov.

Teknologiutviklingen hos Tysse har vært en trinnvis prosess over lengre tid. Ledelsen beskriver at dette har skapt en myk overgang for de ansatte, noe de mener har gitt dem mulighet til å vende seg til konseptet gradvis. De beskriver at utviklingen har vært rask og at det alltid er behov for ny kompetanse og ny dokumentasjon på ulike områder av produksjonen. Den trinnvise prosessen har hjulpet dem med å ta et problem av gangen slik at det har vært overkommelig. Tysse gjør altså små endringer over en lengre periode, noe som vil si at de har en inkrementell innføring. Kombinasjonen av å være inkrementell og reaktiv gjør at Tysse havner under kategorien "*Tilpasning*". Jacobsen og Thorsvik(2007) beskriver "*Tilpasning*" som følgende: små endringer som en reaksjon på hendelser i omgivelsene eller internt.

Dersom man fokuserer mer på den langsiktige strategien til Tysse med de proaktive trekkene, der bedriften tilpasser produksjonen for å ligge best mulig an i forhold til kunde- og myndighetskrav, vil Tysse havne under kategorien "*Finstilling*". Jacobsen og Thorsvik(2007) beskriver "*Finstilling*" som følgende: man går proaktivt inn for å gjøre mindre tilpasningen i deler av organisasjonen. Dette kan være endringer i rutiner for å tilpasse seg det fremtidige markedet og på denne måten forbli konkurransedyktige. Selv om bedriften kan oppfattes som proaktiv på lengre sikt viser mine funn at det er de kortsiktige reaktive trekkene som utpeker seg når sentrale aktører skal begrunne sine valg. Dette plasserer Tysse under kategorien "*Tilpasning*".



Figur 11: Funn om Tysse i Modell for ulike endringstyper

Endringene hos Tysse kan ses på som både strukturelle og kulturelle. Bedriften har hatt strukturelle endringer i form av at de har opprettet nye stillinger, de har nye krav til dokumentasjon, og de har innført en mer systematisk produktutvikling og planlegging av produksjonen. For å kunne gjennomføre og opprettholde denne strukturen har bedriften også vært gjennom kulturelle endringer. Respondent B beskriver blant annet et ubevisst fokus på dokumentasjon.

” Krav til at du skal dokumentere omtrent alt du gjør både i produksjon og administrasjon. Dette fokuset har påvirket fordi det må jobbes med hele tiden. Både bevisst og ubevisst.”

Ønsket om å øke kompetansenivået hos operatørene har og ført til kulturelle endringer fordi alle i bedriften har et kontinuerlig fokus på å lære om den nye teknologien, og å lære bort til menneskene rundt seg. Bedriften har oppnådd en ny kultur for samarbeid og utvikling.

I følge respondent A er teknologiutviklingen nødvendig for at bedriften skal bestå. Han forteller at dette er noe de ansatte forstår og at de i tillegg ser positive sider ved at maskinene tar over de ensformige og tunge jobbene som tidligere ble utført manuelt. Respondent D og respondent E forteller at de fleste ansatte er positive til nye investeringer, men at det har vært utfordrende å få det nye maskineriet til å fungere optimalt. Spesielt den nyeste linjen har hatt mange småfeil og har derfor hatt en lang

innkjøringstid. Ettersom denne linjen er større og mer kompleks enn tidligere investeringer har det tatt over ett år å få maskineriet til å drive så effektivt som planlagt.

En annen endring som har fulgt med teknologiutviklingen er innføring av tillitsvalgte. Ledelsen beskriver at de har villet ha dette i mange år, men at ingen av de ansatte har ønsket å ta rollen. Ledelsen har tidligere prøvd å påtvinge denne rollen, men nå har bedriften en frivillig tillitsvalgt som kan representere de ansatte. I tillegg har Tysse to representanter fra de ansatte i styret, noe som gjør at de ansatte er med på beslutningsprosesser i bedriften. Styreposisjonen er ikke et krav, men det er noe ledelsen ønsker for å involvere de ansatte i utviklingen til bedriften.

For at den daglige driften til Tysse skal fungere optimalt ønsker ledelsen å drive tettest mulig opp mot planlagt produksjon. Bedriften har ikke så mange konkrete nøkkeltall for den daglige driften, men de har spesielt fokus på kvalitet og å levere produktene sine til rett tid og rett pris. Tysse har gjort målinger på leveringspresisjon for å være sikre på at de holder det de lover. I selve produksjonen er det avgjørende at datasystemet fungerer slik at man kan registrere hva man har produsert og få beskjed om hvilke nye jobber som skal i produksjon.

5.3.2 LOBAS

For LOBAS har det vært produktene og effektive prosesser som har stått i fokus siden innføringen av avansert teknologi startet. Bedriften har brukt en strategi om at teknologiutviklingen skal følge produktene og behovet, altså at når produksjonsvolumet øker så skal effektivisering av prosessene følge etter. Fleksibilitet er viktig når LOBAS anskaffer ny teknologi.

"Vi driver masseproduksjon, men samtidig for et begrenset marked, så for oss er det viktig å ha en viss fleksibilitet, så da har robotene kommet inn. Fordelen med det er at vi kan leve med utviklingen av produktene. Kommer det endringer kan du programmere om og slipper å kjøpe nytt maskineri." (Respondent F)

Dette var grunnlaget for innføring av roboter, noe som har bidratt til at bedriften kan videreutvikle produktene sine. Bruk av roboter har ført til at produktendringer ikke krever nytt maskineri, men heller omprogrammering av de eksisterende robotene og

maskinene. I hvilken grad LOBAS automatiserer en prosess avhenger av tilbakemeldingene de får fra markedet. Bedriften tar sine avgjørelser primært ut i fra markedet og tilbakemelding fra kunder. Hvert enkelt produkt kan kreve et ulikt nivå av automatisering. Prosessene blir derfor fastsatt etter at produktet er prøvd ut hos kunden og eventuelle forbedringer er gjort. På denne måten unngår LOBAS kostbare og tidskrevende investeringer som det ikke er behov for.

I følge respondent F er organiseringen hos LOBAS forholdsvis lik nå som den var før innføringen av roboter i produksjonen. Den eneste tydelige forskjellen er innføringen av robot-spesialister. Dette var et behov som oppsto ettersom antallet roboter i produksjonen økte.

”Organiseringen tror jeg er forholdsvis lik. Vi har produksjonsledere som har en viss kunnskap og så har du formannsnivå også har du operatørstadiet. Det vi har sett nå etterhvert som vi får flere og flere roboter er at vi må ha noen som har spisskompetanse. Derfor har vi opprettet en kombinert stilling på en som sitter nede, så når operatør og formann har problemer må de tilkalle spesialisten” (Respondent F)

Organiseringen av den daglige driften foregår ved at formenn skal tilrettelegge for den jobben operatørene skal utføre. Operatørene skal i hovedsak starte programmet og holde det i gang. I følge respondent F er det et begrenset nivå på operatørene og det er alltid formann sin oppgave å kontrollere kvalitet og riktig sammenstilling av produktene. Respondent H forteller at han er fornøyd med sine oppgaver, men at han ønsker mer frihet i arbeidet sitt. Nå gjør han det han får beskjed om, men han uttrykker at han gjerne skulle hatt mer opplæring for å utvide sine ansvarsområder. Dette stemmer delvis over ens med teorien til Gupta og Yakimchuk (1989) om at denne form for organisering vil føre til mindre kognitive og stimulerende stillinger som vil føre til kjedeligere og mer ensidige arbeidsdager, og dermed mistriivsel på arbeidsplassen. Respondent H ser ikke ut til å mistriives i sin rolle, men det er tydelig at han ønsker flere utfordringer og mer variert arbeid. Selv om han på dette tidspunktet er fornøyd med situasjonen kan det med tiden utvikle seg til mistriivsel og ha negativ effekt på arbeidsmiljøet om han ikke får flere utfordringer.

Respondent G har, som robot-spesialist, større muligheter til å styre sitt arbeid ved å gjøre endringer han mener er riktig for produksjonen, men dersom endringene påvirker produktene må han forhøre seg med ledelsen. Respondent G har altså mer komplekse og varierte oppgaver noe som i følge Gupta og Yakimchuk(1989) vil føre til en personlig, indre belønning som vil bidra til økt motivasjon.

De tydelige rollene og autoritetsforholdene i LOBAS tyder på at bedriften har en relativt mekanisk struktur. Mine funn viser at stillingen robot-spesialist har ført til et brattere hierarki der operatører blir mer overvåket og kontrollert og er mindre deltakende i avgjørelser rundt produksjonsprosessene.

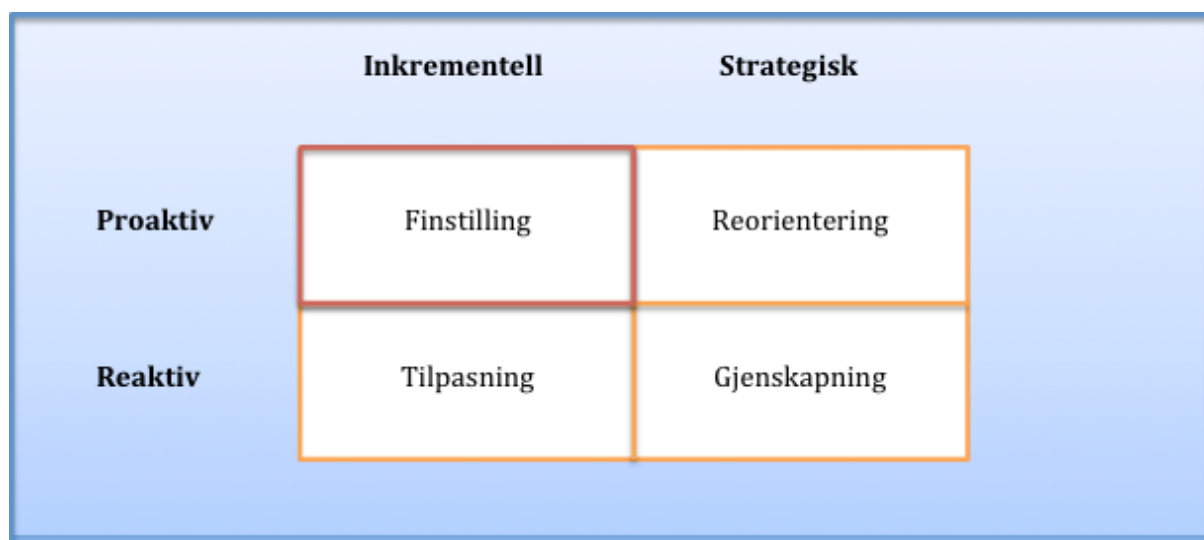
Da innføringen av roboter startet hadde ikke LOBAS en langsiktig plan om å automatisere hele produksjonen. Hver investering ble gjort til et dedikert formål og med en tanke om at hver robot skulle kunne utføre mer enn én oppgave. Respondent F beskriver en investeringsstrategi uten en konkret langsiktig plan, men jeg sitter likevel igjen med et inntrykk av at automatiseringen er nøye gjennomtenkt og planlagt før innføring. Respondent F beskriver blant annet en utvidelse av det et conveyor-bånd og fremtidige innkjøp av roboter. Denne tankegangen tilsier at LOBAS heller mot å være proaktive. Selv om bedriften har reaktive trekk i form av at hver investering er basert på ett spesielt tilfelle som en del av en kortsiktig strategi, har de også en plan om at alle innkjøp skal være nyttige for flere behov og gjøre dem forberedt for fremtidig utvikling. Dette gjør bedriften proaktiv.

For LOBAS har det mest utfordrende ved teknologiutviklingen vært å bygge opp kompetansen innad i bedriften. I følge respondent F har det vært en lang prosess der de har tilegnet seg den nødvendige kompetansen etter innkjøpet er gjort. Altså har kompetansen kommet av erfaring med robotene. Daglig leder beskriver denne prosessen som krevende og at det alltid tar tid å komme opp i det produksjonsvolumet man ønsker. Erfaringen med nye innkjøp har bidratt til at LOBAS blir flinkere for hvert innkjøp de gjør. Innføringen er et samarbeid med leverandør der bedriften har blitt mer involvert i startfasen av prosjektet for å oppnå ønskede resultater raskere. I følge respondent G og respondent H har det mest utfordrende vært å få robotene til å fungere optimalt.

"Det mest utfordrende hittil er jo at det ikke har fungert etter de intensjonene vi hadde. Det har ikke stått til forventningene om å effektivisere. Det går rett og slett for sent og er for mange stopp. Derfor har vi jo hatt mye besøk av leverandører fra Sverige her. Det har vært en gradvis oppdatering, så nå håper vi at det skal fungere bedre. Det går jo for sent" (Respondent H)

Ettersom investeringene til LOBAS har skjedd gradvis vil de falle under en inkrementell strategi. I kombinasjon med den proaktive holdningen vil dette si at de havner under kategorien "*Finstilling*", mens det reaktive mønsteret vil tilsi at de havner under "*Tilpasning*".

Mine funn viser at LOBAS har mer proaktive handlingsmønstre enn reaktive. Ved plassering i matrisen til Jacobsen og Thorsvik (2007) vil LOBAS derfor havne under kategorien "*Finstilling*".



Figur 12: Funn om LOBAS i Modell for ulike endringstyper

Om endringene i LOBAS er kulturendringer eller strukturendringer kan være vanskelig å fastslå. Ettersom strukturen kun har endret seg i form av at stillingen robot-spesialist ble opprettet har det ikke skjedd mange endringer i selve organiseringen. Likevel er det gjort endringer i form av at operatørene nå kun har enkle rutineoppgaver, mens denne nye formen for spesialisering er opprettet. Dette er det man vil kalle strukturendringer.

Når det gjelder kulturendringer er oppfatningen at det ikke har skjedd noen spesifikke endringer. Mine funn tyder på at holdningene til de ansatte, og forholdene mellom de forskjellige partene i bedriften, er relativt like som før automatiseringen. Likevel har det nok skjedd en kulturendring hos ledelsen ettersom de nå har mer fokus på videre utvikling og automatisering av produksjonen. Spesielt fokuset på kvalitet og produktutvikling har økt de siste årene.

De tillitsvalgte i LOBAS er ikke direkte involvert i avgjørelser rundt nye investeringer. De tillitsvalgte blir informert om valgene ledelsen tar og har hittil vært positive til investeringene som er blitt gjort. I følge respondent F har LOBAS en filosofi om å ta ut mindre utbytte og i stedet gjøre investeringer i bedriften for at den skal overleve i dag og i fremtiden.

For at den daglige driften skal fungere har LOBAS fokus på kvalitet. Respondent F mener at gode produkter til kunden er en nøkkelfaktor for å opprettholde salget. I tillegg ønsker han et automatiseringsnivå som gjør at prisen på produktene blir riktig. LOBAS har lagt seg på et nivå der de skal ha det beste produktet, ikke det billigste. Bedriften ønsker å ligge lengst frem teknologisk, så de har konstant fokus på produktutvikling. Hvert produkt skal ha en utvikling etter en viss levetid fordi de vil unngå prissammenligning med konkurrenter. Et av målene med dette er å få igjen for utviklingskostnadene som følger med automatiseringen.

5.3.3 Mjøs Metall

Mjøs Metall har hele tiden hatt en målsetting om å være effektiv og konkurransedyktig. Daglig leder deler opp begrunnelsene for innføring av CNC- og robot-teknologi i tre deler: timepris på ingeniører og operatører, "Helse, miljø og sikkerhet" og kvalitet. Det første argumentet går ut på at norske operatører er forholdsvis dyre sammenlignet med konkurrerende land og at man da får et fokus på timekostnader. Bedriften ønsker derfor å bruke teknologi som et virkemiddel for å få ned antall timer en operatør ville brukt på den samme jobben.

"Sånn er teknologi et virkemiddel for å produsere raskere og mer effektivt, eventuelt mer ubemannet eller delvis ubemannet, sånn at én person kan betjene flere maskiner og på den måten redusere effekten av operatørlønningen. Så har du jo ingeniørlønninger der Norge

ligger bedre an. Vi er ikke så mye dyrere enn konkurrerende land på ingeniører, vi har en flatere struktur i Norge, så relativt sett er en ingeniør billigere enn i andre land. Og da løser vi produksjonsutfordringene med å bruke mer ingeniørtimer og mindre operatørtimer i forhold til hva man produserer.” (Respondent I)

Når det gjelder ”Helse, miljø og sikkerhet”(HMS) så er begrunnelsen at roboter erstatter de kjedelige, repeterbare oppgavene, men også miljøperspektivet i forhold til at de ansatte skal utføre oppgaver som er interessante og givende. Om Mjøs Metall innfører ny teknologi basert på ren effektivitet eller HMS kan variere og kommer an på gevinsten rundt den enkelte investering.

Den tredje begrunnelsen er kvalitet. For å oppnå stabil kvalitet må man ha kontroll over prosessene og man må gjøre en grundig innsats slik at man får de rette delene ut av produksjonen. Dersom man oppnår en nøyaktig og kvalitetssikker prosess vil man få effektiv produksjon og samtidig ha mulighet til å gjøre endringer for å utvikle produktene videre.

”En automatisert prosess må være under kontroll, ellers fungerer den ikke, og man får da ikke riktig deler ut. Så vi gjør gjerne en mer grundig innsats for å få prosessen under kontroll, og da får du flere spin-off, du får effektiv produksjon og du får god stabil kvalitet.” (Respondent I)

For Mjøs Metall har ikke utvikling av nye produkter vært en stor nok grunn i seg selv for å gjøre nye investeringer, men når de investerer for å utvide kapabiliteten følger gjerne andre fordeler med som gir nye muligheter i form av blant annet design og presisjon.

Produksjonen til Mjøs Metall kan ikke hel-automatiseres. Bedriften lager et bredt spekter av ulike artikler i løpet av et år, så hvor automatisert hver enkelt prosess er varierer. Dette gjelder alt fra enkeltstående CNC-maskiner der prosessene i maskinene er automatisert, men som blir matet og betjent manuelt, til robot-celler⁹ som går helt ubemannet. I hvor stor grad en prosess er automatisert kommer helt an på produktet og

⁹ Robot-celle: Et komplett system med robot, kontroll-system og andre sentrale deler slik at roboten operere uten involvering av mennesker

seriestørrelsen. Bedriften er derfor avhengig av å være fleksibel og effektiv på enkelte produkter, spesielt der prispresset er stort.

"Det er ikke en bestemt grad av automatisering som er riktig for oss. Vi må ha fleksibilitet og effektivitet på enkelte produkt der prispresset er større og du må være effektiv for å få den type produkt. Så for oss er det viktig med et spekter. Som dekker litt ulike markedskrav." (Respondent I)

De tre hovedbegrunnelsene for innføring av ny avansert teknologi er altså timepriser, HMS og kvalitet. Timepris er en ekstern faktor som endrer seg ut i fra markedsførhold og myndighetskrav. HMS handler om å tilpasse interne forhold og behov i bedriften, men også om krav og retningslinjer innen bransjen og fra kundene. Kvalitet handler om å tilpasse egne produkter og prosesser for å være konkurransedyktige og tilfredsstillende kundekrav. Mjøs Metall har siden sin oppstart tatt utgangspunkt i sine egne ressurser, men endret organiseringen og produksjonssystemene sine ut i fra eksterne forhold. Dette viser at bedriften har reaktive endringsmønstre.

De siste ti årene har Mjøs Metall fokusert mer på selve organiseringen av bedriften, men dette er i følge daglig leder ikke en direkte konsekvens av automatiseringen, men heller en konsekvens av økning i antall ansatte og endringer i krav fra kunder og myndighetene.

"Før når man pendlet mellom 5-10 ansatte så blir det jo en direkte linje, når du kun har 2 i administrasjonen. Så endringen vi har gjort de siste 10 årene der organisasjonen har blitt jobbet mye mer med er mer en følge av mengden personer og kravene fra kunder og myndigheter som har endret seg ganske mye. Så tilpasningen til organisasjonen skyldes nok mer sånne ting en maskinene i seg selv." (Respondent I)

Den største organisatoriske forandringen er økt dokumentasjonskrav, både til sporbarhet og kvalitet, men også i forhold til systemer og rutiner. I tillegg har markedet nå økt fokus på sporbarhet innen HMS, rutiner for opplæring, planlegging, kontroll av utstyr, vedlikehold og lignende. Altså er bedriften nå nødt til å fokusere mer på organiseringen og rutinene enn de gjorde før.

Mjøs Metall har et ordrekontor som styrer den daglige driften. De tar i mot ordre og lager deretter en grov plan for å koordinere fremdriften. Deretter planlegger hver avdeling i detalj hvordan de ønsker å utføre den gitte planen. Dette innebærer hvilke maskiner som passer til de ulike jobbene og hvilke operatører som skal styre de aktuelle maskinene. Etter at operatørene er tildelt sine oppgaver har de selv ansvaret for egen fremdrift, samt holde sin leder oppdatert om hvordan de ligger an i forhold til fremdriftsplanen. Operatørene har en time- eller arbeidsliste for hver maskin som blir oppdatert kontinuerlig ut i fra hvor langt materialet har kommet. Listen skal beskrive om materialet er klart for produksjon eller ikke. Dersom det blir problemer med listen tar operatørene dette opp med ordrekontoret eller produksjonsansvarlig som kontrollerer og ser over hvor langt man har kommet og hva som er neste steg i produksjonen.

De nye rutinene for planlegging av fremdrift har gitt operatørene mer frihet og variasjon i arbeidsoppgaver. Respondent I forteller at fleksibilitet står i fokus og at operatørene derfor rullerer på de ulike maskinene.

”Vi har rullering, så operatørene blir tildelt arbeidsoppgave og den kan være i ulike maskiner fra dag til dag. De har selvfølgelig én de står mest i, men uansett så legger vi stor vekt på høy fleksibilitet så folk kan betjene ulike maskiner. Vi er veldig bevisst på det ved investering at vi skal ha samme type styring så det er lett å lære folk opp, og opprettholde fleksibiliteten.” (Respondent I)

Før innføringen av avansert teknologi, når operatørene utførte manuelle operasjoner, var bedriften avhengig av at operatørene sto på sin faste plass til en hver tid. Nå, når maskinene kan utføre operasjonene selv, har de større fleksibilitet med tiden sin. Operatøren kan sette i gang en operasjon og så gå videre til en annen oppgave mens maskinen utfører sitt arbeid. Dette gjør at én operatør kan forberede neste operasjon mens maskinen jobber, eller sette i gang andre maskiner. Operatøren kan da styre flere maskiner på en gang og i tillegg legge opp produksjonen slik han eller hun ønsker det, innenfor gitte rammer.

For å styre kvaliteten på produktene har Mjøs Metall en egen avdeling med tre ansatte. De har også en avdeling de kaller Teknisk utvikling (TU) som i hovedsak består av ingeniører. Teknisk utvikling bidrar på prosjektarbeid eller mer krevende programmering når operatør-kompetansen ikke strekker til. TU utvikler også nye programmer for å produsere nye og mer avanserte deler.

Mjøs Metall hadde færre ansatte før automatiseringen og dermed færre nivåer i sitt hierarki. Dette gjorde kommunikasjon innad i bedriften gikk i en mer direkte linje enn nå. Som nevnt tidligere har krav til dokumentasjon og kvalitet økt, og bedriften har derfor måttet endre sine rutiner og prosedyrer. Dette har ført til et noe mer mekanisk mønster i rollefordeling og hierarki-nivåer, men ettersom bedriften viser fleksibilitet, samarbeid og kommunikasjon i og mellom alle ledd kan man se at de har et flatt hierarki og en struktur som er organisk. Det er usikkert hva slags struktur bedriften hadde før innføringen, ettersom de var relativt få ansatte, men det er tydelig at strukturen har blitt mer organisk.

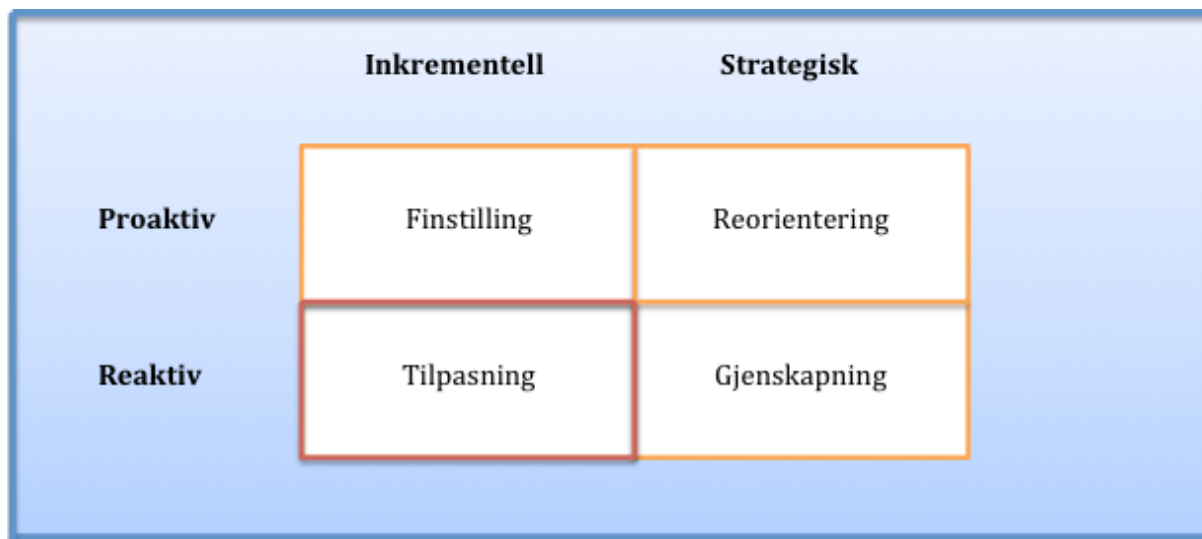
I følge Abdul Ghani, Jayabalan et al. (2002) vil ikke teknologiendringer ha betydelig effekt på bedrifter som er mindre proaktive, men akkurat hva som har ført til en mer organisk struktur hos Mjøs Metall er vanskelig å fastslå. I følge daglig leder er det økt antall ansatte og krav fra myndigheter og kunder som har ført til organisasjonsendringene, ikke teknologiutviklingen. Dette støtter teorien til Abdul Ghani, Jayabalan et al. (2002), men daglig leder sier også at automatiseringen har gitt mer fleksibilitet og kapabilitet, noe som gir en mer organisk struktur. Et annet motargument til teorien er at automatiseringen har ført til at bedriften klarer å følge de ulike kravene omgivelsene stiller, og at det derfor indirekte er automatiseringen som har forårsaket en mer organisk struktur.

Mjøs Metall kjøpte sin første CNC-maskin på 80-tallet. Etter dette har det gradvis blitt kjøpt inn flere maskiner. Innføringen har altså skjedd trinnvis over lang tid. Det mest utfordrende ved innføringen har, i følge respondent I, vært å få ansatte med riktig kompetanse som er brennende engasjert i akkurat dette. Han forteller at den formelle kompetansen man besitter gjennom utdanning og arbeidserfaring er et krav, men at det er engasjementet og dedikasjonen det er vanskelig å finne. I følge respondent J er det

mest utfordrende å få de nye maskinene i gang. Det hender at uforutsette problemer oppstår, noe som gjør at implementeringen kan ta lenger tid enn antatt, og det blir da vanskelig å planlegge produksjonen.

”Det tar ofte litt tid å få maskinene i gang. Alt skal være på stell, kjøling, luftfilter, alt skal være klart, stille inn og rette maskiner, og få i gang første delen og få i verktøy, det er av og til at det tar litt mer tid på grunn av problemer vi ikke har oppdaget før. Det er kanskje det som er mest utfordrende. Vi må vite når maskinen er oppe og går, og klare for produksjon, så man ikke bommer totalt på det.” (Respondent J)

Den trinnvise implementeringen tilsier at bedriften bruker en inkrementell tilnærming. Kombinasjonen av en inkrementell tilnærming og et reaktivt endringsmønster vil plassere Mjøs Metall i kategorien *”Tilpasning”*. Som nevnt tidligere har Mjøs Metall gjort mange investeringer og endringer det siste året. Dersom man fokuserer på denne korte tidsperioden vil man kunne tolke strategien som en strategisk tilnærming. Man kan i tillegg se på disse endringene som proaktive ettersom bedriften på lang sikt ønsker å tilpasse seg et potensielt nytt marked. Bedriften vil da havne i kategorien *”Reorientering”*. Beskrivelsen av *”Reorientering”* er at bedriften gjør store proaktive endringer der organisasjonen går gjennom omfattende omstruktureringer og personellutskiftninger. Dette er ikke en passende beskrivelse for Mjøs Metall. Selv om målsettingene er endret har de ikke gjort verken personellutskiftninger eller omfattende omstruktureringer. Funnene viser altså at man må ta utgangspunkt i en lengre tidslinje for å plassere bedriften i riktig kategori. Hvor vidt Mjøs Metall er mer reaktive enn proaktive kan diskuteres, men mine intervjudata og observasjoner tilsier at bedriften er mer reaktiv enn proaktiv, og havner derfor i kategorien *”Tilpasning”* ved plassering i modellen *”Ulike endringstyper”*. (Figur 13)



Figur 13: Funn om Mjøs Metall i Modell for ulike endringstyper

Endringene til Mjøs Metall har vært strukturelle i form av at organiseringen har endret seg og at produksjonsprosessene er endret. Samtidig har de nå et helt annet fokus på dokumentasjon og kvalitet, samt kompetanseutvikling, noe som krever en kulturendring i bedriften. Som nevnt tidligere ønsker daglig leder ansatte som har engasjement og interesse for fagfeltet, noe som krever en kultur der man opprettholder driven blant de ansatte. Det kommer frem at kulturen bør endre seg for å kunne utnytte strukturendringene optimalt, men at strukturendringene er tydeligere enn kulturendringene i bedriften.

De ansatte i Mjøs Metall ser på innføringen av ny teknologi som positive tiltak. Respondent J beskriver at enkelte i eldre generasjoner kan være litt skeptiske, men at de fleste ser fordelene ved det nye maskineriet og at de liker å få nye utfordringer.

"De fleste er positive, men det er det jo alltid litt forskjeller i hva folk vil, Noen har det bekvemt med å stå med den maskinene de er vant til å jobbe med, og de vil ikke ha flere utfordringer og mer stress. Så det er litt av alt, men det er mye fokus på utvikling og man vil jo gjøre seg bedre og bedre, og det er jo det fokuset man må ha." (Respondent J)

De tillitsvalgte i bedriften er ikke direkte involvert i avgjørelser rundt maskininvesteringer, men operatørene er med på diskusjoner rundt pågående prosjekter og fremtidige behov.

"De tillitsvalgte er ikke direkte involvert i maskininvesteringer, men operatørene er med når vi diskuterer nye maskiner, og de jobber med nye maskiner underveis i prosjektene."
(Respondent I)

Den daglige driften til Mjøs Metall er avhengig av at samspillet mellom mennesker, maskiner og selve systemet fungerer. Det er avgjørende å ha klare rutiner for hvem som skal gjøre hva til hvilken tid og at alt verktøyet er på riktig sted. Som nevnt tidligere har fordelingen av kunnskap blitt mye brede nå enn den var før, men det er fortsatt enkelte nøkkelpersoner som er avgjørende for driften. Dersom disse individene er borte en arbeidsdag skaper det utfordringer, men ettersom rutiner og prosedyrer er godt dokumentert vil ikke driften bli påvirket i betydelig. Bedriften har tydelige planer for hvem som skal ta over hverandres oppgaver ved fravær.

5.3.4 Konklusjon

Alle de tre bedriftene har reaktive endringsmønstre i sin teknologiledelse. De følger behov innad i bedriften, krav fra myndigheter og utvikling i markedet når de gjør endringer i organisasjonen. Bedriftene har likevel også proaktive sider ettersom de er opptatt av å gjøre langsiktige investeringer som sikrer at produksjonen deres er lønnsom i fremtiden og at de forblir konkurransedyktige. Mine funn viser likevel at LOBAS skiller seg ut som en mer proaktiv bedrift enn de andre fordi bedriften viser en mer fremtidsrettet strategi i implementeringen av ny teknologi.

Tysse og Mjøs Metall har organisasjonsstrukturer som har blitt mer organiske i løpet av implementeringen av avansert teknologi. Om dette er en direkte følge av selve automatiseringen er noe usikkert ettersom nye krav til dokumentasjon og kvalitet har økt de siste årene. Man kan likevel anta at det er automatiseringen som gjør at bedriftene klarer å henge med i markedsutviklingen og kravene som følger med, og at strukturendringene derfor er en indirekte virkning av automatiseringen.

LOBAS har en mer mekanisk struktur enn de to andre bedriftene. Dette kan være en konsekvens av at bedriften har valgt å opprette stillingen robot-spesialist som har gitt et brattere hierarki der operatører ikke har mulighet til å styre egne arbeidsprosesser.

Hypotese 3: *Innføring av CNC- og robot-teknologi vil føre til et flatere hierarki dersom organisasjonen er proaktiv.*

Ut i fra strukturen til Tysse og Mjøs Metall er det ikke grunnlag for å trekke noen slutning rundt denne hypotesen, men det man ser er at CNC- og robot-teknologi har ført til en mer organisk struktur i to reaktive bedrifter. Dette funnet står i strid med teorien til Abdual Gahni, Jayabalan et al. (2002) om at teknologiendringer ikke vil ha særlig effekt på mindre proaktive bedrifter, og falsifiserer dermed teorien. Samtidig ser man at LOBAS er en proaktiv bedrift, med en mekanisk struktur, som ikke har fått et flatere hierarki som følge av automatiseringen. Resultatene fra mine undersøkelser hos LOBAS gir dermed ikke støtte til hypotese 3. Hypotese 3 er falsifisert.

Mine funn gir ikke grunnlag for støtte til hypotese 3, og viser at det er behov for flere studier og mer nyansering for å trekke slutninger rundt denne hypotesen. Dette gir støtte til kritikken mot Woodward om at det er en klar kobling mellom teknologi og organisasjon, og viser at det er komplekse koblinger mellom innføring av CNC- og robot-teknologi og organisasjon.

5.4 Økonomisk og sosial bærekraft

I dette kapitlet drøfter jeg trekk ved økonomisk og sosial bærekraft. I en forstand er dette en dimensjon som har mer ekstern betydning enn de tre andre dimensjonene. Med økonomisk bærekraft mener jeg at bedriften må ha en positiv utvikling i sin økonomi og at innføringen av CNC- og robot-teknologi ikke skal ha negativ effekt på økonomien. Økonomisk bærekraft er viktig for de interne forholdene i den enkelte bedrift, men også for Norges økonomi som helhet. Med sosial bærekraft mener jeg bedriftens evne til å ivareta ansatte og antall arbeidsplasser ved innføring av CNC- og robot-teknologi. Sosial bærekraft er viktig for å opprettholde arbeidsplasser. Denne oppgaven går kun inn på en begrenset del av økonomisk og sosial bærekraft.

5.4.1 Tysse

Da teknologiutviklingen hos Tysse startet fryktet noen av de ansatte tap av arbeidsplasser. Denne frykten har forsvunnet ettersom ledelsen har vist at ingen mister

jobben ved implementering av ny teknologi. Respondent A og B forteller at de ansatte nå er nysgjerrige og positive til nytt maskineri.

"Det var litt motstand blant de ansatte i begynnelsen, men når man så at teknologien ga mer volum uten at noen måtte gå fra jobben ga det seg. I dag hører vi ingenting negativt. Det er ikke en eneste som sier noe om antall arbeidsplasser." (Respondent A)

"Tvert i mot, de er nysgjerrige om det som kommer" (Respondent B)

Gupta og Yakimchuk (1989) beskriver at gamle ansatte kan bli erstattet av nye ansatte i andre fagfelt som følge av at nytt maskineri erstatter jobber i produksjonen. Hos Tysse er ikke dette tilfellet ettersom de har lært opp gamle operatører i nye oppgaver. Bedriften har fra 1990 til 2013 økt fra 22 til 75 ansatte. I 1990 var det to ansatte som var direkte involvert i produksjonen. Dette antallet økte til fem ansatte innen år 2000 og videre til åtte ansatte i 2013. Ledelsen har i samme tidsperiode økt fra tre ledere i 1990, til fire ledere i 2000 og til syv ledere i 2013. Med bakgrunn i at ingen ansatte har fått sparken som følge av teknologiutviklingen kan man konkludere med at ingen arbeidsplasser har gått tapt, og at bedriften har gjort ansettelse i tråd med nye investeringer og økning av kapasitet.

Under utvikling av produksjonen er Tysse opptatt av å produsere mest mulig lønnsomt og effektivt. Bedriften gjør kontinuerlige evalueringer av prosessene og vurderer hvilke innkjøp som har vært gode og hvilke som har vært mindre vellykkede. I ett tilfelle så ledelsen at en operasjon ble billigere og mer effektiv dersom den ble utført manuelt, og tok derfor denne delen ut av den automatiserte linjen. Tysse ser også på mulighetene til å outsource deler som blir for dyre eller tidskrevende å produsere selv, og de kartlegger hvilke reserve-løsninger som eksisterer i tilfelle noe uventet skulle skje.

Når det gjelder innkjøp av ny teknologi er Tysse opptatt av å velge leverandører de er trygge på. Bedriften velger ikke nødvendigvis det billigste alternativet, men setter heller trygghet og service først.

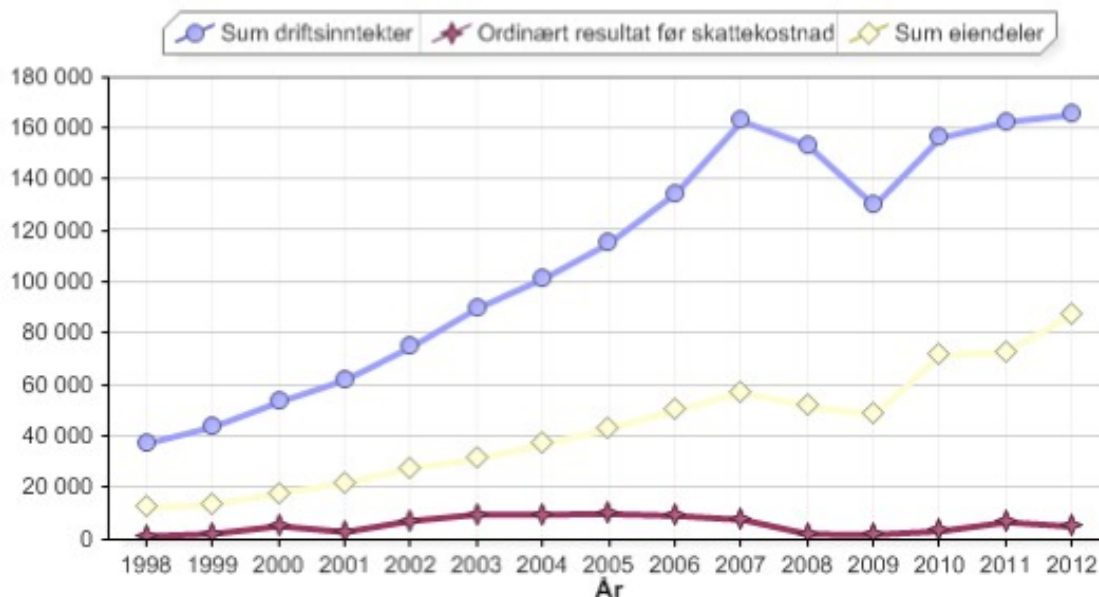
”Vi har prøvd å investere i maskin og utsyr der vi har forhandlere som vi er litt trygge på. Gjerne ikke alltid det rimeligste, men det som gir folk trygghet for service . Økonomien teller selvfølgelig, men vi har ikke vært inne på billigmarkedet bare for å ha et eller annet”
(Respondent A)

Tysse fokuserer på å ha trygghet i hver leverandør, og i tillegg ha flere leverandører for å unngå kriser ved eventuelle feilkjøp. Respondent A forteller at det er selve investeringen i nytt maskineri som er den største utgiften ved teknologiutviklingen, men at de ser på dette som noe positivt ettersom denne utgiften bidrar til økte inntekter.

For å kartlegge hvordan bedriften ligger an i markedet evaluerer Tysse statistikker fra opplysningsrådet for veitrafikken. Statistikken viser hva bedriften har solgt i hvert eneste fylke og kommune. Tysse har vært størst på antall tilhengere syv år på rad, men ikke i 2013. For å rette opp i dette ønsker bedriften å utvikle nye løsninger slik at de kan dekke flere behov i markedet. Her kommer den nye teknologien til nytte ettersom de kan spare penger fordi de kan kjøre nesten alle vitale deler i den automatiserte linjen.

Resultatregnskapet til Tysse viser at driftsinntektene har hatt en økning fra 37 312 000 kr til 165 321 000 kr i tidsperioden 1998 til 2012. Bedriftens driftskostnader har hatt en lignende utvikling. Driftskostnaden lå på 35 908 000 kr i 1998 og har steget til 165 321 000 kr innen 2012. På tross av lignende utvikling i inntekter og kostnader har det variert hvor mye verdiene har økt fra år til år. Kurvene har ikke alltid vært i takt, og har derfor resultert i et noe ustabilt driftsresultat. Driftsresultatet lå på 1 404 000 i 1998 og har variert fra år til år før den la seg på 6 116 000 kr i 2012. (ProffForvalt 2014)

Ordinært resultat før skattekostnad har hatt en økning fra 1 351 000 kr til 5 119 000 kr i 2012. (ProffForvalt 2014) Ordinært resultat før skattekostnad er gjennom hele perioden relativt likt driftsresultatet. Dette kan skyldes at bedriften har lite gjeld og dermed lave rentekostnader.



Figur 14: Grafisk fremstilling av resultatregnskap (ProffForvalt 2014)

Resultatregnskapet til Tysse viser at egenkapitalen til bedriften har vært noe ustabil fra 1998 til 2004. I 1998 lå egenkapitalen på 5 499 00 kr, og økte deretter til 10 349 i 2000 for så og synke til 7 618 00 kr i 2004. I perioden 2005 til 2012 endret utviklingen seg, og egenkapitalen hadde da en økning fra 14 776 000 kr til 34 485 000 kr. Gjelden til bedriften har hatt en jevnere utvikling i hele tidsperioden, og har økt fra 6 929 000 kr til 53 257 000 kr.(ProffForvalt 2014) Altså har gjelden hatt en større økning en egenkapitalen, noe som betyr at gjeldsgraden til bedriften har økt i tidsperioden 1998 til 2012.

5.4.2 LOBAS

Da LOBAS valgte å innføre roboter i sin produksjon var ett av målene å sikre arbeidsplasser i bedriften. LOBAS har klart å øke effektiviteten samtidig som de har klart å holde antall ansatte tilnærmet konstant de siste ti til 15 årene. Fra 1990 til 2000 økte antall ansatte med 20 personer hos LOBAS. Dette innbar en økning fra 30 til 46 personer i produksjonen og fra tre til seks ledere. Fra 2000 til 2013 har antallet ansatte kun økt med én person, men det har skjedd noen endringer i fordelingen. Antall ansatte i produksjonen har minsket med syv, og antall ledere har økt med tre. I tillegg har antallet ansatte i andre støttefunksjoner økt med fem personer. Ut i fra endringene i de ulike fagfeltene kan det se ut som Gupta og Yakimchuk (1989) har rett i at operatører blir erstattet av ansatte innenfor andre fagfelt, men dersom man også tar hensyn til

økningen i totalt antall ansatte og at LOBAS ønsker å sikre arbeidsplasser, kan man anta at det er egne ansatte som har hatt en kompetanseutvikling, ikke blitt erstattet av andre utenfra.

Når LOBAS gjør investeringer setter de seg alltid mål om tilbakebetalingstid. Dette er likevel ikke det mest avgjørende fordi de nye robotene generer mye arbeid, og fordi bedriften har en god basisøkonomi som gir dem mulighet til å strekke seg litt lenger enn primærbehovene når det kommer til investeringer.

"Økonomi er jo viktig, men vi har en god basisøkonomi som gjør at vi kan strekke litt lenger så vi kan ha kapasitet på et større antall enn det som er nødvendig. Det gjør at vi løftes for hver investering." (Respondent F)

Det er viktig for LOBAS at hver eneste investering tar dem et skritt videre slik at de kan ligge foran konkurrentene. I følge respondent F er innkjøpet av selve roboten den største utgiften ved en ny investering, men de må også ta hensyn til kompetanseøkning og innfasingsprosessen. Det kan ta opp til et år og gjøre de ulike endringene og tilpasningene som skal til for at systemet skal fungere optimalt, noe som innebærer ekstra utgifter lønn og redusert produksjonstid.

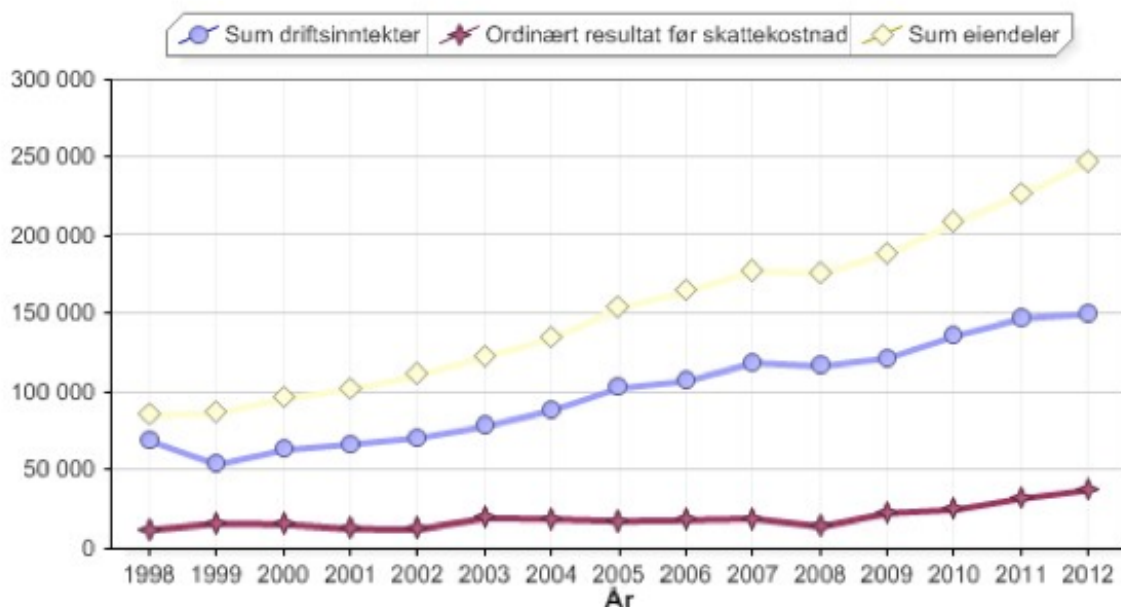
LOBAS bruker markedet som en målestokk for å analysere hvilket prisnivå produktene skal ligge på. Bedriften har ikke et ønske om å være billigst, men de vil tilpasse produksjonen sin slik at den blir lønnsom i forhold til den tilstanden markedet er i. LOBAS er nå markedsleder i hovedgruppen sin i det norske markedet og har nådd målene sine på dette området. Når det gjelder eksport er ikke bedriften helt på samme nivå fordi det er en ressurs- og tidskrevende prosess. LOBAS jobber hele tiden med å forbedre seg på dette området og ser etter nye markedsmuligheter. Dersom bedriften skal inn i nye land kan det bli kostbart fordi de da må gjøre tilpasninger til løsningene i hvert enkelt land, samtidig som de må konkurrere med eksisterende løsninger i det landet de går inn i.

For at LOBAS skal klare å utvikle seg gjør de jevnlig nye investeringer. I følge respondent F er det helt nødvendig å gjøre investeringer hvert eneste år for å oppnå økning i

inntjening, så lenge det står i samsvar med investeringsbudsjettet. Samtidig er bedriften fokusert på å gjøre utviklingsarbeid slik at de kan opprettholde og utvide kundemassen sin. For å ha kontroll på utvikling og kostander ønsker LOBAS å ha mest mulig av produksjonen i egen bedrift. En liten andel av delene må bedriften kjøpe inn fra Asia fordi de har helt andre kostnadsforhold, men bedriften ønsker selv å produsere det som er fornuftig.

Resultatregnskapet til Lobas viser at egenkapitalen til bedriften har økt jevnlig siden 1998. Gjelden til bedriften har holdt seg tilnærmet lik over samme tidsperiode, noe som har ført til at gjeldsgraden har sunket. Overskuddet til LOBAS har altså hatt en jevn økning siden 1998. (ProffForvalt 2014)

Både driftskostnadene og driftsinntektene har økt jevnt fra 1998 til 2009. Dette har ført til et stabilt driftsresultat over denne tidsperioden. Fra 2009 til 2012 ser man en økning i driftsinntekter, mens driftskostnadene forblir stabile. Dette har ført til et økende driftsresultat fra 2009 til 2012. (ProffForvalt 2014)



Figur 15: Grafisk fremstilling av resultatregnskap (ProffForvalt 2014)

Grafen for ordinært resultat før skatt har vært relativt stabil fra 1998 til 2012. Regnskapet viser at ordinært resultat før skatt er ganske likt driftsresultatet.

(ProffForvalt 2014) Dette kan skyldes at bedriften har lite gjeld, noe som fører til lave rentekostnader.

5.4.3 Mjøs Metall

Som følge av teknologiutviklingen har det oppstått nye typer stillinger og et annet kompetansebehov hos Mjøs Metall. De ansatte i bedriften har muligheter for å utvikle seg i den grad de ønsker selv og ingenting tyder på tap av arbeidsplasser. Det totale antallet ansatte har økt fra ti til 55 i tidsperioden 1990 til 2013. Dette innebærer en økning fra syv til 35 ansatte som er direkte involvert i produksjonen. Ledelsen har økt fra to til åtte ansatte, og andre støttefunksjoner har økt fra én til tolv. Det har altså vært en økning i alle avdelinger, og man kan derfor anta at få eller ingen maskinarbeidere er erstattet av nye operatører eller ansatte innen andre fagfelt.

Mjøs Metall er en familieeid liten til mellomstor bedrift og dette gjør, i følge respondent I, at de har mindre dokumentasjon rundt økonomien i investeringer enn det andre bedrifter har. Bedriften ønsker at alle investeringer skal være lønnsomme og bidra til vekst, men det er ikke detaljene i økonomien som er viktigst ved nye innkjøp.

"Våre prosesser er med uformelle der vi først og fremst gjør en vurdering av strategien i investeringen. Hvis det er denne strategiske retningen vi vil gå i så er det ikke sikkert år nr 1 og nr 2 blir så veldig lønnsomme. Man ser på et lengre perspektiv, men vi gjør jo uansett en vurdering på at man skal føle seg ganske trygg, og at det er økonomisk forsvarlig over en viss tidsperiode." (Respondent I)

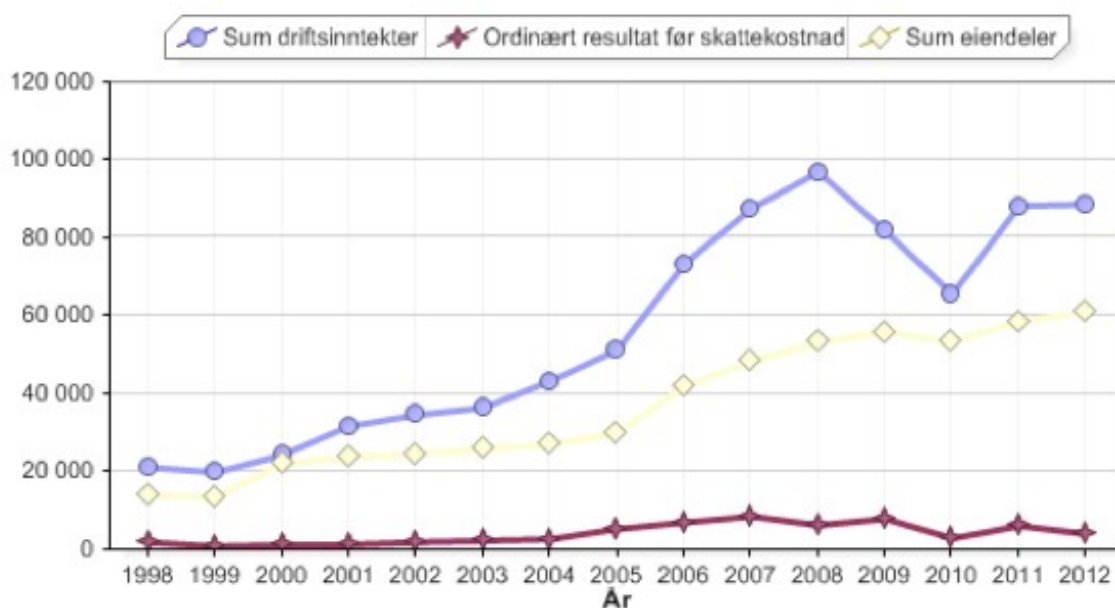
Ved nye investeringer varierer det hva de største utgiftene er. Ved innkjøp av store komplekse maskiner blir selve maskineriet den største kostnaden, mens ved innkjøp av mindre roboter vil kostanden av utstyret ligge på 30 – 50 %. I slike tilfeller kommer det større utgifter rundt det å implementere roboten i det eksisterende systemet.

Markedsmålene til Mjøs Metall er først og fremst å ivareta eksisterende kunder. Deretter satser de strategisk for å gå inn i nye markeder. Det er den langsiktige strategien som avgjør hvilke markeder de går inn i og hvilke investeringer de gjør for å komme dit. Daglig leder er tydelig på at man ikke kan bli best på alt, og at bedriften derfor samler seg om én strategi de ønsker å følge. Deretter tar de alle valg rundt denne strategien,

både når det gjelder investeringer og når det gjelder organisering av bedriften for å følge med på utviklingen som skjer i markedet.

Resultatregnskapet til Mjøs Metall viser en litt ustabil driftsinntekt, men med en jevn økning fra 1998 til 2012. Driftskostnadene har hatt en relativt lik utvikling, noe som har resultert i et stabilt driftsresultat fra 1998-2004, og deretter en økning frem til 2007. I årene fra 2007 til 2012 har driftsinntektene og driftskostnadene økt og gått ned i motsatt rytme av hverandre, noe som har resultert i at driftsresultatet er mer ustabil disse årene. På tross av dette er driftsresultatet mye høyere i 2012 enn det var fra 1998 til 2006. (ProffForvalt 2014)

Den grafiske fremstillingen av resultatregnskapet (Figur 16) viser et relativt stabilt ordinært resultat før skattekostnad. Rapporten viser at ordinært resultat før skatt ligger i nærheten av driftsresultatet. (ProffForvalt 2014) Dette kan være fordi bedriften har lav gjeld og dermed lave rentekostnader.



Figur 16: Grafisk fremstilling av resultatregnskap (ProffForvalt 2014)

Egenkapitalen til Mjøs Metall har økt jevnt fra 1998 til 2012. Gjelden til bedriften økte fra 1998-2000, men hadde deretter et relativt stabilt nivå frem mot 2012. (ProffForvalt

2014) Dette har gitt en redusert gjeldsgrad og kan tyde på et økt overskudd de siste årene, men dette er ingen kausal sammenheng.

5.4.4 Oppsummering og konklusjon

Så langt min undersøkelse rekker er det en samvariasjon mellom innføring nye teknologi og arbeidsplasser. Mine funn viser at bedriftene har automatisert store deler av sin produksjon samtidig som de har klart å øke antall ansatte jevnt med økning i produksjonskapasitet, uten at gamle maskinister eller operatører mister jobben. Mine funn viser at bedriftene tar bevisste valg når de starter en kompetanseutvikling hos de eksisterende operatørene i bedriftene fremfor å ansette nye utenfra med den rette kompetansen. Forholdet mellom maskin og menneske har nok endret seg, men de utvalgte bedriftene har bevart arbeidsplassene. Dette viser at tapet av arbeidsplasser, som mange frykter, er mulig å unngå.

Resultatregnskapene viser en tydelig økning i driftsinntekter hos alle tre bedriftene. Enkelte har brattere og mer ustabile stigningskurver enn andre, men de viser alle tre at det er en samvariasjon mellom ny teknologi og et økt salgsvolum. Samtidig ser man at egenkapitalen til alle de tre bedriftene har økt jevnt med teknologiutviklingen, og at gjeldsgraden til bedriftene har gått ned. Jeg har ikke data for å kunne påvise en kausal sammenheng mellom innføring av ny teknologi og positiv utvikling i økonomi. Det mine funn viser er at det er en samvariasjon mellom innføring av ny teknologi og positiv utvikling i økonomien i alle de tre valgte bedriftene.

Hypotese 4: *Ny teknologi sikrer økonomisk og sosial bærekraft.*

Mine funn tyder på at bedriftene har oppnådd bedre økonomiske resultater parallelt med innføringen av CNC- og robot-teknologi, men ettersom dette ikke er et inngående tema i mine undersøkelser har jeg ikke grunnlag for å si at dette er en kausal sammenheng. Det resultatene viser er at økonomien har hatt en positiv utvikling i samme tidsperiode som automatiseringen. Mine funn viser også at alle de tre bedriftene har hatt en betydelig teknologiutvikling ved innføring av CNC- og robot-teknologi samtidig som de har klart å bevare arbeidsplassene i bedriften. Jeg konkluderer derfor

med at den nye teknologien sikrer økonomisk og sosial bærekraft, og gir dermed betinget støtte til hypotese 4. Støtten er med forbehold om at teknologi ikke nødvendigvis er den eneste variabelen i denne sammenhengen, og at det kan være andre variabler som har bidratt til økonomisk og sosiale bærekraft.

6 Oppsummering og konklusjon

Problemstillingen for denne undersøkelsen var følgende:

Hvordan påvirker innføring av CNC- og robot-teknologi teknologiledelse i små og mellomstore bedrifter?

I denne oppgaven har jeg studert tre små og mellomstore bedrifter på Osterøy. Mitt utvalg av bedrifter driver med maskinering og har satset stort på CNC- og robot-teknologi. Målet med mine undersøkelser har vært å kartlegge hvordan teknologiledelse påvirkes ved innføring av CNC- og robot-teknologi.

For å svare på problemstillingen utviklet jeg fire hypoteser som jeg testet med utgangspunkt i de tre valgte bedriftene Tysse Mek Verkstad AS, Lonevåg Beslagfabrikk AS og Mjøs Metallvarefabrikk AS.

Hypotese 1: *Vellykket implementering av CNC- og robot-teknologi forutsetter et rekonfigurerbart produksjonssystem.*

Mine funn viser at alle de tre bedriftene har rekonfigurerbare produksjonssystemer ettersom systemene deres egner seg for integrasjon av ny teknologi, de er modulære, de oppdager problemer raskt og de er tilpasset ønsket kapasitet og fleksibilitet. Det ser ut til at den gradvise og forsiktige innføringen, i små skritt, har gjort at bedriftene har kunnet unngå farlig stivhengighet. Den gradvise implementeringen har ført til at bedriftene må tilpasse seg endringer som oppstår, og at produksjonslinjene må rekonfigureres etter hvert som markedet krever nye produkter. Mine funn gir altså støtte til hypotese 1 med betingelse om at innføringen av ny teknologi skjer gradvis. Hypotesen er ikke falsifisert.

I hvilken grad kan mine funn generaliseres?

Mine funn indikerer at innføring av ny teknologi er kostbart og mer krevende enn ledelse og ansatte kan tenke seg, ikke minst fordi den ferdige teknologien ikke er helt ferdig før den er tilpasset den aktuelle produksjonen i en bedrift. Iverksettingsprosessene er ofte mer smertefulle og krevende enn antatt.

Ved store investeringer i ny teknologi er det en akutt fare for stivhengighet. Bedriftene risikerer å lage produksjonslinjer som blir stive fordi det er investert mye penger i utstyret og det er svært krevende for bedriften og ha reserveløsninger. Det er derfor en viss fare for stivhengighet ved innføring av CNC- og robot-teknologi.

Hypotese 2: *Innføring av CNC- og robot-teknologi vil føre til økt kompetanse og autonomi hos operatørene i organisasjonen.*

Mine funn viser at det ikke er noen hovedregel for hvordan CNC- og robot-teknologi påvirker kompetanse og autonomi hos operatører, og falsifiserer dermed hypotese 2.

Det kan se ut som både desentralisert og sentralisert fordeling og lokalisering av kompetanse kan fungere, men at tillit har større betydning ved desentralisering. Mine funn viser også at desentralisering bygger tillit til lokal kompetanse og at dette kan være overlegent.

Hypotese 3: *Innføring av CNC- og robot-teknologi vil føre til et flatere hierarki dersom organisasjonen er proaktiv.*

Av de tre valgte bedriftene finner jeg at det særlig er LOBAS som har et proaktivt endringsmønster. Bedriften har imidlertid ikke fått et flatere hierarki etter innføring av CNC- og robot-teknologi, i motsetning til mine antagelser. Hypotese 3 får ikke støtte i mitt materiale. Hypotese 3 er falsifisert.

Mine funn avviker fra litteraturen. Her er det behov for flere studier og mer nyansering, noe som gir støtte til kritikken mot Woodward om at det er en klar 1:1 kobling mellom teknologi og organisasjon. Mine funn tyder altså på at det er komplekse koblinger

mellom innføring av CNC- og robot-teknologi og organisasjon, selv i studier av relativt like virksomheter.

Hypotese 4: Ny teknologi sikrer økonomisk og sosial bærekraft

Jeg valgte å studere akkurat disse tre bedriftene fordi de har satset betydelig på ny teknologi. Mine funn tyder på at bedriftene har vært vellykkede både i forhold til økonomisk bærekraft og sosial bærekraft. Alle de tre bedriftene har klart å styrke og bevare lokale arbeidsplasser. Det er nødvendig å bemerke seg at andre variabler som ikke er tatt hensyn til i denne undersøkelsen kan ha påvirket resultatet. Marked og andre rammebetingelser kan forklare utviklingen i økonomien, men i disse bedriftene ser det ut til å være en samvariasjon mellom innføring av CNC- og robot-teknologi og økonomisk og sosial bærekraft bærekraft.

Svar på problemstilling:

Det er nødvendig å ta forbehold om at det alltid vil være svakheter ved undersøkelse av kun tre case. Dette kan gjøre konklusjonen noe usikker.

Min konklusjon er at en bedrift gjennomgår visse endringer ved innføring av CNC- og robot-teknologi, men at området for endringer varierer ut i fra hvilke valg den enkelte bedrift tar. Automatisering av produksjon gir en svært kompleks utvikling som er avhengig av kontrollerte, gjennomtenkte valg der å ha et fremtidsperspektiv er viktig for å overleve.

Mitt helhetsinntrykk, etter 6 intervjuer med 10 intervjuobjekter, er at bedrifter som skaper en kultur for endring og fleksibilitet vil komme best ut av en slik prosess. Det er viktig at bedrifter som skal innføre avansert produksjonsteknologi er klar over utfordringene som følger med en slik prosess og hvilke muligheter som finnes når det gjelder teknologi, kompetanseutvikling og organisasjon. Dersom norsk industri og økonomi skal være bærekraftig, både under og etter oljealderen, må flere bedrifter innen industri ha fokus på å holde seg konkurransedyktige ved utvikling av nye prosesser og produksjonsteknologi. Norges økonomiske balanse er avhengig av

utvikling for industriproduksjonen i Norge og god teknologiledelse som gir både sosial og økonomisk bærekraft.

7 Forslag til videre forskning

Mine undersøkelser har en rekke begrensninger ettersom resultatene kun representerer forholdene i tre bedrifter. Resultatene kan kun generaliseres med stor grad av forsiktighet, og kan i beste fall inngå som begrunnende hypotese for videre forskning.

Avansert produksjonsteknologi, som CNC- og robot-teknologi, har hatt en rask utvikling de siste årene og kommer mest sannsynlig til å fortsette enda raskere i årene fremover. Dette er svært relevant for små og mellomstore bedrifter og det vil derfor være interessant å forske videre på hvordan teknologien påvirker teknogiledelse, nytt handlingsrom for verdiskapning og hvordan man kan unngå tekniske, menneskelige og økonomiske problemer.

For videre forskning innen dette teamet kan det være relevant å undersøke samme problemstilling og hypoteser hos lignende bedrifter i andre geografiske områder eller kulturer. Dette vil kunne gi en pekepinn på om mine konklusjoner kun er gyldige for disse bedriftene eller om man kan generalisere en hypotese for andre tilsvarende bedrifter.

Mine undersøkelser ser kun på en begrenset del av det økonomiske aspektet til virksomhetene. For å få et bedre grunnlag for å avgjøre om det er en kausal sammenheng mellom innføring av CNC- og robot-teknologi og økonomisk og sosial bærekraft kan det være interessant å gå dypere inn på dette teamet.

Et annet viktig tema er utdanningstilbudene innen CNC- og robot-teknologi. Det ville være interessant og nyttig å utforske hvilken effekt teknologiutviklingen har på fagopplæringen i Norge. Norge har i dag et svakt tilbud på opplæring innen CNC- og robotteknologi, og dersom industrien skal kunne utvikle seg i takt med resten av verden er det grunn til å tro at også det faglige tilbudet bør forbedres.

8 Referanser

Abdul Ghani, K., et al. (2002). "Impact of advanced manufacturing technology on organizational structure." The Journal of High Technology Management Research **13**(2): 157-175.

Allen, R. C. (2009). "The industrial revolution in miniature: The spinning jenny in Britain, France, and India." The Journal of Economic History **69**(04): 901-927.

Burris, B. H. (1998). "Computerization of the workplace." Annual Review of Sociology **24**: 141-157.

Çetindamar, D., et al. (2010). Technology management: activities and tools, Palgrave Macmillan.

Easterby-Smith, M., et al. (2012). Management research. Los Angeles, Sage.

Eriksson-Zetterquist, U., et al. (2011). Organizing Technologies, Samfundslitteratur.

Fagerberg, J., et al. (2006). The Oxford handbook of innovation, Oxford Handbooks Online.

Fiskvik, E. P. (2013). "Sak nr 1 - Stortinget - møte 6. november 2013." Retrieved 12.05, 2014, from <https://http://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Publikasjoner/Referater/Stortinget/2013-2014/131106/muntligsporretime/>.

Gjernes, K. and B. O. Nordahl (2001). "Avis på trått papir." Retrieved 09.05, 2014, from <http://www.dn.no/arkiv/article229031.ece>.

Gottschalk, P. (1995). Technology Management (Teknologiledelse). Bergen, Norway, Fagbokforlaget

Grønmo, S. (2004). Samfunnsvitenskapelige metoder, Fagbokforlaget.

Gupta, Y. P. and M. D. Yakimchuk (1989). "Impact of advanced manufacturing technology on industrial relations: A comparative study." Engineering Management International **5**(4): 291-298.

Jacobsen, D. I. and J. Thorsvik (2007). "Hvordan organisasjoner fungerer." Bergen: Fagbokforlaget.

Jacobsen, J. O. (1996). "Militærorganisasjonen–Utfordringer og dilemmaer." En studie av det norske forsvar, gjennom offiserens opplevelse av det. Bergen: University of Bergen.

Jones, G. R. and P. Education (2010). Organizational theory, design, and change, Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.

- Kosberg, N., et al. (2014). Etikk for beslutningstakere, Cappelen Damm Akademisk.
- Levary, R. R. (1995). "FUNDAMENTALS OF COMPUTER NUMERICAL CONTROL." International Journal of Computer Applications in Technology **8**(3-4): 211-222.
- LOBAS (2009). "Om Lonevåg Beslagfabrikk AS." Retrieved 23.01, 2014, from <http://www.lobas.no/html/omoss.aspx>.
- Lovdata (1999). "Lovdata-Lov om aksjeselskaper kapittel 6. Selskapets ledelse." Retrieved 29.04, 2014, from [http://lovdata.no/dokument/NL/lov/1997-06-13-44/KAPITTEL_6 - KAPITTEL 6](http://lovdata.no/dokument/NL/lov/1997-06-13-44/KAPITTEL_6_-_KAPITTEL_6).
- Lysgaard, S. (1985). "Arbeiderkollektivet: en studie i de underordnedes sosiologi;[etterord ved Ragnvald Kalleberg].-2. utg." Oslo: Universitetsforlaget.
- Mehrabi, M. G., et al. (2000). "Reconfigurable manufacturing systems: key to future manufacturing." Journal of Intelligent Manufacturing **11**(4): 403-419.
- MjøsMetallvarefabrikkAS (2013). "Om Oss." Retrieved 23.01, 2014, from <http://www.mjoesmetall.no/render.asp?subPage=2&page=omoss&sess=565546469233547161>.
- Morton, O. (2014). Immigrants from the future. Spesial Report Robots. The Economist.
- Morton, O. (2014). Leader. The Economist. **410**.
- Nordhordaland-magasin (2012). "Robotskulen - Industrikonsulenten på Osterøy." Retrieved 23.01, 2014, from <http://osteroyindustrilag.no/nyhende/78-robotskulen>.
- Norman, W. and C. MacDonald (2004). "Getting to the bottom of" triple bottom line". Business Ethics Quarterly: 243-262.
- OsterøyIndustrilag (2013). Forslag til lokal læreplan i prosjekt til fordypning innen området CNC og robot for landslinje for CNC og robot VG2.
- OsterøyIndustrilag (2013). "Industrikart ". Retrieved 23.01, 2014, from <http://osteroyindustrilag.no/osteroy-industrilag/industrikart.html>.
- OsterøyNærings samarbeid (2014). Hovedprosjektsøknad: Kompetanseutvikling i CNC og robot-næringsmiljøet i Hordaland, Osterøy nærings samarbeid.
- Pandza, K., et al. (2005). "Strategic management of advanced manufacturing technology." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology **25**(3-4): 402-408.
- ProffForvalt (2014). Lonevåg Beslagfabrikk AS - Full Firmarapport.
- ProffForvalt (2014). Mjøs Metallvarefabrikk AS - Full firmarapport.

ProffForvalt (2014). Tysse Mekaniske verksted AS - Full firmarapport.

Ragin, C. C. and H. S. Becker (1992). What is a case?: exploring the foundations of social inquiry, Cambridge university press.

Sending, A., et al. (2013). Teknologiledelse. Innovasjon - økonomi - organisasjon, Fagbokforlaget.

Skauge, T. (2011). Teknologiledelse - Mer enn en merkevare? . NEON konferansen HIOA

Skorstad, E. (1995). "Nye produksjonsformer, arbeidsvilkår og produktivitet." Endringer i arbeidslivets organisering: 29.

Torvatn, T. (2012). Teknologiledelse, Pearsons Custom Publishing.

TysseMekaniskeVerkstedAS (2013). "Om Tysse." Retrieved 23.01, 2014, from http://tysse.no/page/438/Om_Tysse.

TysseMekaniskeVerkstedAS (2014). Tysse-Tilhenger av norsk kvalitet.

Yin, R. K. (2014). Case study research: design and methods. Los Angeles, Calif., SAGE.

Åström, K. J. (2004). Introduction to Control.

9 Vedlegg

9.1 Kontrakt for intervjudeltakelse

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

”Innføring av CNC og Robot - Organisering og kompetanse i tre virksomheter på Osterøy”

Bakgrunn og formål

Studien skal undersøke begrunnelser og effekter av innføring av CNC- og robotteknologi ved mekaniske virksomheter på Osterøy. Jeg vil se på endringer i teknologi, kompetanse og organisering i tre bedrifter. Undersøkelsen skal munne ut i en masteroppgave på mastergradsprogrammet Innovasjon, entreprenørskap og teknologiledelse ved Høgskolen i Bergen. Du blir spurt om å delta i intervju fordi vi tror du har erfaringer og kunnskap som er viktig. Mastergradsprosjektet inngår i et forskningsprosjekt som har fått støtte fra Regionalt Forskningsfond på Vestlandet: «Teknologiledelse og kunnskapsutvikling i lokale industriklynger» (TKLI).

Hva innebærer deltakelse i studien?

Jeg samler inn deres erfaringer gjennom intervju. Det vil ta ca. en time. Jeg vil gjerne ta opp intervjuet med lydopptak. Spørsmålene gjelder særlig dine erfaringer med innføring og effekter av ny teknologi med vekt på teknologi, hvilken kunnskap som er nødvendig og hvordan ny teknologi påvirker organiseringen av virksomheten.

Hva skjer med informasjonen om deg?

Jeg vil ikke bruke personnavn i oppgaven uten at du gir meg tillatelse til det. Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Bare jeg selv og veileder/sensor vil ha adgang til koblingsnøkkel mellom intervju og person.

Arbeidet med masteroppgaven skal etter planen avsluttes 10. juni 2014, men oppgaven og intervjuene kan inngå i et TKLI – prosjektet knyttet til Høgskolen i Bergen. Etter det vil bare veileder ha adgang til intervjuene. Alle opplysninger blir anonymisert når hovedprosjektet er avsluttet 31.12.2015.

Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Dersom du ønsker å delta eller har spørsmål til studien, ta kontakt med student Kjerstin Skjærvik eller veileder Tom Skauge (tlf. 916 06 803).

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS.

Samtykke til deltakelse i studien

Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

- Jeg samtykker til å delta i intervjuet der mitt navn blir anonymisert i studien*
 Jeg samtykker til at mitt navn kan bli brukt i studien

9.2 Intervjuguide for ansatte

Intervjuguide - ansatte

Del 1: Begrunnelser og forberedelser

Teknologi:

1. Hva oppfattet dere som de meste avgjørende begrunnelsene for innføringen?
2. Hva var deres reaksjon da avgjørelsen om innføring ble tatt?
 - a. Positivt? Så nytten?
 - b. Negativt? Trussel?

Kompetanse:

1. Hva jobbet du med tidligere?
2. Hva jobber du med i dag?
3. Hva slags kompetanse hadde dere før i forhold til nå?
 - a. Håndverksbakgrunn?
 - b. Hva slags kompetanse om CNC og robot hadde dere før innføringen?
4. Hva slags opplæring fikk dere i forbindelse med innføringen?

Organisasjon:

1. Hvordan var din del av bedriften organisert før innføringen av ny teknologi?
2. I hvor stor grad hadde dere innflytelse på egen arbeidsdag og egne oppgaver før innføringen?
 - a. Kunne dere ta avgjørelser uten godkjenning fra ledelsen?
 - b. Egne arbeidsmetoder? Eller standardiserte prosedyrer?

Økonomi:

1. Oppfattet dere at økonomiske hensyn var viktige ved valget om å innføre?

Del 2: Effekter

Teknologi:

1. Hvordan har innføringen påvirket produktene deres? (portefølje)
2. Har den nye teknologien ført til differensiering av produktene?
 - a. Handlingsrom
 - b. standardisering
3. Er kvaliteten på produktene bedre?

Kompetanse:

1. Hvordan har fordeling av kunnskap og kompetanse blitt endret i organisasjonen?
2. Hvem er ansvarlig for den daglige driften av maskinene?

- a. Hva går oppgavene ut på?
3. Hvem står for programmering av maskinene?
4. Hvem er ansvarlig for programmeringsendringer som må gjøres?
5. Hvem er ansvarlig for reparasjon/vedlikehold av maskinene?
6. Har dere den kompetansen dere trenger i egen bedrift?
 - a. Hvis nei, hva mangler dere og hvordan skal det skaffes?
 - b. Hvis ja, hvem er nøkkelpersoner?
7. Hvis du ser for deg hierarkiet i bedriften, har enkelte ansatte på lavere nivå enn ledelsen høyere kompetanse innen visse fagfelt?
 - a. Er dette et problem i forhold til autoritet?

Organisasjon:

1. Hvordan oppfatter dere at organisasjonen har endret seg etter innføringen?
2. Hva ser dere som det mest utfordrende ved innføringen?
3. Har innføringen gått slik dere så for dere?
4. Hvor mye frihet har dere?
 - a. Kan dere ta avgjørelser uten godkjenning fra ledelsen?
 - b. Egne arbeidsmetoder? Eller standardiserte prosedyrer?
5. Hva ser dere på som nøkkelfaktorer for den daglige driften?

Har innføringen gått slik dere ønsket? Hva ville dere gjort annerledes?

Hva er de mest kritiske faktorene for at virksomheten skal være konkurransedyktig de neste 10 årene?

9.3 Intervjuguide for ledelse

Intervjuguide - ledere

Hvilke teknologiske endringer har dere gjort? – tidslinje

Del 1: Begrunnelser og forberedelser

Teknologi:

1. Hva var viktigste målsetting når dere startet teknologiutviklingen?
2. Hva var de meste avgjørende begrunnelsene for innføringen?
3. Sto utvikling av produkter sentralt for avgjørelsen?
 - a. Eller var det mer fokus på selve prosessene?
4. Ønsket dere hel- eller halv-automatisere produksjonslinjene?
 - a. Helautomatisert: Produksjonslinjen er uavhengig av manuelt arbeid.
 - b. Halv-automatisert: Kombinere mennesker og maskiner.

Kompetanse:

1. Hva slags kompetanse om CNC og robot hadde dere før innføringen?
2. Hva slags opplæring var planlagt ved innføring av CNC og robot?
3. Planla dere å lære opp daværende operatører eller ansatte nye med ønsket kompetanse?

Organisasjon:

1. Hvordan var bedriften organisert før innføringen av ny teknologi?
2. Så dere får dere noen nødvendige strukturendringer ved innføring?
3. Hvordan ville dere at innføringen skulle påvirke antall arbeidsplasser i bedriften?
4. Hvor mye frihet hadde operatørene før innføringen?
 - a. Kunne de ta avgjørelser uten godkjenning fra ledelsen?
 - b. Egne arbeidsmetoder?
5. Så dere for dere en kort og drastisk innføring eller flere små endringer over tid?

Økonomi og Marked:

1. Hvor viktig var økonomiske hensyn når dere tok valget om å innføre?
2. Med tanke på marked; Hvorfor innførte dere?
 - a. konkurransedyktig i eget marked?
 - b. Nye markeder?

Del 2: Effekter

Teknologi:

1. Hvordan har innføringen påvirket produktene deres? (portefølje)
2. Har den nye teknologien ført til differensiering av produktene?
 - a. Handlingsrom

- b. standardisering
- 3. Er kvaliteten på produktene bedre?
- 4. Er produksjonen mer effektivt? Kortere ledetid?

Kompetanse:

1. Hvordan har fordeling av kunnskap og kompetanse blitt endret i organisasjonen?
2. Hvem er ansvarlig for den daglige driften av maskinene?
 - a. Hva går oppgavene ut på?
3. Hvem står for programmering av maskinene?
4. Hvem er ansvarlig for programmeringsendringer som må gjøres?
5. Hvem er ansvarlig for reparasjon/vedlikehold av maskinene?
6. Har dere den kompetansen dere trenger i egen bedrift?
 - a. Hvis nei, hva mangler dere og hvordan skal det skaffes?
 - b. Hvis ja, hvem er nøkkelpersoner?
7. Hvis du ser for deg hierarkiet i bedriften, har enkelte ansatte på lavere nivå enn ledelsen høyere kompetanse innen visse fagfelt?
 - a. Er dette et problem i forhold til autoritet?

Organisasjon:

1. Hvordan har organisasjonen endret seg etter innføringen?
2. Hva var det mest utfordrende ved innføringen?
3. Har dere møtt motstand fra de ansatte?
 - a. Hva slags motstand?
 - b. Hvordan løste dere dette?
 - c. Evt hvordan unngikk dere motstand?
4. Hvordan har tillitsvalgte vært involvert i innføringen?
5. Hvordan kontrollerer/overvåker dere produksjonen?
6. Hvor mye frihet har operatørene?
7. Hva er nøkkelfaktorer for daglig drift?

Økonomi og Marked:

1. Har dere nådd de markedsmålene dere hadde før innføring?
2. Hva var de største utgiftene ved innføringen?
 - a. Kjøp av maskiner?
 - b. Opplæring?
 - c. Installasjon?
3. Hvilke økonomiske konsekvenser har innføringen hatt?
 - a. Dersom økt kvalitet, får dere bekreftelse på dette fra kundene?
 - b. Har salg og fortjeneste økt?
4. Andre forhold som er viktigere enn ny teknologi for bedriftens lønnsomhet?

Har innføringen gått slik dere ønsket? Hva ville dere gjort annerledes?

Hva er de viktigste faktorene for at dere skal være konkurransedyktige de neste 10 årene?