



CHALMERS



En studie av datahantering och spårbarhet i Volvo Pentas motorfabrik i Vara

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet mekatronik

MOSES ANTBLAD

AHMAD ALKHSHMAN

INSTITUTIONEN FÖR ELEKTROTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022

www.chalmers.se

EXAMENSARBETE INOM MEKATRONIK 2022

En studie av datahantering och spårbarhet i Volvo Pentas motorfabrik i Vara

MOSES ANTBLAD

AHMAD ALKHSHMAN



CHALMERS

Institutionen för Elektroteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022

En studie av datahantering och spårbarhet i Volvo Pentas motorfabrik i Vara

MOSES ANTBLAD

AHMAD ALKHSHMAN

© MOSES ANTBLAD, AHMAD ALKHSHMAN. 2019

Handledare: Daniel Rolin, Leif Funke och Andreas Sjöberg

Examinator: Veronica Olesen, Institutionen för elektroteknik

Institutionen för Elektroteknik

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: +46 (0)31-772 1000

Förstasida: Bild på en Volvo Penta D6 motor. Återgiven med tillåtelse.

Sammanfattning

Den pågående fjärde industriella revolutionen har inneburit stor utveckling av produktionen inom industriföretag. Det har även inneburit många utmaningar för att hålla jämna steg med utvecklingen. Datainsamling är en av grunderna i denna industriella revolution, eftersom den möjliggör spårbarhet, vilket i sin tur ökar noggrannheten och effektiviteten i produktionen. Syftet med denna studie är att studera de möjligheter som finns för spårning och datainsamling i en ny maskinpark som Volvo Penta ska installera i sin motorfabrik i Vara. Genom fabriksbesök, litteraturstudier och intervjuer med flera intressenter fastställdes de nuvarande arbetsätt och system som används inom produktionen i Vara. Med hjälp av en fallstudie och litteraturstudie kunde en målbild för fabriken i Vara skapas och gapet mellan deras nuvarande produktion och målbilden identifieras.

Datainsamling visade att fabriken i Vara i dagsläget brister gällande spårbarhet och övervakning av produktionen, samt möjligheten att lagra data för analys. Detta grundar sig i att det idag saknas möjlighet att koppla upp produktionen till överliggande MES-system på grund av avsaknad av och möjlighet till ett sådant gränssnitt.

Litteraturstudierna visar att spårbarhet åstadkoms då man kan identifiera ett specifikt objekt eller artikel och ha tillgång till all information kopplat till den närsomhelst under dess livscykel. Detta kräver märkning av objekt för att kunna identifiera det samt system som hanterar informationen.

Litteraturen och fallstudie visar att användningen av en standard som ISA-95 underlättar integrering av produktion med övriga IT-system i en producerande verksamhet.

Arbetet slutgiltiga resultat kan sammanfattas av att ett välfungerande MES-system och användningen av en standard såsom ISA-95, är nyckelkomponenter i att integrera driftteknik och informationsteknik. Detta i kombination med en fysisk märkning i form av 2D-kod möjliggör för ökad datahantering, övervakning, samt spårbarhet på så vis kan en mer effektiv produktion uppnås.

Abstract

The ongoing fourth industrial revolution has meant great development of production for industrial companies. It has also meant many challenges to keep up with the fast pace of development. Data collection is one of the foundations of this industrial revolution, as it makes traceability possible, which in turn increases the accuracy and efficiency of production. The purpose of this study is to review the possibilities for traceability as well as data collection connected to a new machine park that Volvo Penta will install in its engine factory in Vara. By visiting the factory, studying literature and conducting interviews with several stakeholders, the current way of working and systems used in the production in Vara was established. With the help of a case study and literature study, a target image for the factory in Vara could be created and the gap between their current production and the target image could be identified.

Data collection showed that the factory in Vara currently lacks traceability and monitoring of production, as well as the ability to store data for analysis. This is due to the fact that there currently is no possibility of connecting production to the overlying MES system due to the lack of and possibility of such an interface.

The literature studies show that traceability is achieved when one can identify a specific object or article and have access to all information linked to it at any time during its life cycle. This requires the labeling of objects to be able to identify it as well as a system for handling the information.

The literature and case study show that the use of a standard such as ISA-95 facilitates integration of production with other IT systems in a production operation.

The final result of the study showed that a well-functioning MES system and the use of a standard such as ISA-95, are key components in integrating operational technology and information technology. This in combination with a physical label in the form of 2D code, can increase data handling, monitoring and traceability as well as a more efficient production.

Förord

Detta examensarbete är utfört av två mekatronikstudenter på Chalmers tekniska högskola under institution för elektronik. Arbetet genomfördes på Volvo Penta AB i deras motorfabrik i Vara under våren 2022. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och har utförts på halvtid i 20 veckor.

Vi vill börja med att ge ett stort tack till Daniel Rolin som anförtrodde oss att utföra detta examensarbete på Volvo Penta. Vi vill tacka Leif Funke och Andreas Sjöberg som har handlett oss under arbetets gång. Ett tack vill vi också ge till vår examinator Veronica Olesen som stöttat vårt examensarbete och våra mekatronikstudier. Vi vill även ge ett stort tack till Anders Johansson på addinIT för sin tid och expertis.

Innehåll

Inledning	1
Bakgrund	1
Syfte och frågeställning	2
Avgränsningar	2
Teoretisk referensram	3
Industri 4.0	3
Spårbarhet	3
Information- och driftteknik	4
International Society of Automation (ISA95)	5
Enterprise Resource Planning (ERP)	7
Product Lifecycle management (PLM)	7
Manufacturing Execution system (MES)	7
Supervisory Control and data acquisition (SCADA)	8
Metod och genomförande	9
Datainsamling	9
Litteraturstudier	9
Observationer	9
Intervjuer	10
GAP-analys	11
Analys	12
Varafabrikens situation idag	12
Målbild baserat på litteraturstudie och fallstudie	13
Resultat	15
Slutsats	16
Diskussion	17
Referenser	19
Bilagor	21
Bilaga 1: intervjufrågor för användargrupper i Varafabriken	21
Bilaga 2: intervjufrågor för produktionschef i Varafabriken	21
Bilaga 3: intervjufrågor för IT-arkitekt för Skövde motorfabrik	22

Terminologi/ Förkortningar

MES :	Manufacturing execution system
SCADA :	Supervisory control and data acquisition
PLC:	Programmable logic controller
ERP:	Enterprise resource planning
PLM:	Product Lifecycle Management
BOM:	Bill of materials
OEE:	Overall Equipment Effectiveness
SPC:	Statistical Process Control
ISA:	International Society of Automation
RTU:	Remote terminal unit
LAN:	Local area network

1 Inledning

Industrin står just nu mitt i ett paradigmskifte. Teknikutvecklingen har inte bara lett till förändrade produkter utan även förändrad produktion. Industri 4.0, även kallad den fjärde industriella revolutionen, pågår och den ställer höga krav på inte bara spårbarhet, utan också hantering av produktionsdata i stort. Datahantering och spårbarhet är grundläggande och numera integrerade delar i storskalig industri. De gör det möjligt att följa produktion från råmaterial till färdig produkt och säkra kvalitén längs vägen. Skulle fel uppkomma gör insamlad data och spårbarhet det möjligt att identifiera och åtgärda detta på ett effektivt sätt (Hall, 2020).

1.1 Bakgrund

Den industriella utveckling som världen bevittnat under modern tid förvandlade ekonomin från jordbruk och hantverk till industrifabriker. Under de tidigare åren genomgick industrisektorn flera utvecklingsstadier som startade i den första industriella revolutionen. Den första industriella revolutionen använde energin från vatten och ånga för att omvandla manuell produktion till mekanisk i det som kallas mekanisering av produktionen. Den följdes av den andra industriella revolutionen där elektricitet kunde användas för att producera stora mängder varor. Den tredje industriella revolutionen förlitade sig på elektronik och informationsteknik för att automatisera produktionen. Nu upplever industrivärlden en stor utveckling under den fjärde industriella revolutionen. Denna revolution innebär att utveckla industrin till en nivå där maskiner kan förutse, förutsäga eller fatta beslut genom att använda artificiell intelligens, maskininlärning, djupinlärning, artificiellt nätverk och datavetenskap (Britannica, T, 2022).

För att uppnå och hålla jämna steg med denna revolution så krävs det datainsamling som grundstenar. Industrieföretag lägger därför stort engagemang och fokus på att utveckla sin kapacitet för insamling och hantering av data. Ett sådant företag är Volvo Penta, som är världsledande inom drivsystem för marint och industriellt bruk. I Vara har Volvo Penta en fabrik där de producerar Pentas större 4- och 6-liters dieselmotorer. Under vintern 2022 ska en helt ny maskinpark byggas upp, F1809, för att ersätta deras nuvarande bearbetningslinje av motorblock, cylinderhuvud och kamkåpor till D4/D6 motorer. Den nya maskinparken möjliggör för ökad grad av automatisering, mer avancerad produktionsprocess och ökade möjligheter för datainsamling. Implementeringen av en ny bearbetningslinje är ett steg mot att

föra Volvo Pentas motorproduktion närmare industri 4.0 och en uppkopplad process. Med detta i sikte blir möjligheten för datainsamling en väsentlig del i Varafabrikens automationsutveckling, då data är kärnan i integrationen mellan driftteknik och informationsteknik. Varafabrikens nya maskinpark är därför inte bara intressant sett till perspektivet på arbetssätt för bland annat operatörer, underhåll och kvalitet, men också för att studera hur datahanteringen kan se ut för att förbättra automations-optimering och i synnerhet spårbarhet.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med detta arbete är att genomföra en studie kring datahanteringen samt möjligheten till spårbarhet i den nya maskinparken (F1809) i Varafabriken. Arbetet syftar även till att studera hur andra företag har kunnat lösa datahantering och spårbarhet samt belysa hur dessa lösningar kan komma att bidra till arbetssätt i Vara kopplat till detta ämne. Studien har som målsättning att identifiera hur personalen i Varafabriken arbetar idag för att jämföra detta med hur de bör arbeta utifrån de möjligheter den nya bearbetningslinjen erbjuder, samt vad teorin och fallstudier säger. Utifrån detta kan gapet identifieras, analyseras och förslag på hur det ska hanteras ges.

Arbetet syftar till att besvara följande frågor:

- Hur ser datahanteringen i Volvo Pentas fabrik i Vara ut dagsläget?
- Hur bör datahanteringen se ut i följd av de möjligheter den nya maskinparken erbjuder?
- Vilka behov finns gällande informationsflöde hos de grupper inom produktionen kopplade till F1809?
- Hur ska krav på spårbarhet i tillverkningsprocessen mötas?

1.3 Avgränsningar

Studien avser studera bearbetningsfasen i motorfabriken i Vara. Arbetet innefattar inte studie av hela fabriken i Vara, även om detta berörs i rapporten.

Arbetet avgränsar sig från att pröva resultatet från studien i praktiken eftersom den nya bearbetningslinjen F1809 ännu inte finns installerad i fabriken.

2 Teoretisk referensram

I detta avsnitt beskrivs den teoretiska bakgrund som används för att skapa förståelse för problemet samt kunna svara på frågeställningen och fullfölja syftet med arbetet.

2.1 Industri 4.0

Industri 4.0 är ett tyskt statligt initiativ som främjar automatisering av tillverkningsindustrin med målet att utveckla smarta fabriker (Alpman, 2014). Den fjärde industriella revolutionen som den benämns på svenska är en del av industriutvecklingen som bygger på användningen av teknik som artificiell intelligens, robotar och Internet of Things (IoT). Målet är att ersätta arbetskraft med smarta maskiner. Detta har fördelar, inklusive att accelerera den ekonomiska tillväxten genom att minska kostnader och förbättra kvalitet. Men denna revolution har även negativa effekter, inklusive minskade jobb möjligheter och risken att vidga socioekonomiska klyftor (Britannica, T, 2022).

2.2 Spårbarhet

En viktig del av en produktion i utveckling och industri 4.0 är möjliggörandet av spårbarhet. I generella termer beskriver Schuitemaker och Xu (2020) att spårbarhet är då man kan identifiera ett specifikt objekt eller artikel och ha tillgång till all information kopplat till den närsomhelst under dess livscykel. Efter att ha studerat den vetenskapliga litteratur som finns kopplat till spårbarhet sammanfattar Kvarnström (2010) spårbarhet som "förmågan att följa, spåra och förutsäga platsen för en tillverkningsats, dess underkomponenter samt råmaterial genom hela leveranskedjan". Fortsättningsvis kan spårbarhet, enligt Nambiar (2010), delas upp i följande tre typer:

- Leverantörsspårbarhet, som handlar om att kunna spåra råmaterialen till specifika leverantörer.
- Klientspårbarhet, som handlar om att kunna spåra producerat gods efter det lämnar produktionen.
- Processspårbarhet, som handlar om möjligheten att kunna spåra en produkt genom de olika stegen av produktionen och se vilka processer den utsätts för.

Hur man praktiskt åstadkommer spårbarhet kan förklaras genom att ge ett objekt en unik identifikationsmärkning och sedan registrera vad som händer med objektet kontinuerligt från processens början till slut (Schuitemaker & Xu, 2020). Från detta får man att det inte bara krävs någon form av märkning för att kunna identifiera objektet, utan också ett system för att kunna registrera och hantera data. Kvarnström (2010) menar att ett sådant spårbarhetssystem är nödvändigt för att ”ge en entydig, oavbruten spårbarhet för en fysiskt tillverkningsplats, dess delkomponenter och råvaror inom leveranskedjan.”

Enligt Schuitemaker och Xu (2020) finns ett flertal tillvägagångssätt för att märka ett objekt som ska spåras, generellt handlar det om direkt eller indirekt delmärkning. Direkt delmärkning är då ett objekt markeras direkt på dess yta med till exempel laseretsning. Denna metod är vanlig för väldigt små delar. Indirekt delmärkning är märkning med en separat ID-bärare, såsom ett klistermärke. Både direkt- och indirekt delmärkning sker vanligen i form av alfabetisk, numerisk, streck- eller 2D-kod. 2D-kod är en matrisstreckkod som består av vita och svarta celler som är arrangerade på ett kvadratisk mönster (Pontius, 2022). Indirekt delmärkning kan också förekomma i form av Radio Frequency Identification (RFID). Schuitemaker och Xu (2020) lyfter även fram ett antal exempel på möjligheter som kommer med spårbarhet och ett välintegrerat spårbarhetssystem:

- Avgöra var i produktionen ett objekt befinner sig, från råmaterial till färdig produkt.
- Förutsäga och diagnostisera problem relaterat till kvalitet
- Stödja lagerhantering
- Öka produktionseffektivitet
- Övervaka maskintillstånd samt overall equipment efficiency (OEE)
- Produktions schemaläggning

Hur ett välfungerande spårbarhetssystem ska se ut kan skilja sig då det ofta är unikt för situationen i fråga och dess behov (Schuitemaker et al., 2020).

2.3 Informations- och driftteknik

Verkstadsindustrin har sedan industriella revolutionen varit i ständig utveckling, från ångmaskiner till automatiserade produktionslinor. Under hela utvecklingen har ”Operations

Technology” (OT), kallat driftteknik på svenska, varit ett fokus för att möjliggöra dessa framsteg. OT syftar till alla de industriella beståndsdelar som står för driften och underhållet inom en fabrik eller ett företag. Detta innefattar bland annat arbetare, utrustning, material energi, produkter och utsläpp. Samtidigt som denna utvecklingen av OT har pågått så har den digitala tekniken utvecklats och blivit en fundamental del av såväl industrin som affärsverksamheten. ”Information technology” (IT) eller informationsteknik, som denna digitala teknik kallas på svenska, möjliggör insamling, lagring och analys av data som samlats in från OT-domänen (Wan et al., 2022).

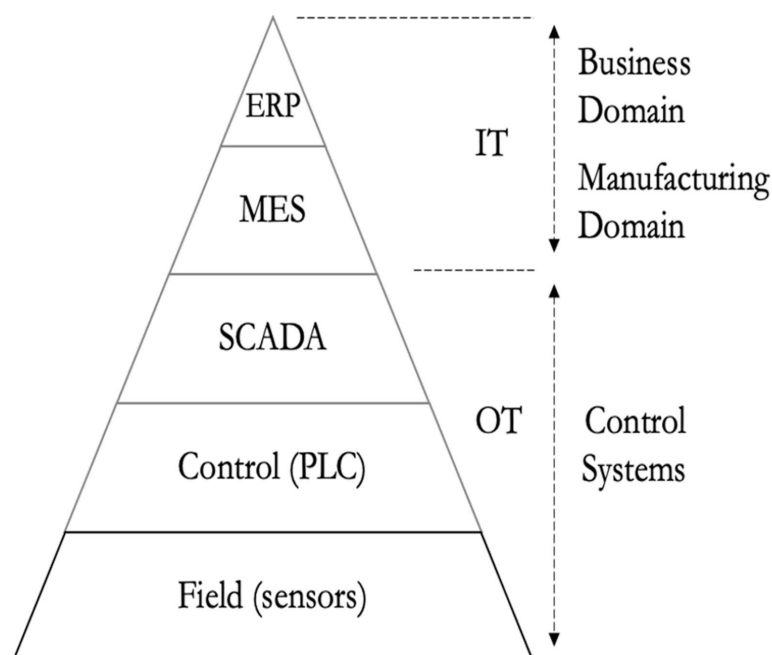
En integrering av IT- och OT-domänen är fördelaktigt för att uppnå en produktion utifrån industri 4.0 standarder. Enligt Paes et.al (2020) kan integrationen av de två domänerna bidra till bland annat ”kostnadsminskning, riskminskning, förbättrad prestanda, förutsägande/förebyggande underhåll och bättre systemflexibilitet.” Detta kan innebära att integreringen mellan de IT och OT kan göras med hjälp av ISA-95 (Paes et al., 2020).

2.4 International Society of Automation (ISA95)

ISA-95 är en standard som är framtagen av ”International Society of Automation”, varifrån ISA förkortningen kommer ifrån. Syftet med den är att skapa och utveckla en automationsöverlappning mellan företags- och produktionsverksamhet. ISA-95 modellen illustreras i form av en automationstriangel som framgår i figur 1. Modellen används för att definiera flödet av data mellan system (Harrington, 2021).

Figur 1

ISA-95 modellen



Kommentar. En model på hur automationssystem kan vara uppbyggt, samt hur relationen mellan system ser ut. Från *Digital transformation in project-based manufacturing: Developing the ISA-95 model for vertical integration*, av L. Apilioğulları, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.jipe.2022.108413>. Copyright ägs av Elsevier. Återgiven med tillstånd.

Automationspyramiden visar en hierarkisk bild av de system som ingår i ISA-95 modellen och hur dessa förhåller sig till varandra. Modellen består av en pyramid som är uppdelad i fem olika nivåer som visar vilka system som tillhör varje nivå (se figur 1). Nivå 0 innefattar produktionsprocess-delar såsom givare och don. Signaler till och från dessa kommuniceras med styrsystem i form av Programmable Logic Controller (PLC) som representeras i nivå 1. Nivå 2 innefattar de system som direkt övervakar de lägre nivåerna, i form av bland annat SCADA och HMI. Nivå 3 kan ses som gränssnittet mellan OT och IT. Här finns Manufacturing Execution System (MES) som överser produktionen men har också koppling upp till nivå 4 som innefattar affärsverksamheten där system såsom ERP och PLM används (Apilioğulları, 2022).

Figur 1 visar även hur OT-system bör förhålla sig till IT-system enligt ISA-95. En integrering av de två systemen möjliggör förbättrad automation, översikt i produktion samt sammankoppling av produktion och affärsverksamhet (Paes et al., 2020).

ISA-95 är en standard som ligger till grund för en konsekvent operativ modell samt terminologi för hur man hanterar utrustning-, material- och personalresurser. Standarden används för att stödja kommunikationsflödet och förståelsen mellan de olika nivåerna i hela fabriken (Cupek et al., 2019). Vid integreringen av de olika nivåerna i fabriken är det viktigt att alla system använder samma benämningar för till exempel utrustning. Detta är en viktig del i möjliggörandet av processpårlbarhet (Nambiar, 2010).

När det kommer till materialresurser är ISA-95 modellen viktig då den syftar till att samma materialtillgänglighet rapporteras i alla system, detta är i synnerhet viktigt sett till logistik. För personalresurser syftar ISA-95 till att kategorisera den personal som är involverad i produktion till specifika moment de är kvalificerade att göra. Den syftar också till att kunna koppla specifik personal till ett moment i produktionen för kunna överse personalkostnaden involverad i ett moment (Cupek et al., 2019; SepaSoft, u.å)

2.5 Enterprise Resource Planning (ERP)

Enterprise resource planning är en applikation som automatiserar affärs- och redovisningsprocessen relaterade till företagets arbete. Systemet förlitar sig på en gemensam databas som samlar in data från avdelningar inklusive leveranskedjans redovisning, drift, rapportering, tillverkning och olika personaloperationer. Systemet bygger på ett gemensamt datasystem, vilket i sin tur ger ansvariga och chefer en gemensam syn mellan avdelningarna. Detta gör det möjligt för dem att analysera olika scenarier och upptäcka flera sätt att förbättra produktionsprocessen och uppnå betydande effektivitetsvinster (O'Shaughnessy, 2018).

2.6 Product Lifecycle Management (PLM)

Product lifecycle management är ett verktyg som hjälper företag att planera för att utveckla nya produkter och förbättra befintliga. PLM används ofta i samband med ett ERP på den högsta nivån i ISA-95 triangeln. Syftet med detta system är att känna till produkternas livscykel, deras kostnader, försäljningsmöjligheter och vinster. Med andra ord, produktens livscykel är hela cykeln en produkt går igenom, från utveckling, produktion, användning tills dess slut. (Segal, 2021).

2.7 Manufacturing Execution system (MES)

MES är ett digitalt system vars huvudsakliga syfte är att övervaka och dokumentera produktionens gång från råmaterial till färdig produkt. Figur 1 visar att MES hör till nivå tre i ISA95-modellen. Den använder sig av information från de lägre nivåerna för att avgöra hur produktionen går och hur den kan optimeras i realtid. Den kan även ses som en integrerande nivå mellan produktionen och den överliggande affärsverksamheten (Liu et al., 2021). Vanliga funktioner av ett MES är att möjliggöra spårbarhet i produktion, samla produktionsdata såsom nertid och producera prestandaanalys såsom Overall Equipment Efficiency (OEE) och Statistical Process Control (SPC). Eftersom MES agerar brygga mellan affärsverksamheten och produktionen lämpar den sig även till att hantera schemaläggning av produktion med hjälp av arbetsordrar från ERP nivån. MES:et kan bryta ner dessa arbetsordrar och skapa produktionsordrar (MEScenter, 2022).

MES spelar en stor roll för fabrikernas framgång vad gäller effektivitet. Både tid och pengar

kan sparas genom att koppla samman de olika nivåerna i ISA-95 triangeln. MES gör det möjligt att upptäcka tillverkningsfel och stoppa produktionen omedelbart för att vidta nödvändiga åtgärder och lösa problemet. MES-systemet gör det möjligt att samla information från fabriksgolvet och förmedla detta till affärsverksamhetsnivån. Med lättåtkomlig produktionsinformation är det möjligt att göra mer grundade affärsbeslut. I ett välutnyttjat MES-system kan problem i produktion snabbt identifieras och hanteras. Det möjliggör även minskad nertid och gör det enklare att övervaka kostnader i produktionen. Systemet möjliggör även att planera in maskinunderhåll på ett effektivt sätt som minskar nertid i produktionen (Blanchard, 2009).

2.8 Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA)

Supervisory control and data acquisition (SCADA) är system som samlar in, övervakar och kontrollerar data. Ett SCADA-system består av en uppsättning hård- och mjukvarukomponenter. SCADA tillåter organisationer att utföra en mängd olika uppgifter såsom:

- Styrning av maskiner, datorer och produktionslinjer utan att behöva modifiera varje maskin separat.
- Övervaka, samla in och bearbeta data i realtid. Genom den lagrade datan skapas en registrering av alla händelser vilket stöttar beslutsfattande.
- Det möjliggör också direkt interaktion med sensorer och ställdon

Systemet består av PLC och RTU som är mikroprocessorer. Dessa mikroprocessorer kan samla in data från olika sensorer och ställdon. All insamlad data skickas vidare till en SCADA dator som analyserar datan. Den redovisar information som gör det möjligt för operatör att övervaka anläggningar och fatta rätt beslut (Muthukrishnan, 2021).

3 Metod och genomförande

I detta kapitel beskrivs det arbete som genomförts under projektets gång. Arbetet inleddes med en planeringsfas som innebar formulering av bakgrund, syfte och mål samt precisering av frågeställning. Därefter formades en problembild baserad på förstudier och problembeskrivning från uppdragsgivare Volvo Penta. Dessa utvecklades kontinuerligt under arbetets gång.

3.1 Datainsamling

Efter planeringsfasen inleddes en datainsamling som till en början bestod av litteraturstudier.

3.1.1 Litteraturstudier

Litteraturstudier utfördes kontinuerligt under arbetets gång med syfte att öka förståelsen och kompetensen i olika ämnen. Ämnena varierade alltefter arbetet fortskred och behov av fördjupning identifierats. Dels gjordes inledande litteraturstudier för att samla bakgrundsinformation med syftet att skapa bättre förståelse för projektet och dess kontext. Fortsättningsvis, studerades vetenskapliga publikationer och artiklar för att skapa en teoretisk bakgrund samt en referensram för hur syftet och målet med arbetet kan mötas i teorin. Ytterligare litteraturstudier gjordes för att komplettera insamlad data från intervjuer och observationer.

Litteraturstudier gjordes inom datahantering i produktion, samt industri 4.0 generellt. Dessa ledde till vidare studier kopplat till informationsteknik, driftteknik och kopplingen mellan dessa. Fortsättningsvis, studerades ISA-95-modellen, som gav en struktur för datahantering och informationsflöde mellan produktion och affärsverksamheten för ett producerande företag. Baserat på studier inom spårbarhet och det behov som Varafabriken hade styrdes fokuset för arbetet till MES-nivån i ISA-95 modellen eftersom detta ansågs vara en central del i att möjliggöra datahantering och spårbarhet, i synnerhet när fabriken i Vara installerar den nya bearbetningslinan F1809.

3.1.2 Observationer

Efter planeringsfasen och den initiala litteraturstudien gällande bakgrunden till projektet så

gjordes besök på Volvo Pentas motorfabrik i Vara. Under besöket utfördes observationer över hur produktionen gick till för att utforska och skapa en bättre kontext för arbetet. Syftet med observationer var att få en verklig bild av situationen i Varafabriken. När observationerna utfördes hade litteraturstudier gjorts för att erhålla förståelse för datahantering och spårbarhet inom produktion. Denna information ledde observationerna och fokus lades på att skapa en egen uppfattning av Varafabrikens arbetssätt i förhållande till teorin.

3.1.3 Intervjuer

Förutom litteraturstudier och observationer så bestod en stor del av datainsamlingen av intervjuer. Denna metod användes eftersom det fanns kvalitativ data att hämta från individer med kunskap inom de områden relevanta till detta arbete. Intervjuer kan ta en rad olika strukturer beroende på situationen. När det saknas tydliga frågor kan intervjun vara ostrukturerad och en utforskande diskussion hålls kring ett ämne. Finns det tydligare frågeområden att utforska kan intervjun vara semistrukturerad. För att få svar på specifika frågor, såsom uppföljningsfrågor, används en strukturerad intervjuform. I detta arbete användes en kombination av de olika strukturerna.

I samband med observationer i fabriken gjordes det semi-strukturerade intervjuer med användargrupper inom kvalitét, underhåll och bearbetning för att få förståelse för hur de arbetar idag samt få en inblick av vad de upplever som brister i deras nuvarande arbetssätt. Frågorna som utgicks ifrån för dessa intervjuer finns i bilaga 1. Fokuspunkter för intervjuer med användargrupperna var hur de arbetar med data- och informationsflöde, samt spårbarhet idag. Dessutom ställdes frågor om vilka möjligheter de ser med den nya bearbetningslinjen, F1809. Syftet med intervjuerna, utöver att utöka förståelsen för Varafabrikens nuvarande situation, var att få en inblick i vilka behov de olika intressenterna ansåg var viktiga att få tillgodosedda.

I följd på de inledande intervjuerna och observationer framgick det att tydligare och utökad hantering av data var ett behov i produktionen i Vara, inte bara för att möjliggöra spårbarhet men också för att skapa bättre övervakning i produktionen. Med dessa behov i åtanke utfördes en semi-strukturerad intervju med Leif Funke, produktionschef i Vara fabriken, för att få en fördjupad bild av hur de jobbar med just datahantering och spårbarhet idag, samt vilka system de använder för att hantera produktionsdata. Frågorna som utgicks ifrån för denna intervju finns i bilaga 2. Ett flertal ostrukturerade intervjuer hölls också med Leif Funke under arbetets gång. Fokusområden för dessa var spårbarhet och datasystem Varafabriken använder idag i

deras produktion.

Fortsättningsvis, utfördes en ostrukturerad intervju med Anders Johansson, som är IT-arkitekt och delaktig i att implementera system som integrerar produktion med övrig verksamhet enligt ISA-95 modellen i Volvo Cars motorfabrik i Skövde. Utifrån den data som samlades från den första ostrukturerade intervjun med Anders gjordes ytterligare litteraturstudier för att få fördjupad kunskap. Detta följdes av en semistrukturerad intervju där den tidigare berörda implementeringen i Skövde diskuterades för att få bättre förståelse för hur den gick till och såg ut i praktiken. Frågorna som utgicks ifrån för intervjun finns i bilaga 3.

3.2 GAP-analys

En GAP-analys är ett verktyg som används med syftet att identifiera ett gap mellan två situationer och hur detta kan åtgärdas. Det görs genom att jämföra det nuvarande läget av en situation med dess förväntade läge och därmed identifiera skillnaderna, det vill säga gapet. Slutligen, ska analysen urskilja varför gapet existerar och föreslå hur man kan minska eller till och med eliminera det (Channon, 2015). För att uppfylla målet med arbetet och identifiera var fabriken i Vara är idag i sitt arbetssätt och var de borde vara så används därför GAP-analys som verktyg. Detta gjordes i slutet av arbetet och ger form till arbetets analysdel som i sin tur bidrar till resultatet. Verktyget användes för att det är ett tydligt tillvägagångssätt för att presentera den nuvarande situationen i jämförelse med målbilden. Dessutom gör analysen det möjligt att enklare identifiera möjliga praktiska lösningar för att minska luckan mellan rådande situation och målet.

4 Analys

I detta kapitel presenteras resultat från datainsamlingen samt analys av denna. Det görs i form av en GAP-analys där Volvo Pentas nuvarande situation i Vara först beskrivs. Detta följs av att identifiera en målbild av var de borde vara med hjälp av analys och syntes av litteraturstudierna. Efter att den nuvarande situationen och målbilden urskiljts identifieras gapet. Med hjälp av fallstudien och litteraturen fastställs praktiska förslag på hur gapet kan stängas.

4.1 Varafabrikens situation idag

Projektet började med en önskan från Volvo Penta att undersöka möjligheterna gällande datahantering kopplat till en ny bearbetningslinje i motorfabriken i Vara samt jämföra detta med hur de arbetar idag. Från de initiala observationerna samt intervjuerna framgick det att man i Varafabriken huvudsakligen använder två system för att överse och styra produktionen. Först och främst JD Edwards E1 som är ett ERP system. Enligt en intervjuperson inom produktionsteknik i Varafabriken, används E1 för att se kostnaden för att bygga en motor, orderhantering, leveranshantering, hur en pågående order går, samt in- och utcheckningar från arbetsområden. Systemet hanterar även produktionsteknik, "Bill of Material" (BOM) samt ekonomi. Det andra övergripande systemet är CASAT som är fabriken MES. Här hanteras enligt samma intervjuperson bland annat monteringsinstruktioner, ändringshantering och taktssystem. Produktionschefen i fabriken förklarade att dessa system agerar med varandra för att möjliggöra produktionen. Enligt honom börjar det med ERP-systemet E1 där materialet och BOM ligger. Härifrån läggs en order som skickas till MES-systemet CASAT, som lånar BOM-informationen från E1 för att med hjälp av arbetsordern sortera ut vad som gäller för den specifika kundordern. Från detta görs en digital instruktion på det som den specifika ordern innehåller och produktionen börjar.

Produktionen i Vara börjar med bearbetningen av motorblock, cylinderhuvud och kamkåpor som kommer från Volvo Pentas gjuteri i Skövde. Till dessa delar skrivs det, enligt produktionschefen, manuellt upp en femsiffrig sifferkombination med löpnummer och datum som hanteras internt och tas med i arbetsordern som kopplas till ERP. Från observationerna i fabriken samt intervju med produktionschefen framgår det dock att användningen av identifikationssiffrorna är begränsad i dagsläget. Kontrollmätningar, arbetsmoment och övrig

produktionsdata kopplas inte till ID-siffrorna i ett centralt system såsom CASAT, utan lagras lokalt eller används som bekräftelse för att skicka motorn vidare till nästa produktionsmoment. Fortsättningsvis, uttryckte produktionschefen vid en intervju att då det uppstår kvalitetsproblem kopplat till bearbetningen eller från leverantör så har fabriken problem med att identifiera vilka motorer i produktionen som berörs av bristen. Om det förekommer problem med material från en underleverantör så är det mycket svårt i dagsläget att veta exakt vilka motorer som har defekt material, när sådan spårning inte görs. Intervjupersoner uttryckte att denna brist på spårbarhet gjorde det svårt att utföra arbetet snabbt och effektivt när det uppstod fel.

Från intervjuerna med personer med ansvar för underhåll i Varafabriken framgick det att det fanns en önskan om bättre övervakning i bearbetningen. Det vill säga, man önskade ha bättre överblick på välmåendet av maskinerna involverade i tillverkningen. I dagsläget arbetar fabriken med underhåll utifrån tids-periodisering eller då problem upptäcks eftersom det inte finns system för att övervaka maskinerna. Under observationerna förklarade produktionschefen att man använder sig av ett ljusfyrssystem för att övervaka de maskiner som är del av bearbetningen i dagsläget. Fyrsystemet består av röd, blå, gröna och gula lampor för att indikera när problem har uppstått eller en maskin står stilla. Svårigheten med detta system, menar produktionschefen, är att det inte talar om vad som orsakat problemet. Rapportering av störningar måste göras manuellt in i ett system som heter AM. AM är dock inte integrerat med övriga system, och för att det kräver manuell inmatning är det underutnyttjat.

Den utmaning Varafabriken står inför gällande möjligheten att övervaka maskineri och kunna samla data grundar sig i att nuvarande utrustning i bearbetningslinjen saknar gränssnitt för att kommunicera produktionsdata till överliggande system. Detta är en av anledningarna till att den nya maskinparken F1809 ska tas in. I F1809 förklarar produktionschefen, att bearbetade produkter kommer köras i parallella maskiner, och då blir processspårbarheten i synnerhet viktig för att kunna identifiera vilken maskin som har problem när kvalitetsbrist upptäcks.

4.2 Målbild baserat på litteraturstudie och fallstudie

Från intervjuerna och observationerna i Varafabriken framgår att det finns behov av förbättrad spårbarhet, i synnerhet process- och leverantörspårbarhet. Dessutom finns det behov av bättre kapacitet att samla produktionsdata och därtill en tydlig systemlösning som integrerar produktionen med övriga IT-system. Utifrån dessa behov kan en målbild för fabriken i Vara målas upp baserat på den vetenskapliga litteraturen som tidigare nämnts. Studierna visar att

integreringen mellan IT och OT är en nyckel i att närma sig industri 4.0 standard. För att integreringen ska vara möjlig kan en modell såsom ISA-95 användas för att definiera flödet av data mellan de system som gör upp automationstriangeln.

Utifrån Varafabrikens behov, som bland annat är att kunna hantera och kommunicera produktionsdata samt öka möjligheten för spårbarhet, tyder studierna på att fokus bör läggas på MES-nivån. Ett välimplementerat MES-system skulle inte bara kunna hantera datan från maskinparken F1809 utan också vara en del i förbättrandet av process- samt leverantörspårbarhet för fabriken. Studierna visar nämligen att ett välintegrerat spårbarhetssystem är en av delarna i att åstadkomma spårbarhet. Den andra delen är märka objekt med unika identifikationsmärkningar. Med hjälp av tydliga märkningar och MES-systemet kan objekt identifieras under produktionens gång och data från förädlingsprocessen automatiskt kopplas till en identifikation, var på objekt då går att spåra genom hela produktionens händelseförlopp.

Intervjuerna med Anders Johansson gav en inblick i hur det ser ut när teorin har applicerats i verkligheten. I detta fall är det Volvo Cars motorfabrik i Skövde. Från intervjuerna framgick att produktionen i Skövde stod inför liknande problem som den i Vara innan ISA-95 standard implementerades. Johansson menar att maskineriet i Skövde tidigare var helt fristående från överliggande system. Ordrar angavs på första station och sedan kördes produktionen. Detta medförde bland annat att möjligheten till övervakning av produktion och spårbarhet saknades.

Idag har fabriken i Skövde ett tydligt integrerat automationssystem. Framförallt finns det fungerande kommunikation mellan maskin och överliggande MES-system som möjliggör god processspårbarhet. Maskiner har möjligheten att rapportera störningar till MES-systemet. Med detta kan man därför övervaka störningslarm för varje maskin samt logga bland annat OEE automatiskt. I varje station i bearbetningsprocessen kan maskiner rapportera resultat från varje delmoment de utfört, denna information hanteras och lagras av MES:et och gör det möjligt att skapa trendlinjer för vardera moment i produktionen. Därigenom är det också möjligt att övervaka välmåendet av en maskin och planera underhåll utifrån när resultatet börjar avvika från trenden.

Anders Johansson lyfter även fram ISA-95 standardisering för utrustning-, material- och personalresurser som en viktig del i framgången med implementationen i Skövde. Standardisering kopplat med kommunikation från varje station till MES-nivån gör det möjligt att övervaka den exakta kostnaden för produktionen av en motor. Skulle det bli problem med

en specifik motor på grund av material- eller utrustningsfel så kan motorn snabbt lokaliseras och blockeras från att gå vidare i produktionen.

Fortsättningsvis, menade Johansson att både MES-systemet och ISA-95 standarden är instrumentala för hanteringen och flödet av data samt möjliggörandet av spårbarhet. Han förklarade att fabriken i Skövde använder sig av direkt märkning i form av 2D-kod som etsas på varje motorblock. Under produktionen så läses 2D-koden in av en kamera vid varje station. Detta gör det möjligt att koppla resultaten från varje station till varje motor, som tidigare nämnts, samt rapportera utrustning-, material- och personalkostnaden för varje steg i produktionen. Dessutom finns då möjlighet att digitalt koppla övrigt material som monteras på varje motor. För serialiserat material, såsom en turbo, så läses streckkoden på det materialet in och kopplas digitalt i MES-systemet till den specifika motorn i stationen. För oserialiserat material såsom bultar läses varje låda med bult in i MES-systemet. När en bult sedan monteras på motorn vet MES-systemet vilken låda den bulten kommer ifrån. Detta möjliggör leverantörspårbarhet samt underlättar lokalisering av motorer vid uppkomst av kvalitetsbrist på material.

5 Resultat

Med datan från intervjuerna och observationerna i Varafabriken, i jämförelse med teorin och fallstudien, motorfabriken i Skövde, kan gapet som Volvo Penta står inför identifieras. Det råder en generell brist på kommunikation av data från produktionen och uppåt i fabriken i Vara. Kommunikation sker från affärsverksamheten ner till produktionen i form av bland annat ordrar, men under produktionen sker väldigt lite kommunikation uppåt i nivåerna, detta begränsar möjligheten till dels processspårbarhet men även möjligheten att övervaka välmåendet av maskineri ur underhållssyfte. Fortsättningsvis, begränsar kommunikationsbristerna möjligheten att använda sig av statistisk data såsom OEE och SPC för att förbättra kvalitet och effektivitet i fabriken.

Baserat på behoven och önskemålen till förbättring i produktionen i Vara kan en målbild fastställas. Som målbild ska fabriken i Vara ha system och arbetssätt som gör det möjligt att hantera produktionsdata på ett sätt som möjliggör god övervakning samt spårbarhet i produktionen. Att centralt kunna övervaka produktionen är viktigt ur både underhållssyfte och kvalitetsyfte. Med mer data från produktionen gör det möjligt att förutse underhållsbehov, identifiera brister, minska nertid och effektivisera produktionen. Spårbarhet ses som ett viktigt behov i fabriken utifrån ett kvalitet och kostnadsperspektiv. Med bättre process- och

leverantörspårbarhet kan kvalitén för varje producerad motor försäkras samt tid- och resursslöseri minskas då fel rapporteras.

Hur ska målbilden nås och vilka praktiska åtgärder bör fabriken i Vara ta för att stänga gapet mellan nuvarande situation och målbilden? När den nya maskinparken F1809 installeras blir möjligheten till att kommunicera produktionsdata uppåt mycket större. Det första steget, enligt litteraturen och fallstudien, för att minska gapet är därför uppkopplingen från den nya maskinparken till ett överliggande MES-system som kan hantera datan. Litteraturen och fallstudien visar på att det kan vara fördelaktigt att förhålla sig till en standard såsom ISA-95. Att använda sig av en standardiserad utrustnings- och materialmodell är viktigt för att hela verksamheten ska kunna förhålla sig till samma sak, i synnerhet när integreringen av de olika nivåerna ökar.

För att uppnå spårbarhet behöver Varafabriken implementera identifikationsmärkning på de objekt som är viktiga att spåra. För att underlätta processen och automatisera den rekommenderas märkning i form av 2D-kod som kan läsas av vid varje station och kopplas med produktionsdatan som berör den i MES-systemet. En 2D-kod har stor redundans och är därför lämplig i produktionssyfte.

Från genomförandet och resultatet kan slutsatsen dras att ett välfungerande MES-system är en nyckelkomponent i utveckling av en produktionsverksamhet. Datainsamling och datahantering är centralt för automationsutveckling, som nämndes i början så är uppkopplingen och kommunikationen av data är kärnan i att möjliggöra industri 4.0.

6 Diskussion

Arbetet ledde till ett resultat som kan sammanfattas av att ett välfungerande MES-system och användningen av en standard såsom ISA-95, är nyckelkomponenter i att integrera driftteknik och informationsteknik för att föra en produktionsverksamhet närmare en Industri 4.0 standard. Resultatet möter syftet i att det har identifierat Varafabrikens situation idag och behoven från delaktiga grupper inom produktionen, för att sedan med hjälp av litteratur- och fallstudie beskriva hur datahanteringen samt kraven på spårbarhet kan se ut i den nya maskinparken.

Eftersom arbetet var utforskande i dess form innebar det att intervjuer som gjordes för datainsamlingen till stor del gjordes i ostrukturerat format, med semistrukturerade intervjuer där behovet fanns. Resultatet därifrån är alltså format av det som intervjudeltagarna lyft fram och de följdfrågor som ställts. De slutsatser som dras från intervjuerna bygger på intervjudeltagarnas kompetens och är baserat på kontexten inom Volvo Penta och produktionen i Vara. Man kan därför inte med säkerhet säga att resultatet är tillämpligt inom annan produktion och tillverkning än den som studerats för detta arbete. Men eftersom slutsatser baserats på teori inom allmän tillverkningsindustri bör generella slutsatser kring arbetssätt och lämpliga tillvägagångssätt för att uppnå spårbarhet inom en produktion kunna användas även i andra produktionssammanhang.

De förslag på utveckling i Varafabriken som läggs fram i resultatet baseras på de litteraturstudier som har gjorts samt en fallstudie. Förslagen har dock inte testats i fabriken, eftersom dessa baseras på bearbetningslinjen som inte finns på plats ännu. När den finns på plats bör förslagen att implementera kommunikation från F1809 till MES, ISA-95 modellen samt märkning för spårbarhet testas i praktiken för att se om önskat mål av spårbarhet uppnås.

Ytterligare, en aspekt som hade varit intressant att utforska vore att skapa en digital tvilling till den tänkta bearbetningslinjen. En digital tvilling skulle göra det möjligt att simulera och testa olika system utan att påverka den fysiska produktionen. Fortsatta studier inom området vore även intressant för att ha möjlighet att utvärdera specifika applikationer som kan användas för varje system. I denna studie gjordes ingen värdering i till exempel om Varafabrikens nuvarande MES-system CASAT kan utvecklas och integreras med nya bearbetningslinjen. Detta hade kunnat testats i en digital tvilling och utvärderas vidare för att säkerställa optimerad produktion. Vid fortsatta studier skulle det även vara intressant att lägga fortsatt fokus på materialhantering och logistik. ISA-95 modellen och integreringen mellan produktion och övre

system såsom ERP kan också användas för att effektivisera och minska brist eller överflöd av material.

Ur ett etiskt perspektiv är frågan gällande spårbarhet i synnerhet intressant då det handlar om att kunna försäkra kvalitet på sin produkt och produktion. För Volvo Penta bör processpårbarhet vara en självklarhet för att kunna försäkra sin kund om produktens kvalitet, och i de fall kvalitetsbrist skulle förekomma kan man snabbt identifiera var påverkade motorer befinner sig för att förhindra olycka.

Ännu ett etiskt perspektiv värt att beröra är det minskade behovet av arbetskraft vid ökad automatisering. I Varafabrikens fall ersätts 14 maskiner som behöver input från operatör vid start av en arbetscykel och dess slut, med 6 maskiner som arbetar helt automatiskt. Detta kan innebära att arbetskraft varslas och att den nya maskinparken sätter krav på ökad kompetens. Däremot innebär utvecklingen av Vara fabriken att produktionen kan förbli där den är, istället för att läggas ner eller flyttas utomlands där det finns billigare arbetskraft.

Ur ett hållbarhetsperspektiv är möjlighet till övervakning av produktion mycket viktigt. Effektivisering och övervakning av produktion innebär att man kan minska onödigt materialsvinn samt öka livslängden på maskineri och verktyg genom användning av förebyggande underhåll.

7 Referenser

- Alpman, M (2014). *Här är Tysklands Industri 4.0*. NyTeknik.
<https://www.nyteknik.se/hallbar-industri/har-ar-tysklands-industri-4-0-6397956>
- Apilioğulları, L. (2022) Digital transformation in project-based manufacturing: Developing the ISA-95 model for vertical integration. *International Journal of Production Economics*, 245(1). <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108413>
- Blanchard, D. (2009). *Five benefits of an MES*. Industry Week.
<https://www.industryweek.com/leadership/companies-executives/article/21948097/five-benefits-of-an-mes>
- Bligård, L.-O. (2015). ACD3 - Utvecklingsprocessen ur ett människa-maskinperspektiv. RESEARCH.chalmers.se. Hämtad 4 maj, 2022, från <https://research.chalmers.se/en/publication/227866>
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2022, 13 mars). Industrial Revolution. Encyclopedia Britannica. Hämtad 22 maj, 2022, från <https://www.britannica.com/event/Industrial-Revolution>
- Channon, D. F., Sammut-Bonnici, T. (2015). Gap Analysis. I *Wiley Encyclopedia of Management*. John Wiley & Sons, Ltd. DOI:10.1002/9781118785317.weom120109
- Cupek, R., Drewniak, M., Ziębiński, A., & Fojcik, M. (2019). "Digital Twins" for Highly Customized Electronic Devices – Case Study on a Rework Operation. *IEEE Access*. 99. DOI: 1-1. 10.1109/ACCESS.2019.2950955
- Gocheva, D., Batchkova, I., Dobrev, M., & Velev, K. (2009, 20 september-4 oktober) *Domain Ontology Development for Engineering Support Systems* [Paper presentation]. International Conference Automatics and Informatics'09. Sofia, Bulgarien.
- Hall, T (2020). *The Role of Data in Industry 4.0*. Industry Today.
<https://industrytoday.com/the-role-of-data-in-industry-4-0/>
- Harrington, J. (2021). *Applying ISA-95 in an Industry 4.0 world*. HighByte.
<https://www.highbyte.com/blog/applying-isa-95-in-an-industry-40-world>

- Kvarnström, B. 2010. Traceability in Continuous Processes - Applied to Ore Refinement Processes. Doctoral Thesis. Division of Quality Technology, Environmental Management, and Social Informatics. Luleå University of Technology
- MES center (u. å.). *MES - Manufacturing Execution System*. Hämtad 22 maj, 2022, från <http://mescenter.org/en/articles/108-mes-manufacturing-execution-system>
- Muthukrishnan, V. (2021). *SCADA System: What is it?*. Electrical4u. <https://www.electrical4u.com/scada-system/>
- Nambiar, A. N. (2010) Traceability in agri-food sector using RFID. *2010 International Symposium on Information Technology*. 874-879, doi: 10.1109/ITSIM.2010.5561567.
- O'Shaughnessy, K. (2018) *Unique Industries Served by ERP Solutions*. SelectHub. <https://www.selecthub.com/enterprise-resource-planning/erp-manufacturing-industries/>
- Paes, R., Mazur, D. C., Venne, B. K., & Ostrzenski, J. (2020) A Guide to Securing Industrial Control Networks: Integrating IT and OT Systems. *IEEE Industry Applications Magazine*, 26(2), 47-53. doi: 10.1109/MIAS.2019.2943630.
- Pontius, N (2022) *What is 2D Barcode*. Camcode. <https://www.camcode.com/blog/what-is-a-2d-barcode/>
- Q. Liu, X. Guo, Y. Lei M. Wang, Manufacturing Execution System Driven by Industrial Big Data," 2021 4th World Conference on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM), 2021, pp. 543-546, doi: 10.1109/WCMEIM54377.2021.00117.
- Schuitemaker, R., Xu, X. (2020). Product traceability in manufacturing: A technical review. *Procedia CIRP*, 93, 700-705. doi: 10.1016/j.procir.2020.04.078
- Segal, T. (2021). *Product Lifecycle Management (PLM)*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp>
- SepaSoft. (u. å.) *ISA-95 Overview*. Hämtad 22 maj, 2022, från <https://help.sepasoft.com/docs/display/MHD/ISA-95+Overview>
- Wan, Z., Gao, Z., Di Renzo, M., Hanzo, L. (2022, 10 maj). The road to industry 4.0 and beyond: A communications-, information-, and Operation Technology Collaboration perspective. *arXiv.org*. DOI: 10.48550/ARXIV.2205.04741

8 Bilaga 1: intervjufrågor för användargrupper i Varafabriken

Frågor som utgicks ifrån vid semistrukturerade intervjuer med användargrupper inom kvalité, underhåll och bearbetning:

- Vilka är ni?
- Vad är eran roll? Eran roll i förhållande till nya maskinparken?
- Använder ni er av data och informationsflöde i dagsläget?
- Vad ser ni för möjligheter med den nya maskinparken i fråga om information?
- Vad hade ni önskat av den nya produktionen i fråga om information för att underlätta och utveckla det ni gör? Vilka behov har ni?
- Arbetar ni med spårbarhet? Hur? Vad är viktiga punkter för er att spåra?
 - Hur upptäcker, spårar och återgäldas fel?
 - Vad har ni för krav på spårbarhet?

9 Bilaga 2: intervjufrågor för produktionschef i Varafabriken

Frågor som utgicks ifrån vid semistrukturerade intervjuer med produktionschef Leif Funke:

- Samlar Vara Data idag?
- Vilka system använder Vara idag?
- Hur ser flödet av information ut mellan dessa system?
- Vad ser ni för möjligheter med den nya maskinparken i fråga om information?
- Vad hade ni önskat av den nya produktionen i fråga om information för att underlätta och utveckla det ni gör? Vilka behov ser ni?
- Hur rapporteras kvalité?
- Hur övervakas nertid, störningar och problem i produktionen?
- Hur spårar Vara delar då det uppstår kvalitéproblem från bearbetning eller leverantör?

10 Bilaga 3: intervjufrågor för IT-arkitekt för Skövde motorfabrik

Frågor som utgicks ifrån vid semistrukturerade intervjuer med Anders Johansson:

- Hur såg produktionen i Vara ut innan implementeringen av nya system och ISA-95 modellen?
- Vilka system använder Skövde idag?
- Hur bidrar dessa till produktionen och spårbarhet?
- Hur ser flödet av information ut mellan systemen?
- Hur hanteras spårbarhet i Skövde?

