



CHALMERS

Förstudie inför implementering av Manufacturing Execution System

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och
Produktionsteknik

JOHANNA KARLSSON
NINA-LI BLOM

**INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2023
www.chalmers.se
Rapportnummer E2023:065

Rapportnummer E2023:065

FÖRSTUDIE INFÖR IMPLEMENTERING AV MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM

JOHANNA KARLSSON
NINA-LI BLOM

TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
Avdelning för Supply and Operations Management
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023

Förstudie inför implementering av Manufacturing Execution System

JOHANNA KARLSSON
NINA-LI BLOM

© JOHANNA KARLSSON, 2023
© NINA-LI BLOM, 2023

Rapportnummer E2023:065
Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Göteborg, Sverige 2023

Förord

Examensarbetet är skrivet under vårterminen år 2023 vid Chalmers Tekniska Högskola för institutionen Teknikens Ekonomi och Organisation, avdelningen för Supply and Operations Management. Arbetet är en kandidatuppsats motsvarande 15 hp och ingår i programmet Ekonomi och Produktionsteknik. Det har utförts på plats vid ett företag som önskar vara anonymt. Syftet med arbetet är att ge företaget en grund inför den framtida implementeringen av ett MES genom att identifiera gap mellan det nuvarande och framtida tillståndet med systemet samt identifiera vilka delar av ett MES som är intressant för företaget.

Vi vill börja med att tacka våra handledare på företaget: Sebastian, Madelene och Andreas. De har med ett stort engagemang hjälpt oss genom arbetet och alltid haft tid för frågor och funderingar. Dessutom vill vi tacka övriga anställda på företaget för ett trevligt bemötande och engagemang under arbetet.

Vi vill även rikta ett stort tack till vår handledare och examinator Torbjörn Jacobsson som varit mycket engagerad och hjälpsam under processen och guidat oss vidare i arbetet.

Ytterligare ett tack riktas till Jan-Ola Eriksson för viktig stöttning och ett stort engagemang.

Till sist vill vi tacka varandra, för ett otroligt halvår med mycket fina stunder tillsammans.

Göteborg, Juni 2023

Johanna Karlsson

Nina-Li Blom

Göteborg, Sverige 2023

Förstudie inför implementering av Manufacturing Execution System

JOHANNA KARLSSON
NINA-LI BLOM

Institutionen för Teknikens Ekonomi och Organisation
Chalmers Tekniska Högskola

SAMMANFATTNING

Under de senaste århundradena har tre industriella revolutioner lett till betydande förbättringar och utveckling inom produktion och tillverkningsindustrier. Idag är industrierna inne i en fjärde revolution, där digitalisering och teknikintegration har en central roll. För att följa med i utvecklingen är det nödvändigt att företag kan anpassa sig till industri 4.0. En studie har utförts vid ett anonymt företag där de, för att öka digitaliseringen och teknikintegrationen i företaget, planerar att implementera ett Manufacturing Execution System (MES). Syftet med systemet är att det ska koppla samman företagets affärssystem med dess tekniska enheter i produktionen för att öka produktiviteten, kvaliteten, förbättra processer och minska kostnader.

Studien syftar till att identifiera vilka delar av MES som är relevanta för företaget samt att identifiera skillnader mellan det nuvarande tillståndet och framtida tillståndet med ett MES. För att utföra arbetet har intervjuer och observationer i fabriken gjorts. Studien har avgränsats till att fokusera på en produktionslina och aktiviteter i företaget kopplat till linan. Företaget har delat upp ett MES:s funktioner i tolv områden där sju av dessa undersöktes för att se vilka som är relevanta vid en implementering av ett MES. Relevansen graderades med hjälp av MoSCoW:s prioriteringsmodell, där aktiviteter som “måste-ha” och “bör-ha” ansågs relevanta. Resultatet från studien visar att alla de sju studerade områdena innehåller aktiviteter där ett MES är relevant att implementera. De sju områdena är:

- Resurshantering
- Planering och schemaläggning
- Materialförsörjning till produktionslinan
- Produktion
- Utgående logistik
- Datasamling och spårbarhet
- Prestandaanalys och simulering

Totalt identifierades 28 aktiviteter inom de sju områdena där ett MES ansågs vara ett “måste-ha” eller “bör-ha” för företaget. Aktiviteterna kopplades sedan till organisationen MESA:s lista på 11 funktioner som utgör ett MES, där det konstaterades att de var relaterade till tre av funktionerna. De tre relevanta funktionerna av ett MES för företaget identifierades som: spårbarhet, datasamling samt resurshantering och schemaläggning.

Tre typer av skillnader identifierades mellan det nuvarande tillståndet och det planerade framtida tillståndet med ett MES: ett kompetensgap, tre processgap och två tekniska gap. Processgapen innehåller gap i tre olika processer: processen för spårbarhet, lagerkontroll och lagerhållning. De tekniska gapen är företagets visionkamera och antal tekniska enheter. Företaget rekommenderas att direkt påbörja arbetet med att åtgärda visionkameran, lagerhanteringen samt kompetensgapet medan de resterande gapen bör hanteras i samråd med leverantören av MES.

Nyckelord: Manufacturing Execution System (MES), Industri 4.0, Digitalisering, Teknikintegration, Gapanalys, Lean Produktion

Gothenburg, Sweden 2023

Pre-study for the Implementation of a Manufacturing Executions System

JOHANNA KARLSSON
NINA-LI BLOM

Institution of Technology Management and Economic
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

During the past decades, three industrial revolutions have led to significant improvements and developments within production and manufacturing industries. Today, the industries are facing the fourth revolution, where digitalization and technology integration play a central role. To keep up with the developments, it is necessary for companies to adapt to industry 4.0. A study was conducted at an anonymous company where they plan to implement a Manufacturing Execution System (MES) in order to increase the digitalization and technology integration at the company. The MES is used to connect the Enterprise Resource Planning (ERP) system of a company with its technical units to increase productivity and quality, improve processes, and reduce costs at the company.

The pre-study aims to identify which parts of the MES system are relevant to the company and to identify gaps between the current situation and the future situation with a MES. The method used was interviews and observations inside the factory. The work has been limited to focus on one production line and activities in the company related to this line. The company has divided the functions of a MES into twelve areas and seven of the areas were examined in this pre-study. The relevance of the seven areas was assessed using the MoSCoW prioritization model, where activities classified as “must-have” and “should-have” were considered relevant. The results from the pre-study show that all seven studied areas contain activities where implementing an MES is relevant. The seven areas are:

- Resource management
- Planning and scheduling
- Production line feeding
- Production
- Outbound logistics
- Data collection and traceability
- Performance analysis and simulation

In total, 28 activities were identified within the seven areas where an MES was considered a “must-have” or “should-have” for the company. These activities were then linked to the Manufacturing Enterprise Solutions Association's (MESA) list of 11 functions that constitute an MES. It was found that they were related to three of those functions. The three relevant

functions of an MES for the company were identified as traceability, data collection and resource management and scheduling.

Three types of gaps were identified between the current state and the planned future state with a MES: one knowledge gap, three process gaps and two technical gaps. The three process gaps were: traceability, inventory control, and inventory management. The technical gaps are the company's vision camera and its technical devices. The company is advised to immediately address the vision camera, inventory management, and knowledge gap, while the remaining gaps should be addressed in consultation with the MES supplier.

Keywords: Manufacturing Execution System (MES), Industry 4.0, Digitalization, Technology Integration, Gap Analysis, Lean Production

Terminologi

ERP	Enterprise Resource Planning, affärssystem
MES	Manufacturing Execution System
MESA	Internationell organisation som utformat en standard över ett MES olika funktioner
PLC	Programmable Logic Controller, ett programmerbart styrsystem som används för att styra olika processer vid produktion, maskiner och andra industriella system.
KPI	Key Performance Indicator, nyckeltal som mäter prestation över tid för ett specifikt mål.
OEE	Overall Equipment Effectiveness, ett nyckeltal som talar om effektiviteten i en process.
FPY	First Pass Yield, nyckeltal för att mäta kvalitet och effektivitet
MoSCoW	En prioriteringsmodell där aktiviteter kategoriseras som must-have, should-have, could-have och won't-have. Egen översättning till svenska: måste-ha, bör-ha, kan-ha och kommer-inte-att-ha.
Måste-ha	Översatt från engelska "Must-have", innebär obligatoriska aktiviteter
Bör-ha	Översatt från engelska "Should-have", aktivitet som skapar värde men inte är absolut nödvändig
Kan-ha	Översatt från engelska "Could-have", aktivitet som inte påverkar slutprodukten men är trevlig att ha
Kommer-inte-att-ha	Översatt från engelska "Won't-have", icke-nödvändiga aktiviteter
OK/KO	OK: produkten har klarat kvalitetstestet KO: indikerar en felaktig produkt, ej klarat kvalitetstestet
Kanbankort	Visuell signal för att indikera påfyllnad av material/komponenter
Enheter	Tekniska enheter, exempelvis datorer, sensorer, maskiner, robotar
Visionkamera	En automatiserad kvalitetskontroll som genom att fotografera detekterar avvikelser på produkter

Innehållsförteckning

1. Inledning	13
1.1 Bakgrund	13
1.2 Syfte och frågeställning	14
1.3 Avgränsningar	14
2. Teori	16
2.1 Industri 4.0	16
2.2 Lean produktion	17
2.2.1 Slöserier	17
2.2.2 Kanban	18
2.3 ERP	18
2.4 Manufacturing execution system (MES)	18
2.4.1 MESA	18
2.4.2 MES i IT-arkitekturen	20
2.5 First Pass Yield	20
2.6 OEE	20
3. Metod	22
3.1 Intervjumetoder	22
3.1.1 Studiens intervjuer	23
3.2 Observationer i produktionen	25
3.3 Litteraturstudier	26
3.4 Intern dokumentation	26
3.5 Reliabilitet, validitet och generaliserbarhet	27
4. Nulägesbeskrivning på Alfa	28
4.1 Beskrivning av produktionen	28
4.1.1 Linje A	29
4.2 Beskrivning av de nyckeltal som används idag	29
4.3 Företagets tolkning av MES	29
5. Relevanta aktiviteter och identifierade gap	33
5.1 Relevanta aktiviteter	33
5.1.1 Resurshantering	33
5.1.2 Planering och schemaläggning	34
5.1.3 Materialförsörjning till produktionslinan	35
5.1.4 Produktion	36
5.1.5 Utgående logistik	38
5.1.6 Datainsamling och spårbarhet	40
5.1.7 Prestandaanalys och simulering	41
5.1.8 Sammanställning av relevanta aktiviteter	41
5.2 Identifierade gap	42
5.2.1 Kompetensgap	42
5.2.2 Processgap	43
5.2.3 Tekniskt gap	44
6. Diskussion	45

6.1 <i>Diskussion av relevanta aktiviteter</i>	45
6.1.1 <i>Datainsamling och spårbarhet</i>	45
6.1.2 <i>Resurshantering och schemaläggning</i>	46
6.2 <i>Gapdiskussion</i>	46
6.2.1 <i>Kompetensgap</i>	46
6.2.2 <i>Processgap</i>	48
6.2.3 <i>Tekniska gap</i>	49
7. Slutsats	52
8. Rekommendationer	54
Referenser	55
Bilagor	59

1. Inledning

I detta kapitel introduceras bakgrunden till arbetet för att ge en djupare förståelse för studien. Vidare klargörs syftet med studien och avgränsningar presenteras för att tydliggöra dess omfattning och begränsningar. Även de två frågeställningarna presenteras.

1.1 Bakgrund

Under de senaste årtiondena har teknikutvecklingen haft en stor inverkan på företag, speciellt inom produktion och tillverkningsindustrier. Tre industriella revolutioner har skett, vilka alla har lett till betydande förbättringar samt utveckling inom produktion och tillverkningsindustrier. Revolutionerna ställer även krav på företag att följa med i utvecklingen och företag med bristande anpassningsförmåga riskerar att gå miste om möjligheterna revolutionerna skapar. I nuläget pågår den fjärde industriella revolutionen där digitalisering och integration av teknik är centrala begrepp (Kumar m.fl., 2019). Det finns ett behov av att öka effektiviteten, spårbarheten och transparensen av nuvarande produktionsprocesser (Thiel m.fl., 2009). De system som idag bredd används av företag för att planera resurser, kallade Enterprise Resource Planning system (ERP-system) är administrativa system som saknar funktionen att i realtid agera och reagera på förändringar. Det finns ett behov på marknaden för ett system som uppfyller funktionen att reagera på förändringar i realtid och ett sådant system är ett Manufacturing Execution System (MES).

Systemet har ett flertal funktioner då det kopplar samman datasystem i produktionen med företags ERP-system vilket gör det möjligt för systemen att utbyta information med varandra. Ett MES förmedlar värdefull information från produktionen till alla berörda avdelningar, exempelvis planerings-, inköps- och kvalitetsavdelningen (Kletti, 2007). Ett MES möjliggör för företag att effektivisera sin produktion och optimera sina processer. Vanliga problem i produktionsprocesser är att företag inte agerar direkt vid uppkomna fel, ineffektiv hantering av personal samt stora lager av produkter i arbete på grund av ineffektiv planering. Genom att implementera ett MES skapas förutsättningar för företag att åtgärda problemen och skapa effektivare produktionsflöden.

Företaget som diskuteras i rapporten är ett medelstort tillverkande företag beläget i västra Sverige. Företaget är en del av en större internationell koncern och tillverkar samt monterar produkter relaterade till infrastruktur på en marknad med hög internationell konkurrens. Fortsättningsvis kommer företaget att benämnas företaget Alfa, då företaget föredrar att vara anonymt. Alfas koncern har tagit beslutet att implementera ett MES i alla fabriker för att öka digitaliseringen och effektivisera fabrikernas processer.

Idag använder Alfa främst kontrollsystem i produktionen och i övriga processer på företaget är det främst affärssystem som används. Dessa system har däremot ingen kommunikation mellan sig vilket är något man vill ändra på för att öka digitaliseringen. Idag är företagets processer utdaterade, exempelvis används vid insamlingen av data analoga metoder där mätdata noteras

på papper och manuellt överförs till Excel. För att effektivisera och digitalisera sina processer är Alfa i början av processen att införa ett Manufacturing Execution System (MES). En annan fabrik inom samma koncern har påbörjat processen inför implementeringen av ett MES och identifierat vilka delar av ett MES som är relevanta för fabriken. Förarbetet är det första steget inför en implementering av systemet och då Alfa precis påbörjat sin resa finns ett behov att i en studie identifiera vilka delar av ett MES som är relevanta för Alfa att införa samt eventuella faktorer som hindrar ett genomförande.

1.2 Syfte och frågeställning

Alfa står inför en verksamhetsförändring i och med den kommande implementeringen av ett MES. Syftet med studien är att skapa en grund inför den framtida implementeringen genom att kartlägga och fastställa vilka funktioner av ett MES som är relevanta för Alfa. Vidare är syftet att identifiera skillnader mellan företagets nuvarande processer och det planerade framtida läget med ett MES. Genom att undersöka skillnaderna mellan det nuvarande- och framtida läget kan eventuella hinder och gap inför en framtida implementering identifieras.

Studiens frågeställningar:

- *Vilka delar av MES är relevanta för företaget Alfa?*
- *Vilka gap finns mellan det nuvarande tillståndet och det planerade framtida tillståndet med ett MES?*

1.3 Avgränsningar

Arbetet är avgränsat till en av produktionslinorna i fabriken. Linan valdes då den har en kombination av automatiserade samt manuella processer vilket gör arbetet applicerbart på resterande automatiska samt manuella produktionslinor i fabriken. Implementeringen av ett MES görs stegvis och därav valdes en produktionslina. Företaget har identifierat tolv områden kopplade till produktionslinan där ett MES är tänkt att implementeras. Arbetet avgränsades till att undersöka implementeringen av ett MES i sju av de tolv identifierade områdena. Avgränsningen gjordes då sju av områdena ansågs relevanta efter samtal med Alfa samt en analys av en fabrik inom samma koncern där ett liknande arbete har utförts.

De sju valda områdena är:

- Resurshantering
- Planering och schemaläggning
- Materialförsörjning till produktionslinan
- Produktion
- Utgående logistik
- Datainsamling och spårbarhet
- Prestandaanalys och simulering

De resterande områdena är:

- Masterdata
- Kvalitetstester och problemlösning
- Underhåll
- Ingående logistik
- Lagerhantering

2. Teori

Teorikapitlet innehåller information och teorier om olika ämnen relevanta för studien. Kapitlet inkluderar information om industri 4.0, lean produktion, ERP, MES samt nyckeltalen First Pass Yield (FPY) och Overall Equipment Effectiveness (OEE).

2.1 Industri 4.0

Tillverkningsindustrin är inne i en utvecklande fas där integration av digitala teknologier tillsammans med tillverkningsprocesser står i fokus enligt Kumar m.fl. (2019). Denna utvecklande fas fick år 2011 namnet Industri 4.0 på en mäsas i Tyskland, även kallat den fjärde industriella revolutionen (Ustundag & Cevikcan, 2018). Enligt Devezas m.fl. (2018) består industri 4.0 av fyra huvuddelar där den första delen är vertikal integration mellan smarta fabriker, produkter och logistik. Den andra huvuddelen är horisontell integration och den tredje innebär att industri 4.0 inte är begränsat till produktionsdelen utan innefattar hela produktens livscykel. Den fjärde huvuddelen menar de är att accelerera sin tillverkning med hjälp av de teknologier som finns tillgängliga.

Vertikal integration

Gilchrist (2016) menar att den vertikala integrationen innebär att man integrerar olika smarta delar av tillverkningen. Genom att möjliggöra att smarta produkter, produktionssystem, logistik och den smarta fabriken kan nätverka och interagera med varandra skapas en grund för industri 4.0. Ett sätt att göra detta är att använda sig av Cyberfysiska produktionssystem, även kallat CPPS vilket är produktionssystem som gör det möjligt för produktionen att reagera effektivt vid förändringar i materialtillgång, defekter och icke-förutsägbara stopp.

Horisontell integration

Gilchrist (2016) menar att den horisontella integrationen kan åstadkommas genom globala värdeskapande nätverk vilket möjliggör för globala affärsmodeller. Genom globaliseringen behöver inte affärsmodellerna begränsas till ett land utan dessa nya affärsmodeller kan integrera länder på en global skala.

Industri 4.0 och produktens livscykel

I industri 4.0 menar Gilchrist (2016) att tillverkande företag bör ha ett helhetstänk när det kommer till den tillverkade produkten. Därav ska hela produktens livscykel spåras, från det första råvarumaterialet tills dess att den återvinns. Genom att ha ett kvalitetstänk, fokus på kundernas behov samt ett servicetänk kan ett helhetsperspektiv uppnås där fokus inte är på produktionen utan hela livscykeln.

Acceleration genom teknologi

Enligt Ustundag och Cevikcan (2018) finns det fem nyckelteknologier för industri 4.0 vilka är AI, internet of things, molnbaserade system, cybersäkerhet samt maskininlärning. Gilchrist

(2016) menar att företags tillverkningsprocesser utvecklas genom användning av teknologi. Genom att teknologin utvecklas skapas även nya möjligheter för tillverkningsindustrin.

2.2 Lean produktion

Lean är en processfilosofi som härstammar från företaget Toyota och deras företagsfilosofi The Toyota Way, samt deras produktionssystem Toyota Production System (Liker, 2004). Toyota Production System som hädanefter förkortas TPS, utvecklades av Taiichi Ohno på 1950-talet som en reaktion på de utmaningar som medföljde andra världskriget, såsom höga produktkostnader samt höga kvalitets- och effektivitetsproblem. Ohno utvecklade TPS med inspiration från Henry Ford och W. Edwards Deming och anses vara föregångaren till Lean production. Principerna har sedan dess tillämpats av många olika organisationer och har spridits över hela världen.

2.2.1 Slöserier

En av de grundläggande teorierna inom Lean production är enligt Liker (2004) att eliminera slöserier. Inledningsvis definierade Toyota sju aktiviteter vilka ansågs vara icke-värdeskapande och därav slöserier. Efter en tid tillkom ett åttonde slöseri och därav brukar modellen med de åtta slöserierna benämnas "7+1 slöserier" (Petersson, m.fl., 2009).

De åtta slöserierna är:

- Överproduktion
- Väntan
- Överarbete
- Lager
- Onödiga rörelser
- Transport
- Defekta produkter
- Outnyttjad kreativitet.

Överproduktion innebär att företaget producerar mer än den mängd som efterfrågas av kund. Väntan syftar till processer vilka är stillastående på grund av exempelvis ojämn cykeltid. Innebörden av överarbete är när icke-värdeskapande aktiviteter görs vid tillverkningen. Lager anses i Lean vara ett slöseri då det bidrar till längre ledtider, lagerkostnader och extra transporter. När en arbetare exempelvis letar eller sträcker sig efter verktyg anses det vara onödiga rörelser, när det istället rör sig om material som transporteras långa sträckor benämns det onödiga transporter. Defekta produkter leder till kassationer eller omarbeten vilket är ett slöseri av tid. Outnyttjad kreativitet är det åttonde slöseriet och det innefattar idéer, kunskaper och förbättringar hos personalen som inte utnyttjas. Genom att minimera de olika slöserierna menar Liker (2004) att företaget kan uppnå ökad effektivitet.

2.2.2 Kanban

Kanban, som uppfanns av Toyota i Japan på 1940-talet, är en metod för att hantera arbetsflödet (Gross & McInnis, 2003). Kanban betyder synlig signal eller kort på japanska och används för att uppnå ett just-in-time flöde. Kanban används för att signalera att det är dags att tillverka en ny order eller att hämta nytt material för att använda vid tillverkningen. Det vanligaste sättet att använda kanban är genom kanbankort (Kiran, 2019). Korten samlas på en kanban tavla och sätts i ordning för vad som ska produceras/ hämtas här näst.

2.3 ERP

Enterprise Resource Planning, förkortat ERP, är en programvara för att hantera och automatisera olika aspekter av ett företag (Samara, 2015). Systemet fungerar som en plattform där centrala affärsprocesser och aktiviteter utförs. Ett ERP-system är integrerat utöver hela organisationen och är nödvändigt för att kunna sköta den dagliga verksamheten hos företaget. De centrala affärsprocesserna är bland annat ekonomi, inköp, försäljning, lagerhantering samt personalhantering och systemet bidrar till förbättrad kommunikation samt samarbete mellan dessa processer (Nestell & Olson, 2017). Dessutom ger systemet en större överblick av företagets data och information.

Däremot menar Thiel m.fl. (2009) att ERP-system är mycket administrativa och saknar funktioner för planering, loggning samt kontroll. Kletti (2007) menar att ERP-system har bristande realtidsuppdateringar samt kontrollmekanismer vilket påvisar att systemet inte är optimalt för produktionskontroll.

2.4 Manufacturing execution system (MES)

Manufacturing Execution System (MES) är ett IT-system som utvecklades i mitten av 1980-talet utifrån behovet att hantera utveckling, underhåll, kvalitet samt övervakning och spårning i produktionen (Naedele m.fl., 2015). I början användes insamlad data främst för att förbättra maskinens utnyttjande till skillnad från idag, då ett MES främst används för att skapa en realtidskartläggning av värdekedjan (Kletti, 2007). Med hjälp av signaler och datainsamling från tillverkningsprocessen möjliggörs styrning och övervakning av produktionen.

2.4.1 MESA

Det finns flera institutioner som jobbar för att standardisera vad ett MES är (Kletti, 2007). MESA, som står för Manufacturing Enterprise Solution Association, är en icke vinstdrivande organisation som grundades i Arizona, USA år 1992 (Manufacturing Enterprise Solutions Association [MESA], 2023). De var den första organisationen som ägnade sig åt att standardisera uttrycket MES samt vad systemet bör innehålla (Thiel m.fl., 2009).

Enligt MESA (2000) finns det 11 olika funktioner som utgör ett MES. Dessa 11 är följande:

1. Resurshantering och schemaläggning
Innefattar hantering och övervakning av företagets resurser, till exempel personal, maskiner och verktyg där beslut tas med hjälp av statusuppdateringar.
2. Detaljerad schemaläggning
Schemaläggningen skapar en optimal sekvensplanering med hjälp av information kring exempelvis omställningstider, bearbetningstider och tillgängliga resurser.
3. Materialhantering
Kontroll och styrning av produktionsenheter, där kontrollen baseras på ordrar, batcher etcetera. Vid behov sker justeringar av produktionsplanen eftersom pågående händelser i produktionen påverkar planen.
4. Dokumenthantering
Kontroll av informationsflödet på företaget, där relevant information görs tillgänglig till personal vid rätt tid och rätt plats. Innefattar även möjligheten för personal att rapportera avvikelser.
5. Datainsamling
Manuell/automatisk loggning av produktionsrelaterade händelser och data kopplad till produktionen.
6. Personalhantering
Inrapporteringen av personalens arbetstid, där det även finns möjlighet att ändra arbetstiden på grund av sjukdom eller semester.
7. Kvalitetshantering
För att säkerställa produktkvaliteten görs mätningar och analyser i realtid av mätningssdata från produktionen. Mätningarna görs även för att identifiera problem och svaga punkter i god tid.
8. Processhantering
Innefattar kontroll och hantering av arbetsflöden i produktionen.
9. Underhållshantering
Systemet stödjer planering och genomförande av underhåll för att maskiner och installationer ska nå prestationsmålen.
10. Spårbarhet
Insamling av data genom hela produktionskedjan för att kunna spåra varje tillverkad produkt i fabriken med avseende på artikelns produktionsdata.

11. Prestandaanalys

Syftar till att mäta produktivitet och för att upptäcka problem i realtid. Genom att analysera data kring batchstorlekar, driftstopp, eventuella störningar och antal producerade enheter kan företags nyckeltal beräknas.

2.4.2 MES i IT-arkitekturen

Ett tillverkande företags IT-arkitektur kan delas in i tre lager (Schmidt m.fl., 2009). Det översta lagret stöds oftast av ett ERP-system och innefattar företagets ledningsfunktioner såsom finans, personal, inköp samt försäljning. Bottenlagret, som är företagets kontroll- eller automationsnivå, inkluderar funktioner som är relaterade till produktionen. Dessa funktioner stöds oftast av PLC (Programmable Logic Controllers), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) eller andra kontrollsystem. Mellanlagret stöds av ett MES som samlar, bearbetar och distribuerar data från kontroll- och automationsnivå samt ERP-systemet på företagsledningsnivån (Thiel m.fl., 2009).

MES skapar en tvåvägskoppling mellan företags ERP-system och dess kontroll- och automationsnivå, där data kan skickas åt båda håll (Shojaeinasab m.fl., 2022). Ett MES tar emot data från produktionen för att sedan omvandla och filtrera datan vilket gör den användbar vid beslutsfattanden i ERP-systemet. Åt andra hållet tar ett MES emot data från ERP-systemet, exempelvis information om planerade ordrar, och översätter datan till en detaljerad schemaläggning för produktionen.

2.5 First Pass Yield

First Pass Yield, som förkortas FPY, är ett mätverktyg för att mäta produktionens prestanda och kvalitet (Nataraj & Ismail, 2017). Definitionen av FPY är antalet godkända producerade enheter genom antalet totala enheter som går genom processen. Eftersom FPY är en kvot, är målet att FPY ska vara 1, alternativt 100%.

I en produktion räknas oftast FPY per station. Vid en produktion som har 3 olika stationer räknas det totala FPY ihop enligt nedan:

$$FPY_1 \times FPY_2 \times FPY_3 = FPY_{total}$$

2.6 OEE

OEE, som står för Overall Equipment Effectiveness, är ett nyckeltal som inom industrin används för att mäta effektivitet för en process i produktionen (Almström m.fl., 2017). OEE presenterades på 1980-talet i samband med systemet Total Productive Maintenance System

(TPM) av Seiichi Nakajima (Muchiri & Pintelon, 2008). Sedan dess har nyckeltalet fått stor spridning och är idag ett av de vanligast använda nyckeltalen i tillverkningsprocessen (Stamatis, 2010).

OEE är en produkt av tre faktorer varav alla mäter någon form av effektivitet för olika delar i processen. Dessa faktorer är tillgänglighet, anläggningsutnyttjande samt kvalitet. Nedan följer formler samt beskrivning av dessa.

$$OEE = \text{Tillgänglighet} \times \text{Anläggningsutnyttjande} \times \text{Kvalitet}$$

Vid en beräkning av tillgänglighet fås värden på hur väl en process utnyttjar den tillgängliga planerade tiden. Beräkningen görs genom att beräkna kvoten av den verkliga tid en process tar dividerat med den planerade tiden för samma process (Nakajima, 1988).

$$\text{Tillgänglighet} = \frac{\text{Planerad drifttid} - \text{Stopptid}}{\text{Planerad tid}}$$

Anläggningsutnyttjande beräknas genom att dividera den verkliga cykeltiden med den ideala cykeltiden. Den verkliga cykeltiden beräknas genom att dividera drifttid med antal producerade enheter. Anläggningsutnyttjande mäter därav effektivitetsförlusterna som uppstår då den ideala cykeltiden inte uppnås (Nakajima, 1988).

$$\text{Anläggningsutnyttjande} = \frac{\text{Producerade enheter} \times \text{Ideal cykeltid}}{\text{Drifttid}}$$

Kvalitet är kvoten mellan antalet producerade enheter som godkänns i en process samt det totala antalet producerade enheter i samma process. Enheter som ej uppfyller kraven för att vara godkända utgör både kasserade enheter samt enheter som behöver omarbetas (Nakajima, 1988). Uträkningen för kvalitet är samma som för FPY i en process, dock räknas OEE per process, medan kvoten i FPY istället multipliceras med kvoter från andra processer.

$$\text{Kvalitet} = \frac{\text{Producerade enheter} - \text{Ej godkända enheter}}{\text{Producerade enheter}}$$

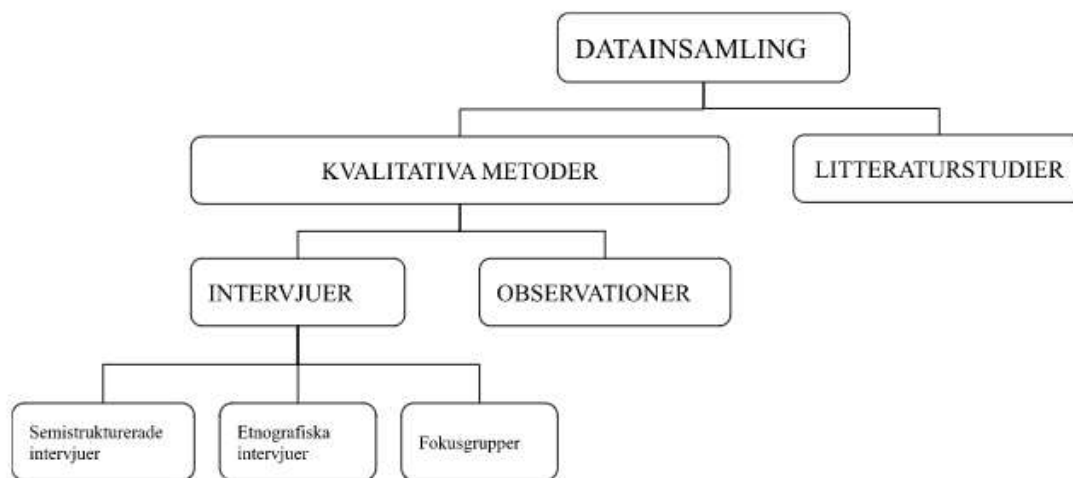
3. Metod

I detta avsnitt presenteras och motiveras de metoder som använts under arbetets gång. Dalen (2015) betonar att användandet av ett flertal metoder samt insamling av olika data skapar en i högre grad omfattande bild av det studerade ämnet. Därav har arbetet använt sig av ett flertal metoder samt använt sig av olika sorters data.

Datainsamlingen som ligger till grund för arbetet består av primärdata samt information insamlad genom en litteraturstudie. Enligt (Blomkvist & Hallin, 2014) består primärdata av egen insamlad information. Primärdata har samlats in genom kvalitativa metoder vilket innebär att syftet med datainsamlingen är att beskriva och utöka förståelsen för ett ämne. Valet av kvalitativ datainsamling grundades i att syftet med datainsamlingen inte var att samla kvantitativ information utan istället erhålla en djupare kunskap kring ämnet. De kvalitativa metoder som använts är observationer i produktionen, semistrukturerade- och etnografiska intervjuer, se figur 3.1.

Figur 3.1

Överblick av metoderna för datainsamling



3.1 Intervjumetoder

Intervjuer är enligt Höst m.fl. (2006) en metod vilken kan användas i syfte att samla in information och även för att generera åsikter samt förslag på lösningar till problem. De intervjumetoder som användes under arbetet var främst fokusgrupper samt semistrukturerade intervjuer vilka kompletterades med korta ostrukturerade samtal. Fokusgruppsintervjuer innebär enligt Blomkvist och Hallin (2015) att intervjun utförs med fler än en person och används för att utöka sin kunskap kring ett ämne samt för att generera idéer. Syftet med de fokusgruppsintervjuer som hölls var att erhålla kunskap kring nuläget på företaget Alfa samt

erhålla idéer till möjliga utmaningar och lösningar vid implementeringen av MES. Därav anses metoden relevant för arbetet.

Viktigt vid en fokusgruppsintervju är urval samt storlek på gruppen. Eftersom Alfa är mindre till storleken och intervjuerna utgick från specifika teman innebar det att endast ett fåtal anställda erhållit kunskapen som krävdes för att bidra till intervjun. Enligt Bryman m.fl. (2017) är det essentiellt att respondenterna i fokusgruppen har tillräcklig kunskap kring temat för att metoden ska fungera optimalt. Därav valdes en homogen grupp på två till tre personer med erfarenhet inom den valda aktiviteten till intervjuerna vilket möjliggjorde djupare diskussioner kring ämnet. Risken med en homogen grupp är att samtalen begränsas då respondenterna har liknande upplevelser. Däremot känner respondenterna varandra då de arbetar nära varandra vilket kan leda till att de vågar uttrycka sina känslor. Sammanfattningsvis valdes fokusgrupper då det var av vikt för arbetet att fördjupa förståelsen av det nuvarande läget på företag Alfa samt att genom samtal och diskussion av flera parter uppmuntra nya idéer.

En intervjuguide skapades inför varje intervju och innehöll de frågeområden och det temat som behandlades under intervjun. Temat utgick från företag Alfas lista på 12 MES-områden och varje område delades i sin tur upp i aktiviteter vilka utförs på företag Alfa. Aktiviteterna kopplades med hjälp av företag Alfas handledare till rätt personer på företag Alfa för att skapa intervjugrupperna. De flesta av frågorna skapades under intervjuns gång utefter intervjuguiden.

Två av intervjuerna utfördes med en respondent och inte med en fokusgrupp då endast en person på företaget Alfa omfattades av den kunskap som krävdes inför intervjun. I och med vikten av att respondenterna i intervjun har rätt kunskap, vilket nämndes tidigare, togs beslutet att hålla en enskild intervju. Intervjuerna som hölls var av semistrukturerad karaktär vilket innebär att intervjun är organiserad runt ett antal teman och områden vilka beskrevs i en intervjuguide (Blomkvist & Hallin, 2014). Frågorna ställdes utan inbördes ordning och då merparten inte var förbestämda möjliggjordes ett samspel med följdfrågor under intervjuns gång. Upplägget var detsamma som vid fokusgrupperna för att kunna använda materialet vid analys av intervjuerna.

3.1.1 Studiens intervjuer

Under studien utfördes totalt sju planerade intervjuer där fem intervjuer var gruppintervjuer och två intervjuer var med en respondent. Grupperna uppdelades efter arbetsroll samt respondenternas kunskap kring intervjuns tema. Samtliga intervjuer hölls på plats i Alfas lokaler för att skapa en trygg miljö. Under intervjuerna fördelades arbetet där en person antecknade medan den andra intervjuade. I tabell 3.1 presenteras en sammanfattning över intervjuerna.

Tabell 3.1*Överblick av intervjuernas teman och respondenter*

Intervjupersoner	Område	Antal personer	Tid (min)
Produktionsledare	Resurshantering / Prestationsanalys och Simulering	1	20
Kvalitetsspecialister	Produktion	2	30
It-chef /produktionsutvecklare	Resurshantering / Datainsamling och Spårbarhet	2	45
Lager- och logistikansvarig / Logistikledare	Planering och Schemaläggning / Materialförsörjning till produktionslinan / Utgående Logistik	2	75
Planerings specialist / Produktionsutvecklare	Resurshantering / Planering och schemaläggning / Produktion / Prestationsanalys och Simulering	2	60
Planeringschef	Planering och Schemaläggning / Produktion	1	45
Godsmottagning- och inventeringspersonal / Logistikpersonal	Materialförsörjning till produktionslinan	2	60

Under arbetet genomfördes även oplanerade korta samtal, även kallat etnografiska intervjuer (Blomkvist & Hallin, 2014). Samtalen skedde vid lunchraster, på kontoret och under observationer i produktionen. Skillnaden mellan de tidigare intervjumetoderna och de etnografiska intervjuerna är att de etnografiska är helt ostrukturerade och sker oanmält medan fokusgrupperna har en intervjuguide och utsatt tid, plats och deltagare. Korta samtal bidrar med värdefull information om verksamheten och därav noterades dessa, se tabell 3.2.

Tabell 3.2

Sammanfattning av korta samtal under arbetet.

KORTA SAMTAL	
Intervjupersoner	Antal samtal
Produktionsutvecklare 1	13
Produktionsutvecklare 2	8
Produktionsutvecklare 3	4
Produktionschef	4
Kvalitetsspecialist	10
Operatör 1 Linje A	2
Operatör 2 Linje A	1
Operatör 3 Linje A	1
Operatör 4 Linje A	1
Gruppchef Linje A	2

3.2 Observationer i produktionen

Observationer utfördes i produktionen för att samla information och kunskap inför beskrivningen av nuläget på företaget samt till intervjuerna. Det finns enligt Höst m.fl. (2005) fyra kategorier av observationer: observerande deltagare, deltagande observatör, fullständig observatör eller fullständigt deltagande. Skillnaden mellan de olika metoderna är graden av integration med observatören och det som observeras samt graden av kunskap om att vara observerad.

Syftet med en observerande deltagare är att integrera observatören och gruppen där observationerna sker (Höst m.fl., 2005). För att uppnå detta agerar observatören passivt och besöker observationsgruppen kontinuerligt för att normalisera sin närvaro. Datainsamlingen sker ofta via loggboksanteckningar och gruppen är väl medveten om att observationer sker. I metoden är interaktionen mellan gruppen och observatören hög.

Fullständigt deltagande innebär att observatören aktivt deltar i den observerade processen och interagerar med gruppen. Datainsamlingen sker informellt och informationen från processen baseras på observatörens upplevelser och erfarenhet från processen. Det är vanligt att observatören minimerar sin roll som observatör, vilket innebär att gruppens kunskap om att vara observerad blir lägre. En deltagande observatör tydliggör till skillnad från den fullständigt deltagande observatören att observationer kommer att ske. Observatören deltar inte i den

observerade processen och datainsamlingen sker istället öppet med hjälp av samtal, intervjuer och småprat med gruppen.

Under studien utfördes observationer av kategorin deltagande observatör. Totalt noterades 18 observationer, se tabell 3.3. Metoden användes även under besöket 3 februari 2023 till Alfes systerfabrik inom samma koncern. Metoden valdes för att minimera observatörens påverkan på resultatet då observatören inte aktivt deltar i arbetsuppgifterna som observeras. Det var även av vikt ur ett etiskt perspektiv att tydliggöra att observationer pågår. Totalt spenderades 175 timmar på företaget Alfa.

Tabell 3.3

Summering av studiens observationer

Plats	Linje A	Övriga delar av fabriken	Systerfabrik
Summa tid (minuter)	200	60	30
Antal viktiga observationer	9	6	3

3.3 Litteraturstudier

I den inledande delen av projektet samlades teoretisk information av MES, ERP samt Lean Production för att utveckla den tekniska kunskap som krävdes för att utföra arbetet. Informationen samlades in med hjälp av litteraturstudier där förståelsen för projektet samt dess mål utökades. Till insamlingen användes Google Scholar, Chalmers onlinebibliotek samt liknande examensarbeten. Nyckelorden för sökningen var industri 4.0, industry 4.0, MES, Manufacturing Execution System, digitalisering, ERP, förändringsarbete. För att verifiera och kritiskt granska information användes flera källor kring samma ämne.

3.4 Intern dokumentation

Den interna informationen som erhållits från företaget har tagits fram på global nivå och har använts av den interna projektgruppen vid fabriken där studiebesöket gjordes. Projektgruppen ansvarar för att förbereda fabriken inför implementeringen av MES och den erhållna informationen inkluderar företagets klassificering av 12 funktioner av MES samt ett underlag från projektgruppen för intervjuguiden. För att försäkra att informationen som använts samt tillvägagångssätten är trovärdiga har projektledaren för projektet intervjuats kring de olika metoderna samt bakomliggande fakta till tillvägagångssätten. Därefter jämfördes informationen samt tillvägagångssätten mot fakta insamlad under litteraturstudien. Resultatet blev att informationen som samlats in från företaget stämmer överens med riktlinjerna för vad ett MES innehåller samt inför implementeringen av ett MES. Att ifrågasätta dokumentation samt metoder från företaget och jämföra dessa med fakta är viktigt för att kunna använda sig

av interna metoder. Dokumentationen har använts i intervjuerna för att skapa en intervjuguide och presenteras ytterligare i kapitel 4, beskrivning av nuläget.

3.5 Reliabilitet, validitet och generaliserbarhet

Bryman m.fl. (2017) förklarar begreppen reliabilitet, validitet och generaliserbarhet. Reliabilitet refereras till sannolikheten att samma resultat uppnås om en undersökning genomförs under likartade förhållanden med samma förutsättningar. Trost (2010) beskriver reliabilitet ytterligare och förklarar att insamling av data genom exempelvis intervjuer kan leda till olika svar och därav en lägre reliabilitet då de psykologiska förutsättningar hos individerna i studien påverkar resultatet. Intervjuer har utgjort den primära metoden för insamling av data vilket innebär en låg reliabilitet. Under intervjuerna ställdes kontrollfrågor löpande för att säkerhetsställa att de intervjuades åsikter noterades korrekt vilket enligt Höst m.fl. (2006) är en metod för att öka reliabiliteten. Däremot har även datainsamlingen skett genom korta, spontana samtal vilket leder till en låg generaliserbarhet då studien blir svår att upprepa.

Validitet innebär att korrekta metoder har använts kopplat till studiens syfte och frågeställning (Blomqvist & Hallin, 2015). För att erhålla hög validitet har återkommande observationer i fabriken utförts samt samtal med anställda för att validera antaganden och påståenden. Det har även hållits möten med personalen kring metoder och tillvägagångssätt för att se till att de metoder som använts i studien var relevanta.

Bryman & Bell (2017) hänvisar generaliserbarheten i en studie till om resultatet kan tillämpas på liknande problem i andra miljöer. Ytterligare beskrivs att kvalitativa undersökningar ofta brister i generaliserbarhet då intervjuer och observationer utförs med ett fåtal deltagare från ett visst företag eller område. Syftet med kvalitativa studier är ofta att utöka en förståelse för en specifik situation, vilket kan innebära att generaliserbarhet är svårt att uppnå. Syftet med studien är att få en utökad förståelse för hur ett MES kan appliceras på Alfa vilket tyder på en låg generaliserbarhet då målet med studien är att se ett företags individuella behov och risker med att implementera ett MES. Dessutom har metoden bestått av intervjuer och observationer med ett urval av personalen vilket även bidrar till en låg generaliserbarhet. Samtidigt kan liknande företag, med liknande grad av automatisering och storlek, uppleva liknande gap och behov av ett MES. Slutsatsen från studien bör dock inte ses som en generell beskrivning av vilka delar av ett MES som är relevanta och förväntade gap inför en implementering av ett MES.

4. Nulägesbeskrivning på Alfa

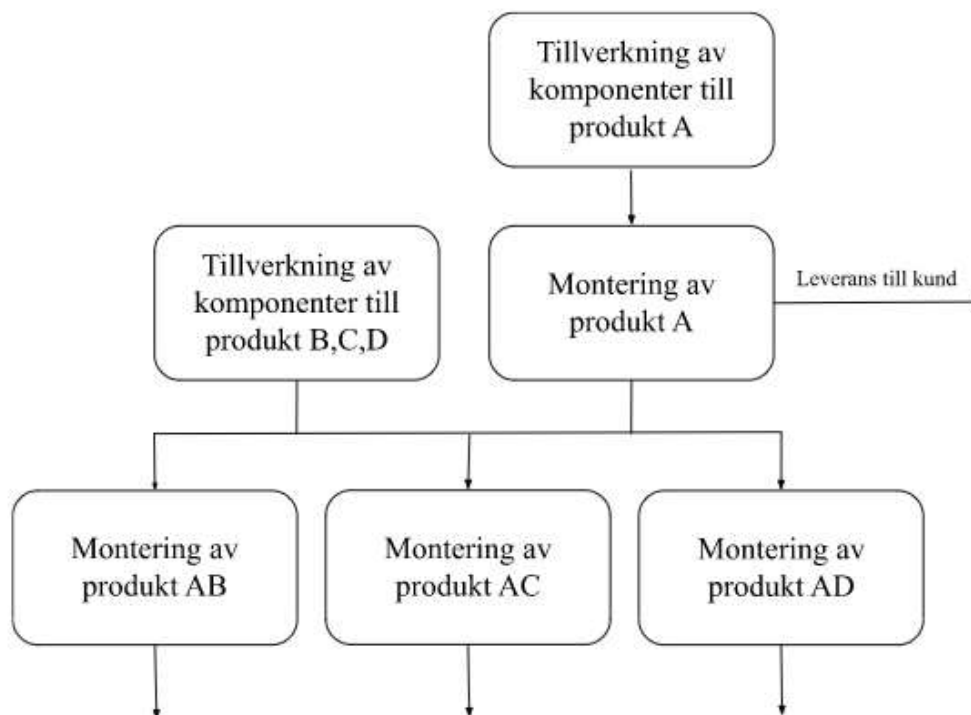
Nedan presenteras en beskrivning av nuläget som grundar sig i information som erhållits genom intervjuer samt observationer. Företag Alfa är en del av en koncern och på plats arbetar cirka 100 anställda. Merparten av de anställda är operatörer vilka utgör cirka 70% av personalstyrkan, resterande arbetar med administrativa uppgifter. Efterfrågan är relativt stabil men kan variera under säsongerna, där sommaren är högsäsong. Produktutbudet består av flera olika produktvarianter vilka är av vikt för Sveriges och andra länders infrastruktur. Därav är det viktigt för företaget att kunna säkerställa kvaliteten på deras produkter, ha en bra spårbarhet samt kontinuitet i produktionen.

4.1 Beskrivning av produktionen

Produktionen hanterar flera olika produktvarianter tilldelade fyra olika produktionslinor. På den utvalda produktionslinan produceras Produkt A i fem olika produktvarianter med liknande delar. Produkt A säljs idag både för sig samt ihopmonterad med Produkt B, som tillverkas i andra delar av produktionen, se figur 4.1. Arbetet är avgränsat till monteringslinan för produkt A, fortsättningsvis kallad linje A.

Figur 4.1

Överblick av Alfas produktion

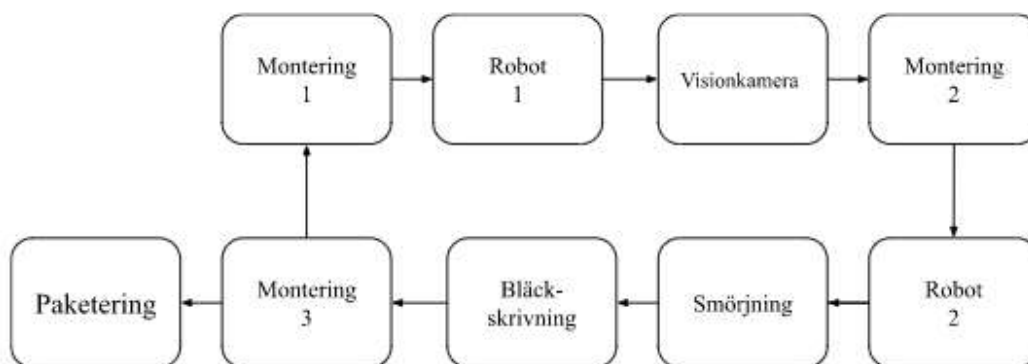


4.1.1 Linje A

Produktionslinjen där Produkt A tillverkas kommer fortsättningsvis kallas för linje A och är en produktionslinje där montering sker både manuellt vid monteringsstationer samt av robotar i cell, se figur 4.2. Totalt arbetar fem operatörer samt en gruppchef på linje A. Tre av operatörerna är fördelade på monteringsstationer där montering sker för hand utan verktyg. Den fjärde operatören arbetar med paketering och den femte sköter materialtillförseln till linjen. Materialhanteringen sker via ett materialtåg där Kanban-kort används. Två gånger i timmen sker en rotation för de fem operatörerna, nedan visas ett flödesschema för linje A.

Figur 4.2

Beskrivning av Linje A



Vid varje monteringsstation sker förutom montering en visuell kvalitetskontroll på varje produkt från det tidigare steget i kedjan. Kvalitetsavvikelser samt stopp noteras för hand på pappersark och i slutet av dagen sammanställs den insamlade datan i Excel av gruppchefen. När kvalitetskontrollen samt monteringen är klar på en station trycker den aktuella operatören manuellt på en knapp för att skicka vidare produkten till nästa station.

4.2 Beskrivning av de nyckeltal som används idag

Alfa mäter idag främst två nyckeltal vilka är OEE samt FYP. Dessa mäts med hjälp av data som manuellt samlats in på produktionslinan. När ett stopp eller fel identifierats av en operatör skrivs detta upp manuellt på papper. I slutet av varje dag sammanställs sedan dessa papper i en excelfil där nyckeltalen beräknas av gruppleadaren för produktionslinan. Formler som används vid beräkningarna är de som även nämns i teorikapitlet under 3.5 OEE samt 3.4 First Pass Yield.

4.3 Företagets tolkning av MES

Inom koncernen där företaget Alfa ingår finns intern dokumentation uppdelad i tolv områden där ett MES i framtiden kan användas tillsammans med de IT-system som används idag.

Dokumentet innehåller även standardiserad information om hur ett framtida läge med ett implementerat MES kan se ut på företag inom koncernen. Dessa tolv funktioner har sedan brutits ned till aktiviteter samt sub-aktiviteter. De tolv områdena är:

1. Masterdata
2. Resurshantering
3. Planering och schemaläggning
4. Materialförsörjning till produktionslinan
5. Produktion
6. Kvalitetstester och problemlösning
7. Utgående logistik
8. Underhåll
9. Ingående logistik
10. Lagerhantering
11. Datainsamling och spårbarhet
12. Prestandaanalys och simulering

I avsnitt 1.3 Avgränsningar framgår det att sju områden har valts att fokusera på och nedan följer en fördjupning i vilka aktiviteter som ingår i de sju utvalda områdena.

Resurshantering

Aktiviteter inom resurshantering är följande:

- Arbetstid, vilket innebär processen att tilldela kalendertid, stopptid samt övertid till varje resurs.
- Kompetensmatris, processen att koppla resurser till personalens nivå av kompetens.
- Schemalagd kapacitet, vilket är den process där kapacitet beräknas för arbetsstationer, arbetscenter samt produktionsflöden.
- Prioriteringssekvenser och regler, vilket är processen att identifiera prioriteringsregler för bland annat kundorder, logistikförfrågningar, kvalitetstester och underhållsorder samt att följa upp dessa.
- Enheter (datorer, skärmar, plattor), vilket är hanteringen av de enheter som finns på företaget.

Planering och schemaläggning

I dokumentationen för planering och schemaläggning finns följande aktiviteter identifierade:

- Planering för produktionsorder, vilket är aktiviteterna att planera och skapa en produktionsorder. Det innefattar även processen att kontrollera tillgänglighet och kapacitet för produktionsordern.
- Kontroll av personalens arbetskraft, processen att kontrollera och planera kapaciteten för produktionspersonalen samt logistikpersonalen.
- Kontroll av tillgängliga komponenter, aktiviteten för att kontrollera att komponenterna som behövs för en produktionsorder är tillgängliga i lager.
- Släppa produktionsordrar enligt produktionsorderschemat, att skapa en produktionsplan och sedan godkänna den.

Materialförsörjning till produktionslinan

Följande aktiviteter är identifierade i området om materialförsörjning för produktionslinjen:

- Kontroll av lagernivå, aktiviteten att kontrollera lagernivån i materiallagret.
- Plockning från lager, där processen innebär att en operatör tilldelas en plockorder med information om vad som ska plockas samt var det ska hämtas och sedan lastar materialet på kanbantåget.
- Materialförsörjning till produktionslinan, vilket är den faktiska förflyttningen av komponenter från kanbantåget till linjen.

Produktion

Nedan följer de aktiviteter och processer som utgör produktionsområdet.

- Produktionsorderlista, vilket är den process där en uppdragslista tilldelas en station och operatör, samt att koppla arbetsinstruktioner till operatörens kompetensmatrix.
- Utförande av produktionsorder, vilket är processen där produktionsordern utförs på linan. Detta innefattar även en bekräftelse av att arbetsuppgiften har utförts, både från robotar och manuellt från operatörer.
- Kvalitetstest på linan, där aktiviteten är att samla in information från kvalitetstester gjorda både manuellt och automatiskt samt att fatta beslut om produkten är OK eller KO.
- Intern transport, vilket är processen där de färdiga produkterna förflyttas från produktionslinan till ett lager. En bekräftelse av att den interna transporten har utförts görs genom att skanna destinationen och bekräfta kvantiteten.

Utgående logistik

Följande aktiviteter finns inom området för utgående logistik:

- Lagerhållning i färdigvarulagret, där processen innebär att de inkommande varorna ska skannas samt förflyttas till dess valda plats som sedan skannas för att bekräfta leveransen till den valda platsen.
- Plockning i färdigvarulagret, vilket är processen från att en transportorder skapats tills varan flyttats.
- Konsolidering, omorganisera orderarna så de är redo för leverans
- Packning, vilket är processen där varorna packas, etiketter och leveransmeddelande skrivs ut, varorna flyttas till fraktområdet och en bekräftelse sker.
- Leverans, den process där varorna förflyttas från fraktområdet till lastbilen.

Datainsamling och spårbarhet

Nedan följer de identifierade aktiviteterna inom området datainsamling och spårbarhet:

- Datainsamling, den process där rådata relaterad till produktion, kvalitet, logistik, underhåll, planering och schemaläggning samlas in från ERP-system och enheter (t.ex. PLC, robotar, testmaskiner).
- Spårning, vilket är processen att översätta rådatan till information som kan vara användbar för spårning av produkter (tex batchnummer, serienummer, start och sluttid), beräkning av KPIer och förbättring av processer.

Prestandaanalys och simulering

Aktiviteterna som följer nedan är de som är identifierade inom området för prestandaanalys och simulering:

- KPI-rapportering, vilket är processen för att beräkna KPIer samt hur de visualiseras.
- Simulering och “vad-händer-om” analyser, vilket är processen för att simulera specifika villkor för en process.
- Val av mätdata vid simulering, aktiviteten att bestämma vad som ska mätas vid en simulering och vilken output som förväntas.

5. Relevanta aktiviteter och identifierade gap

I kapitel fem presenteras den insamlad data och kopplas till studiens två frågeställningar. Kapitel 5.1 redovisar vilka av de undersökta aktiviteterna inom de sju områdena som är “måsta-ha” och “bör-ha” aktiviteter. I en sammanfattande del av kapitlet kopplas de identifierade “måste-ha” och “bör-ha” aktiviteterna till MESA:s huvudfunktioner av ett MES. Vidare beskrivs och förklaras de identifierade gapen i kapitel 5.2.

5.1 Relevanta aktiviteter

Nedan visas tabeller över aktiviteter inom de sju undersökta områdena där ett MES identifierats som värdeskapande för aktiviteten. Varje område har delats upp i aktiviteter som genom MoSCoW:s prioriteringsmodell beskriver hur viktigt det är att i ett framtida läge använda sig av ett MES när aktiviteten utförs. MoSCoW:s prioriteringsmodell kategoriserar om aktiviteterna är ett “Måste-ha”, “Bör-ha”, “Kan-ha” eller “Kommer-inte-att-ha” (Hudaib m.fl., 2018). Informationen till tabellerna har framkommit under intervjuerna samt vid observationerna.

5.1.1 Resurshantering

I resurshanteringen identifierades tre aktiviteter där ett MES ansågs vara ett “måste-ha” eller “bör-ha” i ett framtida skede, se tabell 5.1. När det kommer till att tilldela arbetstid, stopptid och overtid till operatörer och processer görs detta idag manuellt med hjälp av företagets ERP-system. I ett framtida läge med ett MES kan systemet användas dels för att se en persons arbetstid kopplat till de olika stationerna och dels för att manuellt tilldela personal till de olika arbetsstationerna vilket ansågs vara ett “bör-ha”.

Användning av en kompetensmatrix för att koppla resurser till personalens kompetensnivå

Den kompetensmatrix som används idag fylls i och uppdateras i Excel en gång per år. Eftersom företaget är av medelstorlek finns kunskap kring de fastanställda operatörernas kunskapsnivå kring de olika momenten. Däremot saknas information kring de som är anställda från ett bemanningsföretag. Om ett MES kan inkludera alla de anställda hade det varit “bör-ha”, dessutom hade det underlättat att undvika Exceldokument med långa listor.

Användning av prioritetsregler för att kunna prioritera kundorder, logistikförfrågningar, kvalitetstester och underhållsorder

I dagsläget finns inga formellt nedskrivna prioriteringsregler på företaget utan beslut tas efter diskussioner. Vid intervjun framkom det att det idag inte är ett problem för de anställda att diskutera fram lösningar till vad som ska prioriteras. Däremot ansågs det vara ett “måste-ha” att ha prioriteringsregler för att ett MES ska kunna använda dessa för att kunna optimera användningen av resurser med hänsyn till arbetsbelastningen. Alltså ansågs det viktigt att systemet har vetskap om vad som är viktigt för företaget att prioritera, exempelvis att det är viktigare för företaget att prioritera kundorder före ordrar som görs för att fylla på

säkerhetslagret. Resonemanget var således att genom att systemet får information om vad som ska prioriteras kan resurserna användas på bästa möjliga vis för att uppnå bästa möjliga resultat.

Tabell 5.1

Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området resurshantering

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
Tilldela kalendertid, planerad stopptid och övertid till operatörer	Bör-ha
Användning av en kompetensmatris för att koppla resurser till deras kompetensnivå	Bör-ha
Användning av prioritetsregler för att kunna prioritera kundorder, logistikförfrågningar, kvalitetstester och underhållsorder	Måste-ha

5.1.2 Planering och schemaläggning

I området planering och schemaläggning är det kontroll av tillgänglighet och kapacitet vid produktionsordrar samt kontroll av kapacitet för produktionsarbetarna de aktiviteter där ett MES ansågs göra mest nytta, se tabell 5.2. För att kontrollera tillgängligheten av material använder företag Alfa sig av information från deras ERP-system vilket manuellt matas in i ett excelark. Ytterligare beskrivs hur informationen från ERP-systemet inte är tillförlitlig då systemet inte tar hänsyn till om en order är orderbekräftad eller inte, med andra ord kan saldot visa att det finns tillgängligt material innan det är bekräftat att materialet kan levereras till det datumet. Med ett MES anser företaget att det hade varit "bör-ha" om det finns möjlighet att korrekt information visas kring tillgänglighet och kapacitet för produktionsordrarna.

Kontrollera och planera produktionsarbetarnas kapacitet

Idag beräknas inte arbetarnas kapacitet dagligen utefter produktionsorder. Istället använder sig företaget av en excel-fil som uppdateras årligen med siffror om den förväntade produktionstakten. Saknas personal flyttas personer med andra arbetsuppgifter till linan och takten kan därav dras ned. Med ett MES kommer beräkningarna av kapacitet att automatiskt beräknas samt stämmas av med produktionsordern. I och med att man i dagsläget inte har bra koll på hur lång tid det tar för de anställda att utföra olika moment anses det vara ett "måste-ha" att ett framtida MES automatiskt beräknar detta för att de ska få en bild av kapaciteten som finns på företaget.

Släppa produktionsordrar enligt produktionsschemat

Aktiviteten att släppa produktionsordrar enligt produktionsschemat innebär att företaget när de är färdiga med produktionsplanen och har schemalagt produktionsdagarna sedan skickar

informationen till produktionen. Aktiviteten ansågs vara ett “måste-ha” då den tar informationen från de tidigare aktiviteterna och sedan slutgiltigen skickar den vidare.

Tabell 5.2

Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området planering och schemaläggning

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
Kontrollera tillgänglighet och kapacitet för en produktionsorder	Bör-ha
Kontrollera och planera produktionsarbetarnas kapacitet	Måste-ha
Släppa produktionsordrar enligt produktionsorderschemat	Måste-ha

5.1.3 Materialförsörjning till produktionslinan

Vid materialförsörjningen till produktionslinan ansågs aktiviteten att kontrollera lagernivån i materiallagret vara en “måste-ha” aktivitet för att i framtiden använda sig av ett MES för att utföra aktiviteten, se tabell 5.3. Idag används en standardiserad plocklista när en operatör via materialtåget plockar material till produktionen. I processen används kanbankort och till kanbankorten finns färdigutskrivna listor med information om vilka komponenter som ska plockas till det tillhörande kanbankortet. Under intervjun framkom det även att vissa avvikelser görs mot kanbankorten då operatörerna fyller tågen med mer material än vad som står för att optimera processen och undvika extra transporter.

Problemet med processen är att det i dagsläget inte är några datasystem inblandade i processen då den utförs manuellt med papper. Därav syns det inte i lagersaldot om komponenter är i lagret, på materialtåget eller på produktionslinan då hämtandet av material inte registreras. Alltså är det svårt för de anställda att ha en bild av lagernivån då lagersaldot uppdateras först när produktionsordern är klar. I ett framtida läge med MES används inte kanbankort då systemet istället planerar vad som ska plockas samt när. Att systemet automatiskt hämtar information om lagerstatus ger personalen en bättre överblick av vart komponenter befinner sig vilket underlättar vid planering och inventering, därav är det ett “måste-ha” då detta inte finns idag.

Ge operatörer information om vilka komponenter, vilken kvantitet samt var komponenterna ska plockas. Idag används som tidigare nämnt kanbankort där information om vilka komponenter som ska plockas, kvantitet samt var de plockas är noterat. I ett framtida läge med ett MES kan systemet automatiskt meddela vad, hur mycket samt vart det ska plockas. Det automatiska överförandet av information ansågs vara “bör-ha” eftersom det underlättar arbetet samt blir en möjlighet att effektivisera processen och rutter vilket är en möjlighet för optimering. Förändringen kommer innebära att dagens arbetssätt behöver omstruktureras.

Plockning från lager

Efter att artiklarna är plockade från lagret till produktionslinan registreras det inte att en plockning har skett. Med ett MES finns möjligheten att manuellt bekräfta att artiklar har plockats vilket skulle underlätta för inventeringen av artiklar. Däremot innebär bekräftelsen ett extra steg för operatörerna i sin arbetsprocess vilket innebär att det kan påverka produktiviteten vilket behöver ses över inför en framtida implementering.

Tabell 5.3

Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området materialförsörjning till produktionslinan

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
Kontrollera lagernivån i materiallagret	Måste-ha
Ge operatörer information om vilka komponenter, vilken kvantitet samt var komponenterna ska plockas.	Bör-ha
Plockning från lager	Bör-ha

5.1.4 Produktion

Vid produktionen var det åtta olika aktiviteter där ett MES ansågs vara viktigt att implementera, se tabell 5.4.

Tilldela uppdragslistan till arbetsstationer och operatörer

Idag tilldelas en uppdragslista till en arbetsstation via företagets ERP-system. Gruppchefen vid linan planerar sedan själv i vilken turordning orderarna ska produceras, ibland bestäms detta i samråd över telefon med produktionsplaneringen. Anledningen till att implementeringen av ett MES i denna aktivitet klassas som "bör-ha" är på grund av att företaget i ett framtida skede automatiskt kan få informationen om vad som skall göras från systemet. Informationen om produktionsplanen kan sedan med hjälp av MES skickas vidare till enheter i produktionslinan, till exempel till robotarna.

Koppla arbetsinstruktionerna till operatörens kompetensmatrix

Företagets kompetensmatrix över de anställdas färdigheter är idag inte kopplade till olika arbetsinstruktioner. De arbetsinstruktioner som tillhandahålls är inplastade pappersdokument med kombinerat bilder och text, placerade vid varje arbetsstation. Arbetsinstruktionerna används sällan av personal då det upplevs effektivare att fråga antingen gruppchefen eller andra operatörer. Ett MES kan med hjälp av en enhet, till exempel en skärm vid varje station koppla en operatörs kompetensmatrix och erbjuda en digital instruktion till momentet (Kletti, 2007). Funktionen anses vara nödvändig för sommararbetare, nyanställda och de tillfälliga operatörer från andra avdelningar utför arbeten vid produktionslinan.

Bekräftelse att arbetsuppgiften har utförts, gäller arbetet av robotar samt operatörer.

Idag trycker operatörer manuellt på en knapp för att skicka den bearbetade produkten vidare på produktionslinan vilket inte registreras. När en produkt är färdigbearbetad vid en robot sker inte någon bekräftelse av att arbetet är utfört. Anledningen till att det är ett "måste-ha" i framtiden för företaget att använda sig av ett MES för att bekräfta att arbetsuppgifter är utförda är på grund av kopplingen det har till produktionsplanen och spårbarheten. Genom att i realtid kunna följa produktionen skapas möjligheter för företaget att se hur bra produktionsplanen följs (Kletti, 2007). Informationen är även viktig ur ett kvalitetsperspektiv, för att kunna spåra och följa upp specifika enheter.

Insamling av information från kvalitetstester gjorda av operatörer samt robotar

Idag samlas information om eventuella stopp, problem i produktionen och felaktiga monteringar in manuellt genom att operatörer antecknar problemen på ett papper. I slutet av varje skift registrerar gruppchefen manuellt de uppskrivna problemen i ett Exceldokument. Skulle ett större driftstopp eller kvalitetsproblem uppstå ringer gruppchefen en anställd vid kvalitetsavdelningen. I ett framtida läge anses det vara ett "måste-ha" att datan automatiskt samlas in via robotar och manuellt registreras i realtid för de manuella stationerna. Därav får företaget en bättre överblick av produktionen och kvaliteten på det som produceras. Eftersom produkterna är av vikt för Sveriges infrastruktur är hög kvalitet viktigt för företaget.

Baserat på kvalitetstesterna fattas ett beslut om produkten är OK eller KO

Företaget använder i nuläget sig av alarm för momenten utförda av robotar om kvalitetstestet resulterar i ett KO beslut. För de manuella processerna tas produkten åt sidan och gruppchefen tillkallas, alternativt fixas problemet på plats av operatören om tid finns. Ingen data lagras och kopplas till den produkt där ett omarbete har skett. Aktiviteten valdes som ett "måste-ha" för att i framtiden öka spårbarheten i produktionen och se om en produkt har omarbetats. Det ger även en möjlighet att få en bättre överblick av hur många produkter som produceras och i vilket steg av tillverkningen de befinner sig i.

Bekräftelse av att interna transporter har utförts genom att skanna destinationen och bekräfta kvantiteten

När en produkt har färdigställts i produktionen och sedan förflyttas internt bekräftas förflyttningen idag med hjälp av företagets ERP-system. Genom att i framtiden även koppla denna aktivitet till ett MES kan företaget öka sin spårbarhet och minska saldofel då systemet kan hämta information om vart produkterna har transporterats från ERP-systemet.

Tabell 5.4*Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området produktion*

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
Tilldela uppdragslistan till arbetsstationer och operatörer	Bör-ha
Koppla arbetsinstruktionerna till operatörens kompetensmatris	Bör-ha
Bekräftelse av att arbetsuppgiften har utförts. (gäller de arbetsuppgifter som görs av robotar)	Måste-ha
Bekräftelse av att arbetsuppgiften har utförts. (gäller de arbetsuppgifter som görs manuellt)	Måste-ha
Insamling av information från kvalitetstester gjorda av robotar	Måste-ha
Insamling av information från manuella kvalitetstester	Måste-ha
Baserat på kvalitetstesterna fattas ett beslut om produkten är OK eller KO	Måste-ha
Bekräftelse av att interna transporter har utförts genom att skanna destinationen och bekräfta kvantiteten	Bör-ha

5.1.5 Utgående logistik

Vid den utgående logistiken för företaget definierades sex aktiviteter där ett MES ansågs vara ett "bör-ha" eller "måste-ha", se tabell 5.5. Den första aktiviteten är skanning av inkommande last och val av vart lasten ska förflyttas i fabriken. Idag används ERP-systemet där fasta platser för materialet finns registrerade. Ett förslag ges av systemet på vart varorna ska placeras, men ofta är dessa platser redan fyllda, trots att systemet menar att det finns plats. I ett framtida läge med ett MES har systemet bättre koll på vad som finns i lager och vart varorna ska, eftersom systemet även hämtar data om artiklar i transport. Därav förväntas systemet ha bättre koll på lagret och om platserna är fyllda eller tomma, vilket gör aktiviteten till ett "bör-ha". Det påpekas däremot att samarbetet mellan inköp och logistiken bör förbättras, vilket ett MES möjliggör då en realtidsöverblick av produktion och logistik erbjuder förhållanden för ökat samarbete.

Leverera förflyttningsordern till första destinationen

Idag väljs plats av logistikarbetarna vid förflyttning. Då de fasta platserna ofta är fyllda ställs material och artiklar vid andra tomma platser på lagret. Eftersom platserna oftast är fyllda får de anställda hålla koll på var det finns lediga platser genom att observera lagerplatserna

manuellt. Därefter hämtas materialet som ska flyttas och placeras vid en tom plats och registreras i företagets ERP-system. När ett MES används kan transportrutterna optimeras och en transportrutt visas för personalen där det även visas vad som ska plockas, kvantitet samt plats för materialet (Heiko, 2009). Denna aktivitet anses vara ett "måste-ha" då arbetssättet idag bidrar till tidsslöserier.

Skanna destinationen och bekräfta kvantiteten av det som levereras

Idag registreras en transport endast innan transporten har skett, destinationen skannas inte och ingen bekräftelse görs att transporten har utförts. Idag har man problem med att artiklar står på platser där de inte är registrerade, genom att införa ett MES där transporter bekräftas och destinationer skannas bör dessa fel undvikas vilket gör aktiviteten till ett "bör-ha".

Skapa en förflyttningsorder kopplad till en kundorder

Baserat på tillgänglighet i lager skapas det idag automatiskt en plocklista via ERP-systemet. Problemet är att saldot inte går att lita på, vilket skapar problem med plocklistan. Ett MES med korrekt information om saldo som automatiskt skapar en förflyttningsorder baserat på vad som finns tillgängligt hade därav varit ett "bör-ha".

Utskrift av leveransmeddelande, etiketter och packlistor

I ett framtida läge kan ett MES genom att hämta kundinformation från företagets ERP-system automatiskt skriva ut etiketter, leveransmeddelanden och packlistor. Därav kan systemet skapa korrekta leveransmeddelanden anpassade efter de olika kunderna (Heiko, 2009). Eftersom systemet sker automatiskt minskar risken för mänskliga fel vilket är anledningen till att aktiviteten är ett "måste-ha".

Förflyttning av varor till fraktområdet och en bekräftelse av att förflyttningsordern är klar

Idag flyttas de färdigpaketerade varorna ut till ett område där det sedan lastas på lastbilar. Det sker inte en bekräftelse av att den flyttade ordern är färdig vilket innebär en risk för att icke-kompleta ordrar skickas iväg till kunder. Därav är det i ett framtida scenario ett "bör-ha" att aktiviteten manuellt behöver bekräftas som klar i MES-systemet när det placeras för lastning till lastbilen.

Tabell 5.5*Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området utgående logistik*

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
Skanning av last och val av vart lasten ska förflyttas	Bör-ha
Leverera förflytningsordern till första destinationen	Måste-ha
Skanna destinationen och bekräfta kvantiteten av det som levereras	Bör-ha
Skapa en förflytningsorder kopplad till en kundorder	Bör-ha
Utskrift av leveransmeddelande, etiketter och packlistor	Måste-ha
Förflyttning av varor till fraktområdet och en bekräftelse av att förflytningsordern är klar	Bör-ha

5.1.6 Datainsamling och spårbarhet

Insamlingen av rådata från enheter är ett “måste-ha” för att företaget ska kunna hämta information från robotar, visionkameran och liknande apparater, se tabell 5.6. Det möjliggör i sin tur att spårningen av produkter, insamling av kvalitetsdata och andra viktiga processer kan fortgå. Samma argument gäller för insamling av rådata från ERP-systemet då den datan sedan omvandlas av ett MES till viktig information för att produktionsplaneringen och materialplaneringen ska vara möjlig. Även spårbarheten är ett “måste-ha” för att i realtid kunna beräkna KPIer och även med tanke på kunder kunna skapa en trygghet då man har koll på produkter och deras specifika produktionsprocess.

Tabell 5.6*Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området datainsamling och spårbarhet*

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
Insamling av rådata från enheter och fältdatorprogram	Måste-ha
Insamling av rådata från ERP-systemet	Måste-ha
Spårning	Måste-ha

5.1.7 Prestandaanalys och simulering

Vid området för prestandaanlys och simulering identifierades två relevanta aktiviteter, se tabell 5.7. Datan som används för att beräkna företagets KPIer samlas idag in från produktionen under dagen och noteras på papper. I slutet av dagen för gruppchefen över statistiken till ett Excel-dokument för automatisk beräkning av KPIer. Alfa anser att det är ett "måste-ha" att i ett framtida läge få realtidsuppdateringar av nyckeltalen och kvalitetsfel för att direkt kunna agera och reagera på siffrorna, se tabell 5.7.

Utföra "vad-händer-om" analyser för att simulera specifika villkor för en process

Vid intervjuerna ansågs det relevant för företaget att med hjälp av uppdaterad data genomföra vad-händer-om analyser. Aktiviteten ansågs vara ett "bör-ha" ur ett optimeringsperspektiv för företaget för att optimera de nuvarande processerna inom produktion, logistik, kvalitet och underhåll. Att kunna testa scenarion utan att stoppa produktionen anses vara effektivt beroende på hur avancerade analyserna är.

Tabell 5.7

Måste-ha och bör-ha aktiviteter för området prestandaanlys och simulering

Aktivitet	Måste-ha / Bör-ha
KPI-rapportering och visualisering	Måste-ha
Utföra "vad-händer-om" analyser för att simulera specifika villkor för en process	Bör-ha

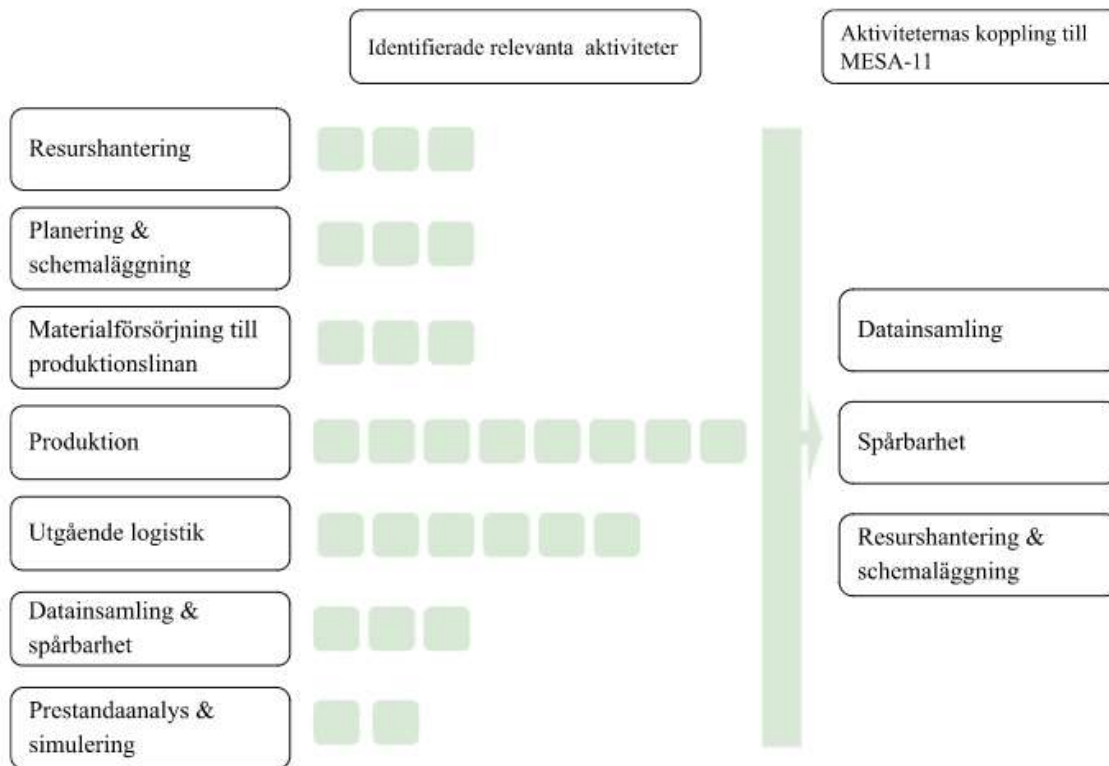
5.1.8 Sammanställning av relevanta aktiviteter

I samtliga av de sju undersökta områdena förekommer det aktiviteter där ett MES är relevant för företaget, se figur 5.1. Totalt identifierades 28 aktiviteter inom de sju områdena där en implementering av ett MES anses vara ett "måste-ha" eller "bör-ha" för företaget. Området för prestandaanlys och simulering består endast av "bör-ha" aktiviteter, alltså saknas "måste-ha" aktiviteter för detta område. Vid området datainsamling och spårbarhet är alla aktiviteter "måste-ha" aktiviteter. De övriga fem områdena har en blandning av "måste-ha" och "bör-ha" aktiviteter.

Vid en genomgång av de 28 aktiviteterna kopplades de till tre av de 11 huvudsakliga funktionerna av ett MES, beskrivet av MESA. Sex av aktiviteterna inom de olika områdena anses avse funktioner för förbättrad datainsamling, 12 ansågs leda till en ökad spårbarhet medan de resterande tio aktiviteterna anses vara kopplade till en förbättrad resurshantering och schemaläggning, se bilaga 1. Då aktiviteter för spårbarhet och aktiviteter för datainsamling är starkt ihopkopplade gjordes ingen särskiljning mellan aktiviteterna och områdena slogs ihop.

Figur 5.1

Sammanställning av identifierade värdefulla aktiviteter.



Visar i grönt antalet identifierade värdefulla aktiviteter inom de sju undersökta områdena samt att aktiviteterna är kopplade till tre huvudfunktioner av ett MES.

5.2 Identifierade gap

I detta kapitel presenteras de gap som identifierats mellan Alfas nuvarande läge jämfört med hur det i framtiden kommer att se ut med ett MES.

5.2.1 Kompetensgap

Med begreppet kompetensgap menas att det i ett företag kan finnas ett gap då personalen saknar kunskap som behövs inför en förändring.

MES-kunskapsnivån

På företaget har ett kompetensgap identifierats då det finns ett gap när det kommer till personalens kompetens av ett MES. Gapet upptäcktes under intervjuerna där det syntes en stor variation bland personalens kunskapsnivå kring MES där några var insatta i systemets olika funktioner medan andra inte hade vetskap om att det var ett MES som i framtiden skulle implementeras. Alltså fanns även ett kompetensgap när det kommer till själva vetskapen om förändringen över lag, då personalen är osäker över hur förändringen kommer att ske. Den

varierande kunskapsnivån kring systemet innebar att olika förutsättningar för intervjuerna skapades. När kunskap saknades kring systemet gavs en förklaring av vad ett MES är samt hur det i ett framtida läge kan se ut på avdelningen.

5.2.2 Processgap

Vid olika processer i företaget har tre processgap identifierats, vilket innebär att processerna behöver förbättras innan en implementering av ett MES kan ske för att kunna utnyttja systemet på bästa sätt. De tre identifierade processgapen finns i processen för spårbarhet, lagernivån och lagerhanteringen vid företaget.

Spårbarhet

Idag finns det brist i företag Alfas processer kopplade till spårbarheten på deras produkter och komponenter. I ett framtida läge vill företaget kunna koppla insamlad data under produktionsprocessen till varje specifik produkt. Denna data innehåller bland annat kvalitetsavvikelser samt tid för de olika processerna. Idag finns inte möjligheten att koppla denna data till en specifik produkt då de inte märks med ett unikt id-nummer, exempelvis serienummer. När en produkt är färdigproducerad märks den med teknisk information, artikelnummer, datum för produktion och för vissa produkter även tid. Därmed är datumet och i vissa fall tid den information som finns för att spåra produkten, och det kan då endast kopplas till den insamlade kvalitetsdatan under samma dag. Alltså finns inte möjligheter för företaget att koppla individuell data, exempelvis vridmomenten från roboten som utför skruvarbetet till produkten. En process behöver därmed utvecklas för att det ska finnas möjlighet att koppla mätdata till specifika produkter genom att märka artiklarna, vilket sedan kan kopplas till mätdata med hjälp av ett MES.

Lagernivåkontroll

En annan process där ett gap har identifierats är vid materialförsörjningen till produktionslinan. Med det arbetssätt som används idag skapas det inte en möjlighet att uppdatera lagersaldot när komponenter plockas till produktionslinan. Det är omöjligt för företaget att särskilja om en produkt befinner sig i lager, på materialtåget eller i produktionen då lagernivå-saldot inte förändras förrän en produktionsorder är markerad som färdigproducerad. Dagens arbetsrutiner innebär alltså att information inte samlas in kring var en produkt är lokaliserad. För att nå det framtida läget bör nya arbetsrutiner skapas vilket även kan innebära inköp av enheter för att möjliggöra datainsamling av produktens platsinformation.

Lagerhantering

Ytterligare processgap har identifierats för lagerhanteringen där flera brister påvisats. Lagerhanteringen är den process på företaget där det saknas ett standardiserat arbetssätt och rutiner vilket gör att processen skiljer sig från företagets andra processer. Vid en implementering av ett MES är det viktigt att processerna är utvecklade för att systemet ska kunna användas så effektivt som möjligt. Eftersom ett MES kopplar samman och använder sig av data från alla processer i ett företag är det viktigt att processerna är standardiserade för att skapa förutsägbarhet för andra processer. Genom att skapa en förutsägbarhet i

lagerhanteringsprocessen kan exempelvis inköpsavdelningen erhålla tillförlitliga underlag för beslut om inköp. För att implementeringen av ett MES ska vara effektiv är det viktigt med standardiserade processer (Meyer, 2009). Alltså finns det ett gap i lagerhanteringsprocessen då det saknas ett standardiserat arbetssätt.

5.2.3 Tekniskt gap

Ett tekniskt gap innebär att den nödvändiga tekniken saknas inför en implementering. På företaget Alfa har två tekniska gap identifierats, bristande kapacitet hos befintlig teknik samt avsaknaden av enheter.

Visionkameran

Ett identifierat tekniskt gap är den bristfälliga visionkameran som är en del av linje A:s kvalitetskontroll. Visionkameran är känslig och ger därav felmeddelanden trots att produkten inte har några avvikelser. Alla avvikelser registreras idag manuellt där det inte görs en särskiljning mellan verkliga fel och felmeddelanden som beror på kamerans överkänslighet. Efter implementeringen av MES kommer visionkameran att integreras med systemet, vilket möjliggör automatisk överföring av data mellan kameran och MES. Därmed kommer felaktigt meddelade avvikelser att registreras som verkliga, vilket kommer leda till inkorrekt data som i sin tur kommer påverka Alfaskas KPIer. Alltså finns det ett gap då den tekniska utrustningens kvalitet riskerar att negativt påverka tillförlitligheten i den insamlade mätdatan. Därav bör åtgärder för att minska felarm införas.

Enheter

Alfa har idag inte all den tekniska utrustning som krävs för att ett MES ska fungera optimalt. Idag används analoga processer där papper och pennor används för bland annat insamling av kvalitetsavvikelser och plocklistor. Med ett MES kommer de analoga processerna istället att övergå till digitala processer, vilket innebär att företaget innan implementeringen behöver införskaffa ny teknisk utrustning.

6. Diskussion

I kapitlet diskuteras resultatet från den insamlade datan kopplat till studiens två frågeställningar. Kapitel 6.1 diskuterar de identifierade relevanta funktionerna av ett MES och i kapitel 6.2 diskuteras de identifierade gapen.

6.1 Diskussion av relevanta aktiviteter

Vid sammanställningen av resultatet framkom det att flera olika funktioner av ett MES är relevanta för Alfa. Sammanlagt identifierades 28 viktiga aktiviteter för företaget vilka kunde kopplas till tre områden av MESA:s 11 MES-huvudfunktioner: datainsamling, spårbarhet samt resurshantering och schemaläggning. I diskussionen av de relevanta aktiviteterna diskuteras varför de tre identifierade områdena är viktiga för företaget att förbättra samt vad en förbättring kan leda till. Datainsamling och spårbarhet diskuteras tillsammans, då dessa aktiviteter är beroende av varandra.

6.1.1 Datainsamling och spårbarhet

Datainsamling och spårbarhet är viktiga aktiviteter på ett företag och genom datainsamling kan ökad spårbarhet uppnås (Kletti & Deisenroth, 2018). Genom att samla in data som sedan spåras skapas möjligheter för Alfa att förbättra sin kundkontakt och kvalitet. Spårbarhet kan användas för att leverera fullständig information om de olika processerna (Kletti & Deisenroth, 2018) och enligt Moding m.fl. (2021) är transparens en av nyckelfaktorerna för att utveckla en god kundrelation. För Alfa kan exempelvis information om vilket dragningsmoment som använts vid monteringen av produkten ges till kunden. Eftersom produkten är betydelsefull för infrastrukturen är det relevant för Alfa att kunna redogöra detaljerad produktinformation för specifika produkter. En förbättrad kundkontakt kan leda till högre vinst och omsättning för företag (Hennig-Thurau m.fl., 2002), alltså kan en ökad spårbarhet gynna Alfa ur ett ekonomiskt perspektiv.

Spårbarhet är även viktigt ur ett kvalitetsperspektiv för företag. Om en färdig produkt har en defekt komponent kan företaget spåra var komponenter från samma batch befinner sig och undersöka om dessa har samma defekt (Kletti & Deisenroth, 2018). Företaget ges alltså möjligheten att på ett effektivt sätt kunna använda insamlad data för att spåra kvalitetsproblem genom verksamheten. Idag samlar Alfa inte in information om vilka komponenter som monteras till vilken produkt vilket gör det omöjligt att vid problem av en komponent kunna spåra relaterade komponenter. Spårbarheten skapar en möjlighet för företaget att identifiera och agera vid de områden där fel uppstår (Kletti, 2007). Sammanfattningsvis kan den ökade spårbarheten underlätta för företaget att spåra kvalitetsrelaterade problem.

Datainsamling är inte användbart endast för spårbarhet utan är även viktigt för andra delar av organisationen. För att ett MES ska vara en länk mellan ett företags affärssystem och kontrollsystem behöver ett MES samla in data från dem (Thiel m.fl., 2009). Den insamlade

datan kommer att uppdateras i realtid vilket påverkar processerna där data används. Exempelvis får kvalitetsavdelningen realtidsuppdateringar över kvalitetsfel vilket innebär att de kan agera direkt när något sker (Kletti, 2007). Realtidsuppdateringar från produktionen skickas via ett MES till företagets ERP-system vilket innebär en vertikal integration mellan ERP-systemet och produktionsdata. Genom den vertikala integrationen skapas möjligheter för Alfa att de olika nivåerna på företaget får information från andra nivåer (Kletti, 2007), vilket även är ett viktigt steg för att nå industri 4.0 (Gilchrist, 2016). Idag på företaget skrivs information upp på papper och överförs i slutet av dagen manuellt till Excel, där nyckeltal beräknas. Denna process innebär en fördröjning av information till skillnad från realtidsuppdateringar. Fördelen med realtidsuppdateringar är att informerade beslut kan tas vilket kan ge ekonomiska fördelar och mer optimerade processer (Kletti, 2007). Ytterligare beskriver Kletti (2007) hur spårbarhet och datainsamling även kan leda till reducerade led- och inspektionstider. Alltså ger datainsamling- och spårbarhetsfunktioner med ett MES möjligheten att effektivisera verksamheten på Alfa och utjämna produktionsflödet. På längre sikt leder dessa funktioner därmed till ökad konkurrenskraft på marknaden samt minskade kostnader för Alfa genom exempelvis minskad kapitalbindning.

6.1.2 Resurshantering och schemaläggning

Resurshantering och schemaläggning innebär hantering av företagets resurser genom att tilldela tid och arbetskraft på ett sätt som säkerställer att produktionen kan göras på ett effektivt sätt. Resultatet från intervjuerna visar ett intresse från företaget att utveckla sin resurshantering och schemaläggning med hjälp av ett MES. Detta då tio aktiviteter kopplade till området ansågs vara "bör-ha" eller "måste-ha" inför en implementering av ett MES. Med ett MES används realtidsuppdaterad data över verksamhetens kapacitet vilket möjliggör för en förbättrad resurshantering och schemaläggning (Kletti, 2007). En optimerad resurshantering och schemaläggning kan ge företag flera fördelar: förbättrad leveransprecision med kortare ledtider, effektivare kapacitetsutnyttjande och kostnadsbesparingar i form av reducerade lagernivåer (Kletti, 2007). I och med de tydliga fördelarna bör Alfa anse en förbättring av resurshantering och schemaläggningen som relevant för verksamheten inför en MES-implementering.

6.2 Gapdiskussion

I gapdiskussionen diskuteras de identifierade gapen: kompetens-, process- och teknikgapen. Texten diskuterar vikten för företaget att åtgärda gapen samt olika metoder för åtgärder.

6.2.1 Kompetensgap

I företaget identifierades ett kompetensgap, då personalen har en varierande kunskapsnivå kring ett MES. Det fanns även en stor variation i personalens kännedom kring förändringen där vissa endast visste att någon typ av förändring skulle ske. Det finns risker med att personalen inte vet hur en förändring kommer att ske. Enligt Jacobsen & Thorsvik (2021) finns det risk för förändringsmotstånd om personalen känner en rädsla för det okända. Denna rädsla kan skapas när en förändring sker och personalen går från ett välkänt arbetssätt till ett nytt okänt tillstånd

där de exempelvis inte har kännedom kring hur deras arbete kommer att påverkas av förändringen. På Alfa är det tydligt att denna osäkerhet är identifierad, då förändringsprocessen är i ett tidigt stadie och medarbetarna inte har koll på exakt hur förändringen kommer att ske. Därav finns det även en risk för att ett förändringsmotstånd utvecklas på företaget och följaktligen är det viktigt för företaget att eliminera kompetensgapet för att undvika ett förändringsmotstånd.

Jacobsen & Thorsvik (2021) menar att företag, genom att tidigt involvera personal i beslutsprocesser samt sprida information om förändringen och varför den behövs, kan reducera osäkerhet och förändringsmotstånd. Alltså kan kunskap om vad företaget planerar att göra samt saklig kunskap kring hur systemet fungerar i ett tidigt skede av förändringsprocessen vara en viktig faktor för att minska risken för förändringsmotstånd på företaget. Om ett förändringsmotstånd skapas på företaget kan det hindra en lyckad implementeringsprocess (Jacobsen & Thorsvik, 2021).

Även Kotter (2009) beskriver vikten av att de anställda förstår varför en förändring är viktig, samt vikten av att skapa en känsla av att förändringen är brådskande. Kotters åttastegsmodell beskriver åtta steg för en lyckad förändring, där de tre första stegen skapar rätt grund för förändring i företaget (Pollock & Mott, 2015). Företag Alfa behöver därför se till att de tre första stegen i Kotters åttastegsmodell är uppnådda, innan de resterande stegen påbörjas. Det första steget i modellen är att skapa en känsla av att förändring är viktigt och brådskande (Kotter, 2009). Genom att tydligt informera de anställda om ett MES:s funktioner och varför systemet är viktigt att implementera vid deras process, skapas en förståelse för förändringen. För att skapa en grund för en lyckad förändringsprocess men även för att minska risken för förändringsmotstånd är det alltså viktigt att kompetensgapet reduceras och medarbetarna får ökad kunskap kring varför en förändring är nödvändig. För att gå vidare till steg två i Kotters åttastegsmodell behöver minst 75% av personalen anse att en förändring är nödvändig (Smith m.fl., 2015).

Steg två i Kotters modell är att skapa en arbetsgrupp av personer med olika bakgrunder och befogenheter som stödjer förändringen, där det är viktigt att gruppen har tillräckligt med makt för att leda förändringen (Kotter, 2009). I detta steg är kompetent ledarskap centralt för att skapa engagemang inför förändringen och få gruppen att arbeta som ett team. För Alfa är det alltså även viktigt att skapa en stark ledningsgrupp inför förändringen för att komma igång med förändringsarbetet och få de bästa förutsättningarna för att lyckas med implementeringen.

Steg tre i Kotters modell innebär att utveckla en vision och strategi, där en tydlig vision och strategi för att uppnå förändringen är väsentlig (Kotter, 2009). Globalt hos företaget finns en generell vision för hur de olika processerna i ett framtida läge kommer att påverkas av ett MES. Under intervjuerna har den interna dokumentationen använts för att specificera hur ett framtida läge kommer att se ut med ett MES och den har sedan använts för att ta beslut om vilka delar av ett MES som är relevanta för Alfa. Alltså bör företaget ta resultaten från studien i beaktande när en tydlig vision och strategi ska utformas. Arbetet med kompetensgapet anses kunna påbörjas direkt då det är viktigt att det åt

Sammanfattningsvis är kompetensgapet viktigt för Alfa att åtgärda då ökad kunskap kring MES och implementeringen bidrar till att minska risken för förändringsmotstånd. Ytterligare är det av vikt för att få en god grund inför den kommande förändringsprocessen då ökad kompetens kring processen även skapar en känsla av att förändringen är viktig. Dessutom kan information från studien ses som en grund inför skapandet av en vision, vilket även är ett viktigt steg i Kotters åttastegsmodell.

6.2.2 Processgap

Spårbarhet

Vid de tre olika processerna spårbarhet, kontroll av lagernivå och lagerhantering identifierades olika processgap. Processgapet vid företagets process för spårbarhet är att det för närvarande saknas en metod på företaget för att spåra varje unik produkt. För att få spårbarhet genom hela värdekedjan behöver produkterna få en unik beteckning som sedan upprätthålls genom alla tillverknings- och logistikprocesser i företaget (Kletti, 2007). Idag saknas en process för att märka produkter med ett unikt id-nummer på företaget. Dessutom saknas även en process för att koppla den digitala informationen om produkten med de fysiska aktiviteterna, då ingen digital datainsamling sker. Enligt Kletti (2007) behöver det fysiska flödet kopplas samman med den digitala produktinformationen om ett MES ska kunna använda datan för spårbarhet. Alltså behöver företaget införa en process för att märka produkter med unika id-nummer och skapa förutsättningar för digital datainsamling för att kunna implementera ett MES. Förändringarna rekommenderas att utföras i samråd med leverantören av systemet för att anpassa processen för datainsamling och systemet för id-märkning efter leverantörens system.

Lagernivåkontroll:

Idag på Alfa syns det inte att material till produktionen har plockats förrän hela produktionsordern är färdigproducerad. Alltså syns en felaktig lagernivå, då uppdateringen av lagersaldot inte sker förrän produktionen är klar. Det är viktigt för Alfa att få realtidsuppdateringar när material tas från lager då det skapar tillförlitligare information kring företagets materialkonsumtion (Kletti & Deisenroth, 2018). Med ett MES kan företaget se om ett material befinner sig i lager, i transport till linan eller i vilket steg av produktionen det är. Alltså blir överblicken av materialflödet förbättrad vilket skapar bättre förutsättningar vid beslutsfattning för planering- och inköpsavdelningen på Alfa. Under intervjuerna diskuterades att realtidsuppdateringar av lagernivåerna även var en fördel ur inventeringsynpunkt, men det fanns en oro för att det skulle innebära fler arbetsmoment vilket inte ansågs positivt med tanke på effektivitet.

Värdet som skapas genom att utöka arbetsuppgifterna för att få bättre koll på lagernivån är att andra avdelningar på företaget erhåller bättre data för att kunna ta sina beslut. Det är viktigt för Alfa att de anställda arbetar för företagets mål, annars finns risk för suboptimering (Jacobsen & Thorsvik, 2021). Suboptimering sker när anställda frångår företagets mål och istället fokuserar på personliga mål. För Alfa kan det exempelvis vara att de anställda inte vill få utökade arbetsmoment trots att det gynnar företagets andra avdelningars arbete. Genom att det

på företaget finns en systemtänkandekultur där de anställda utvecklat en förståelse för organisationens helhet och de sammanhang där olika aktiviteter sker kan de anpassa sitt eget arbete för att undvika suboptimering (Jacobsen & Thorsvik, 2021). För att uppnå systemtänkande bör organisationen ha en långsiktig strategi för att utveckla långsiktigt lärande inom organisationen. Ett exempel på en aktivitet som kan främja systemtänkande är att använda sig av fem varför, eftersom metoden identifierar problem på flera nivåer i organisationen.

Sammanfattningsvis är det viktigt att ledningen har en långsiktig strategi för att skapa en systemtänkandekultur där suboptimering undviks vid implementeringen av ett MES. Genom att de anställda förstår företagets mål med ett MES och kan se hur en utveckling av lagernivåprocessen kan gynna hela företaget bör implementeringen underlättas. När medarbetaren utvecklar en systematisk förståelse för organisationens helhet och de sammanhang där olika aktiviteter äger rum, kan de anpassa sitt eget arbete och lärande för att undvika suboptimering av delmål. Detta innebär att de ser bortom isolerade mål och tar hänsyn till hur deras arbete påverkar andra delar av organisationen. Eftersom ERP-systemet behöver ett MES för att möjliggöra en realtidsuppdaterad lagernivå med hänsyn till produkter i arbete rekommenderas att processen utvecklas när en MES-leverantör är bestämd. Arbetet med att utveckla företagskulturen bör däremot starta direkt för att få en lyckad implementering.

Lagerhantering:

Vid lagerhanteringen identifierades en risk inför en framtida implementering då processen saknar standardiserat arbetssätt och rutiner. Liker och Meier (2006) påpekar vikten med ett standardiserat arbetssätt då det är grunden för att kunna arbeta med ständiga förbättringar. Genom att ha ett standardiserat arbetssätt möjliggörs jämförbar produktionsdata vilket är nyttig information för ett MES. Alltså skapas möjligheter för företaget att genom en standardiserad process kunna samla in data vilket sedan i sin tur kan användas för att utföra förbättringsarbete. Först när en process är standardiserad förenklas felsökningsarbetet då det finns en grund att utgå från (Liker & Meier, 2006). Därav, för att kunna utveckla och förbättra processen genom att exempelvis eliminera slöserier, behöver processen standardiseras.

Alltså är det viktigt för Alfa att införa ett standardiserat arbetssätt för att i ett framtida arbete kunna nyttja ett MES:s funktioner och möjliggöra för systemet att samla in data. I och med att processen standardiseras följer den en struktur vilken ett MES kan appliceras och anpassas till. Enligt Thiel m.fl. (2009) är standardisering en av de viktigaste förutsättningarna för en effektiv implementering av ett MES. Eftersom processen inte är standardiserad i dagsläget kan effektiviteten av att införa ett MES vid denna process ifrågasättas, tills dess att processen är standardiserad. Alltså är det viktigt att processen utvecklas för att effektivt kunna genomföra en framtida implementering.

6.2.3 Tekniska gap

Visionkameran:

Ett av de identifierade tekniska gapen är den bristfälliga visionkameran som används för kvalitetskontroll på linje A. Trots att produkter inte har några avvikelser, ger kameran ofta

utslag på grund av dess överkänslighet. Om ett MES implementeras och visionkameran integreras med systemet kommer dessa felmeddelanden att registreras som verkliga, vilket kommer leda till att inkorrekt data används vid beräkning av nyckeltal. Enligt Bellman och Säfsten (2010) kan resultatet aldrig bli bättre än den inmatade datan, vilket innebär att Alfes KPIer kommer att påverkas negativt om felaktig data används i beräkningen. De två nyckeltal som Alfa beräknar är FPY samt OEE, där formeln för kvalitet i OEE är samma som beräkningen av FPY för en station. Dessa nyckeltal påverkas båda två på ett negativt sätt av att fler avvikelser registreras än vad som faktiskt är fel.

En alternativ lösning på gapet är att det implementerade MES har en funktion där det går att registrera anledningen till avvikelserna, däribland anledningen att kamerans känslighet har utlöst ett felmeddelande. Genom att tillsätta en sådan funktion hade endast verkliga fel kunnat användas vid beräkning av nyckeltalen och därmed hade dessa varit tillförlitliga. Lösningen på gapet hade dock inte löst grundproblemet, vilket är en viktig del av Lean production (Dennis, 2015). Att genomföra denna lösning innebär att onödigt tid och resurser läggs på att registrera felmeddelanden vilket anses vara icke-värdeskapande aktiviteter för företaget. Inom Lean production bör icke-värdeskapande aktiviteter elimineras (Dennis, 2015) och eftersom lösningsförslaget snarare skapar sådana aktiviteter bör andra lösningar implementeras. Att ha en visionkamera där merparten av larmen är felaktiga larm innebär även att förtroendet för maskinen minskar hos operatörerna. En konsekvens av detta blir således att visuella kontroller vid larm inte görs med samma noggrannhet, då det med största sannolikhet inte är fel på produkten utan kameran som felaktigt larmat. Detta skapar i sin tur en risk för att fel inte uppmärksammas, vilket innebär en opålitlig process med ökad risk för mänskliga misstag. Att eliminera risken för mänskliga misstag är även det en process inom Lean Production, kallad Poka-Yoke (Furterer & Wood, 2021). För att felsäkra och skapa en lean process är alltså denna lösning inte optimal.

För att lösa grundproblemet och utveckla en lean process behöver Alfa undersöka möjligheten att förbättra kamerans precision och om detta inte visar sig möjligt, byta ut kameran mot en mer pålitlig modell. Genom att förbättra kamerans kvalitet elimineras risken för misstag vilket ökar kvaliteten på processen. Dessutom kan icke-värdeskapande datainsamling undvikas och processen stabiliseras.

Enhetsgap

Ett enhetsgap identifierades på företaget då deras datainsamling i dagsläget sker manuellt på papper då det saknas digitala enheter för datainsamling. Enligt (Kletti & Deisenroth, 2018) är pappersbaserad datainsamling en av de mest kostsamma, icke-värdeskapande aktiviteterna ett producerande företag kan ha. Dessutom beskriver Kletti och Deisenroth (2018) även hur aktiviteten ofta innebär felaktig datainsamling. Under intervjuerna har det framkommit att en oro existerar över att fel inte registreras då den manuella överföringen av den insamlade datan till Excel innebär en risk med den mänskliga felfaktorn. Genom att införa enheter för datainsamling kan företaget alltså reducera sina icke-värdeskapande aktiviteter, felaktig datainsamling samt minska kostnader. Inköpet av enheter rekommenderas att göras i samråd

med leverantören av MES när systemet designats för att enheterna och systemet ska samverka optimalt.

7. Slutsats

Nedan presenteras svaren på studiens två frågeställningar.

Vilka delar av MES är relevanta för företaget Alfa?

I samtliga av de sju undersökta områdena förekommer det aktiviteter där ett MES är relevant för företaget. De sju områdena är:

- Resurshantering
- Planering och schemaläggning
- Materialförsörjning till produktionslinan
- Produktion
- Utgående logistik
- Datainsamling och spårbarhet
- Prestandaanalys och simulering

Totalt identifierades 28 aktiviteter inom de sju områdena där en implementering av ett MES anses vara ett “måste-ha” eller “bör-ha” för företaget. De 28 aktiviteterna indelades i tre av MESA:s elva huvudfunktioner för ett MES: datainsamling, spårbarhet samt resurshantering och schemaläggning. 18 av aktiviteterna anses främja förbättrad datainsamling och en ökad spårbarhet. Resterande 10 aktiviteter anses vara kopplade till att företaget önskar en förbättrad resurshantering och schemaläggning.

Ett MES datainsamling- och spårbarhetsfunktioner är relevanta för företaget då det skapar möjligheter att effektivisera verksamheten och utjämna produktionsflödet. På längre sikt leder fördelarna till ökad konkurrenskraft på marknaden samt minskade kostnader i form av minskad kapitalbindning. Funktionerna som erbjuds inom resurshantering och schemaläggning skapar potential för kortare ledtider, effektivare kapacitetsutnyttjande samt reducerade lagernivåer. Slutsatsen är att genom en MES-implementering fokuserad på aktiviteter inom dessa områden skapas förutsättningar för företaget att effektivisera sin verksamhet och öka sin konkurrenskraft på marknaden.

Sammanfattningsvis är det tre huvudfunktioner av ett MES: datainsamling, spårbarhet samt resurshantering och schemaläggning som är relevanta funktioner för företaget att fokusera på när de ska implementera systemet.

Vilka gap finns mellan det nuvarande tillståndet och det planerade framtida tillståndet med ett MES?

Flera gap mellan det nuvarande tillståndet och det planerade framtida tillståndet med ett MES har identifierats. Ett kompetensgap, tre processgap och två tekniska gap har observerats.

På företaget finns en brist på kompetens då personalen inte är tillräckligt kunniga om ett MES:s olika funktioner och innebörd. Det är avgörande för Alfa att adressera kompetensgapet, eftersom ökad kunskap om MES och dess implementering minskar risken för motstånd mot förändring. Dessutom är det viktigt att skapa en stark grund inför den kommande förändringsprocessen vilket en ökad kompetens kan bidra med.

De tre processgapen återfinns i företagets processer för spårbarhet, lagernivåkontroll samt lagerhantering. Det saknas en process för att spåra varje unik produkt genom företagets värdekedja samt en process för att digitalt samla information, vilket krävs för att möjliggöra en spårbarhetsprocess. Förändringar för att åtgärda gapet rekommenderas att utföras i samråd med leverantören av MES för att anpassa processen efter leverantörens system. Lagersaldot för materialet som transporteras till produktionslinan är idag inkorrekt då det inte uppdateras när komponenter plockas. Alltså behöver företaget utveckla nya arbetsrutiner för att möjliggöra en spårning av komponenternas förflyttning. För att lyckas med förändringen bör Alfa arbeta förebyggande mot suboptimering och tydliggöra företagets mål med de förändrade arbetsrutinerna. Vid lagerhanteringen saknas ett standardiserat arbetssätt vilket Alfa bör bemöta då en standardisering av processer är en av de viktigaste förutsättningarna för en effektiv implementering av ett MES.

På Alfa har två tekniska gap identifierats: företagets visionkamera och en avsaknad av tekniska enheter. Visionkameran ger felaktiga larm vilka inte särskiljs från verkliga fel. När visionkamerans data sedan används vid beräkning av företagets KPIer registreras de felaktiga larmen som verkliga vilket påverkar KPIerna negativt. Alfa bör åtgärda grundproblemet genom att förbättra kamerans precision eller byta ut kameran mot en mer pålitlig modell. Avsaknaden av teknisk utrustning påverkar implementeringen då ny teknisk utrustning behövs eftersom den manuella insamlingen av data kommer att övergå till digitala processer vid en MES-implementering.

Sammanfattningsvis rekommenderas företaget att direkt påbörja arbetet med att åtgärda visionkameran, lagerhanteringen samt kompetensgapet medan de resterande gapen bör hanteras i samråd med leverantören av MES.

8. Rekommendationer

För att ytterligare utveckla arbetet som gjorts rekommenderas att ha en workshop där ett större urval av personal från olika avdelningar får presentera sina åsikter om de aktiviteter som valts ut till “måste-ha” eller “bör-ha” aktiviteter. Under intervjuerna i arbetet har personer inom samma fält intervjuats och för att få en mer nyanserad bild av vilka delar av ett MES som är relevant för företaget bör detta diskuteras i större grupper. Dessutom identifierades att kunskapen kring systemet varierade bland personalen vilket även det skapar olika förutsättningar för att svara på frågor kring en implementering av ett MES. Därav rekommenderas att företaget utbildar de anställda på alla nivåer grundligt kring innebörden och möjligheterna med ett MES för att öka trovärdigheten i resultatet. När sedan en leverantör av MES är fastställd rekommenderas Alfa att ha diskussioner med det utvalda företaget för att se vad som är möjligt med deras MES då olika system har olika möjligheter.

Rekommendationer till ytterligare forskning är att undersöka de fem områdena som inte analyserades i studien för att upptäcka eventuella gap och områdenas relevans inför en MES-implementering. Dessutom rekommenderas att även undersöka de andra produktionslinorna på företaget och deras behov av ett MES.

Referenser

- Almström, P., Andersson, A., Öberg, E. A., Hammersberg, P., Kurdve, M., Landström, A., Shahbazi, S., Wiktorsson, M., Windmark, C., Winroth, M., & Zackrisson, M. (2017). *Sustainable and resource efficient business performance measurement systems - The handbook*.
- Bellman, M. & Säfsten, K. (2010). *Production Development: Design and Operation of Production Systems*. Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-495-9>
- Blomkvist, P., & Hallin, A. (2014). Metod för teknologer: examensarbete enligt 4-fasmodellen. Studentlitteratur.
- Bryman, A., Nilsson, B., & Bell, E. (2017). *Företagsekonomiska forskningsmetoder* (3. uppl.) Liber.
- Dalen, M., Kärnekull, E., & Kärnekull, B. (2015). Intervju som metod (2., utök. uppl.). Gleerups utbildning.
- Dennis, P. (2015). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. (3. uppl.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b18961>
- Devezas, T., Leitão, J., & Sarygulov, A. (2017). *Industry 4.0: Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49604-7>
- Furterer S. L., & Wood D. C. (2021). Poka-Yoke or Mistake Proofing. I *ASQ Certified Manager of Quality/Organizational Excellence Handbook* (5. uppl., ss. 395-398). American Society for Quality.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. Apress Berkeley <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2047-4>
- Gross, J. M., & Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. AMACOM.
- Hennig-Thurau, T., Gwinner, K., & Gremler, D. (2002). *Understanding Relationship Marketing Outcomes*. *Journal of Service Research*, 4 (3), 230-247. <https://doi.org/10.1177/1094670502004003006>
- Hudaib, A., Masadeh, R., Qasem, M. H., & Alzaqebah, A. (2018) Requirements Prioritization Techniques Comparison. *Modern Applied Science*, 12 (2), 62-80.

- Höst, M., Regnell, B., & Runeson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete*. Lund: Studentlitteratur AB
- Jacobsen, D. I., & Thorsvik, J. (2021). *Hur moderna organisationer fungerar*. (6. uppl.). Studentlitteratur AB.
- Kiran, D. R. (2019). *Production Planning and Control - A Comprehensive Approach*. Butterworth-Heinemann.
- Kletti, J. (2007). *Manufacturing Execution Systems - MES*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/978-3-540-49744-8>
- Kletti, J., & Deisenroth, R. (2018). *MES Compendium: Perfect MES Solutions based on HYDRA*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54983-4>
- Kotter, J. P. (2009). Leading change: why transformation efforts fail. *IEEE Engineering Management Review*, 37 (3), 42–48. <https://doi.org/10.1109/emr.2009.5235501>
- Kumar, K., Zindani, D., & Davim, P. J. (2019). *Industry 4.0: Developments towards the Fourth Industrial Revolution*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8165-2>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill.
- Manufacturing Enterprise Solutions Association. (2023). *About MESA*. <https://mesa.org/about-mesa/>
- MESA International. (2000). *Controls Definition & MES to Controls Data Flow Possibilities*. Manufacturing Execution Solution Association.
- Meyer, H. (2009). *Manufacturing Execution Systems: Optimal Design, Planning, and Deployment*. McGraw-Hill
- Moding, E., Persson, E., & Johansson, P. (2021). *Förtroende är nyckeln till goda kundrelationer: Relationen mellan kunden och fastighetsrådgivaren* [Examensarbete, Kandidatnivå, Företagsekonomiska institutionen, Lunds Universitet]. LUP <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOid=9060137&fileOid=9060142>

- Naedele, M., Chen, H.-M., Kazman, R., Cai, Y., Alfaiao, L., & V.A. Silva, C. (2015). Manufacturing execution systems: A vision for managing software development. *The Journal of Systems and Software*, 101, 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.11.015>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to tpm: total productive maintenance*. Productivity Press.
- Nataraj, S., & Ismail, M. (2017). *Quality enhancement through first pass yield using statistical process control*. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 20(2), 238-253.
- Nestell, J. G., & Olson, D. L. (2017). *Successful erp systems: A guide for businesses and executives*. Business Expert Press.
- Pettersson, P., Olsson, B., Lundström, T., Johansson, O., Broman, M., Blücher, D., & Alsterman, H. (2015). *Lean - gör avvikelser till framgång!*. (3. uppl.). Part Development .
- Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. *International Journal of Production Research*, 46 (13), 3517–3535.
<https://doi.org/10.1080/00207540601142645>
- Pollock, S., & Mott, D. (2015). *Coaching Green Belts for Sustainable Success*. American Society for Quality (ASQ).
- Samara, T. (2015). *Erp and information systems: Integration or disintegration*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Schmidt, A., Otto, D. B., & Kussmaul, D. A. (2009). *Integrated Manufacturing Execution - Functional Architecture, Costs and Benefits*. [Avhandling, University of St.Gallen]. Alexandria.<https://www.alexandria.unisg.ch/server/api/core/bitstreams/923a432a-e5a9-4630-bbe5-aca0160038d3/content>
- Shojaeinasab, A., Charter, T., Jalayer, M., Khadivi, M., Ogunfowora, O., Raiyani, N., Yaghoubi, M., & Najjaran, H. (2022). Intelligent manufacturing execution systems: A systematic review. *Journal of Manufacturing Systems*, (62), 503–522.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.01.004>
- Smith, R., King, D., Sidhu, R., & Skelsey, D. (2015). *Effective Change Manager's Handbook: Essential Guidance to the Change Management Body of Knowledge*. Kogan Page Publishers.
- Stamatis, D. H. (2010). *The OEE primer : understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. Productivity Press.

Thiel K., Fuchs F., & Meyer, H. (2009) *Manufacturing Execution Systems (MES): Optimal Design, Planning, and Deployment*, USA: McGraw-Hill

Trost, J. (2010). *Kvalitativa intervjuer* (4., [omarb.] uppl.). Studentlitteratur.

Ustundag, A., & Cevikcan, E. (2018) *Industry 4.0: Managing the Digital Transformation*. Springer International Publishing.

Bilagor

Bilaga 1

I denna bilaga redovisas vilka aktiviteter som kopplats till datainsamling, spårbarhet och resurshantering och schemaläggning.

DATAINSAMLING	SPÅRBARHET	RESURSHANTERING OCH SCHEMALÄGGNING
Bekräftelse av att arbetsuppgiften har utförts. (gäller de arbetsuppgifter som görs av robotar)	Bekräftelse av att interna transporter har utförts genom att skanna destinationen och bekräfta kvantiteten	Tilldela kalendertid, planerad stopptid och övertid till operatörer
Bekräftelse av att arbetsuppgiften har utförts. (gäller de arbetsuppgifter som görs manuellt)	Skanning av last och val av vart lasten ska förflyttas	Användning av en kompetensmatris för att koppla resurser till deras kompetensnivå
Insamling av information från kvalitetstester gjorda av robotar	Leverera förflytningsordern till första destinationen	Användning av prioritetsregler för att kunna prioritera kundorder, logistikförfrågningar, kvalitetstester och underhållsorder
Insamling av information från manuella kvalitetstester	Skanna destinationen och bekräfta kvantiteten av det som levereras	Kontrollera tillgänglighet och kapacitet för en produktionsorder
Baserat på kvalitetstesterna fattas ett beslut om produkten är OK eller KO	Förflyttning av varor till fraktområdet och en bekräftelse av att förflytningsordern är klar	Kontrollera och planera produktionsarbetarnas kapacitet
Bekräftelse av att interna transporter har utförts genom att skanna destinationen och bekräfta kvantiteten	Insamling av rådata från enheter och fältdatorprogram	Ge operatörer information om vilka komponenter, vilken kvantitet samt vart komponenterna ska plockas.
KPI rapportering och visualisering	Insamling av rådata från ERP-systemet	Tilldela uppdragslistan till arbetsstationer och operatörer
	Spårning	Koppla arbetsinstruktionerna till operatörens kompetensmatris
	Släppa produktionsordrar enligt produktionsorderschemat	Skapa en förflytningsorder kopplad till en kundorder

	Kontrollera lagernivån i materiallagret	Utföra "vad-händer-om" analyser för att simulera specifika villkor för en process
	Plockning från lager	
	Utskrift av leveransmeddelande, etiketter och packlistor	

INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se



CHALMERS