

Master Thesis

CODEN:LUTMDN/(TMMV-5250)/1-86/2012



# Spårbarhet på vev- och kamaxlar

*Simon Brorsson*

2012

---

INDUSTRIELL PRODUKTION LTH  
LUNDS UNIVERSITET • 2012

Lunds Universitet  
Box 118  
221 00 LUND

## **Förord**

Detta är ett examensarbete inom maskinteknik vid Lunds tekniska högskola som har utförts i samarbete med Scantias vev- och kamaxelbearbetning under hösten 2011 och våren 2012.

Under studietiden i Lund så har länken mellan skolan och arbetslivet stundvis varit svag. Därför har det varit mycket intressant och lärorikt att skriva examensarbetet på ett stort verkstadsföretag som Scania. Mycket ny kunskap har förvärvats under arbetets gång samtidigt som jag har blivit självsäkrare i min roll som ny ingenjör. Jag skulle därför vilja tacka Daniel Hallberg på Scania DMTB som har gett mig möjligheten att skriva mitt examensarbete på Scania. Även ett tack till Johan Martinsson på Scania DMTB som har varit min handledare.

Utan personalen på Scania DMT samt produktionen skulle detta examensarbete ha varit mycket svårt att genomföra. Dessa personer har bidragit med större delen av all information som har samlats in.

Ett särskilt tack min handledare på skolan Jan-Eric Ståhl som har bidragit med erfarenhet och nya infallsvinklar. Alltid trevliga pratstunder som har gett ny energi med arbetet.

Södertälje, April 2012

Simon Brorsson

## **Abstract**

This Master's thesis has been done in collaboration with Scania's cam and crankshaft manufacturing in Södertälje. The task was to present a solution on the problem of tracking shafts.

It's impossible to say for sure where a specific shaft is or have been today. This is a big problem if quality issues are identified. Tracking down the root cause and identifying all other affected shafts is sometimes difficult. Part of the objective was to identify the need for a traceability system and if there was one, present a solution and an implementation plan.

A literature study was made side by side a practice in the manufacturing plant. This was done to get an insight in how a shaft was made and to see the possibilities with traceability. The substance of the study was that traceability should tell you where your product is, where it has been, what happened to it and what other products this also had happened too. It's with this motto that this Master's thesis define traceability.

Interviews and study visits have been made in order to straighten out the real needs and to get inspiration on how to satisfy them. In order to present a final proposal several concepts were made in different areas of the subject: Two dimensional barcodes, marking methods, logistics and an overall design on how to log a shaft. The proposals were when needed evaluated with inspiration from a concept generation method from Ulrich & Eppinger.

At last a proposal for both cam and crank shaft is presented in the report attached with recommendations on where to begin. Datamatrix codes are to be used on both cam and crank shafts marked with existing mark machines. This has to be done in order to make every shaft an individual. These codes are to be read with cameras placed on different places of interest and measuring machines. In the later part of the crankshaft area the carriers are going to log the movement instead of cameras. An existing data base will finally collect all the information and the common denominator is the identity of the shaft.

Hopefully this Master's thesis acts like a starting ground from where further work could start from.

**Keywords:** Traceability, Datamatrix, DPM, Manufacturing, Automotive industry.

## Sammanfattning

Det här examensarbetet har utförts på uppdrag av Scantias vev- och kamaxel bearbetning i Södertälje. Motormonteringen har startat ett projekt där avsikten är att införa spårbarhet på vissa komponenter och det är på grund av detta initiativ som det här examensarbetet har kommit till.

Produktionen av vev- och kamaxlar i Södertälje kan i dag inte med säkerhet säga var en axel befinner sig eller vilken maskin det är som har bearbetat axeln. Detta är ett stort problem om axlar med lägre kvalitet påträffas. Dels om man vill återkalla dessa axlar men också om man vill spåra rätt på orsaken till problemet. Syftet med examensarbetet har varit att utreda nyttan med spårbarhet och ge ett förslag på hur det skall genomföras.

Examensarbetet inleddes med praktik i axelbearbetningen i Södertälje och litteraturstudier. Detta var ett viktigt och stort steg i arbetet då genomförandet av examensarbetet kräver full förståelse för hur produktionen ser ut. Det finns många definitioner av spårbarhet där kontentan i regel är att man vill veta var produkten är, var den har varit, vad som har hänt med den och vilka andra produkter detta har hänt med. Det är efter den här devisen som examensarbetet definierar spårbarhet.

Identifieringen av vad som efterfrågas gällande spårbarhet har skett genom intervjuer med personal på de aktuella produktionsavsnitten. Studiebesök på och utanför Scania samt analyser av konkurrenters produkter har även skett för att få insikt i hur andra företag arbetar med spårbarhet.

Det var många olika önskemål gällande spårbarhet, de flesta rör den egna produktionens kvalitetsarbete där olika sorters information skall kopplas till en axels individ. Det är just skapandet av en axelindivid som är den stora gemensamma nämnaren i alla önskemål. Man vill få bättre vetskap om var en axel har varit och samtidigt knyta individuell information till en axel. Informationen kan vara maskindata vid tillfället axeln bearbetades eller mätdata kopplad till axeln mätningen utfördes på. Motormonteringen som är internkunden har även önskemålet om att en kod skall införas för att det skall gå att monteringssäkra vevaxlar, något som kamaxlarna redan har. Motormonteringen har också ansvaret att föra spårbarhetsarbetet vidare då det är där som den individuella axeln kan kopplas till en individuell motor.

Med en bättre bild av vad som efterfrågas och hur spårbarhet går till i verkligheten så började skapandet av förslag på spårbarhetslösningar. Kodmärkning valdes som grundmetod och problemlösningen delades sedan upp i mindre delar med separata utvärderingar. Målet var att skapa enkla lösningar med få felkällor men samtidigt bibehålla så stor nytta som möjligt.

För att hålla reda på var en axel befinner sig måste den loggas. Det är dock inte nödvändigt att logga varje steg den tar då produktionen i dag är någorlunda förutsägbar. Fokuseringen ligger därför på att föra noggrann loggning över slipmaskinerna då dessa maskiner arbetar parallellt. Även loggning in och ut ur linerna skall ske. Loggningen skall ske med hjälp av koder av Datamatrix typ enligt Scania standard 4388 (STD4388) och skall skapas med befintlig utrustning. Dessa läses av med kameror avsedda för ändamålet vid positioner av intresse. Undantaget är över slipmaskinerna i vevaxelbearbetningen där den automatiserade förflyttningsutrustningen (portaler) av axlarna skall hjälpa till med loggningen då det är denna som placerar axlarna i slipmaskinerna. Anledningen till detta är att antalet kameror och därmed felkällor blir färre. Kamaxelbearbetningen har endast kameror i sin lösning då förutsättningarna ser annorlunda ut där.

Kamera- och portalloggningen skall skötas av ett Scaniautvecklat system som kallas Didrik. Didrik är ett beprövat och framtidssäkert system som hand i hand med befintlig utrustning och datasystem.

Alla mätmaskiner skall få avläsare samt uppdaterade datorprogram då dessa program konverterar mätresultatet och automatiskt skickar in detta till statistikdatabaser levererade av Q-das. Det är i dessa databaser som information om axelns individ skall föras in samtidigt som mätdata. Separat skall sedan information från Didrik skickas in då Didrik sitter på informationen om var axeln har varit någonstans. Den gemensamma nämnaren är axelns identitet och kopplingen mellan historik och mätdata blir möjlig.

När en axel är färdigbearbetad skall den levereras till motormonteringen. Detta sker av logistikavdelningen med befintligt arbetssätt med låg spårbarhet, dock återfås kontrollen när motormonteringen får leveransen.

---

## Terminologi

<b>Adcole:</b>	Leverantör av mätmaskiner för kam- och vevaxlar, används i kamaxelbearbetningen.
<b>Alfanumerisk:</b>	Ett samlingsnamn för siffrorna 0-9 och tecknen A-Z.
<b>ASCII:</b>	Står för American Standard Code for information interchange, ISO/IEC 646. Ett teckenkodningssystem för att lagra och överföra textinformation i och mellan datorsystem, [21].
<b>Barkhausen:</b>	Barkhauseneffekten är ett magnetiskt fenomen upptäckt av Heinrich Barkhausen. Används för att upptäcka felaktigheter i materialets struktur och mätmaskiner som använder sig av denna effekt titelleras ”Barkhausenmaskiner” på Scania, [21].
<b>Byte:</b>	Är i datorsammanhang benämningen på en bitgrupp av åtta bitar. I en sådan grupp lagras normalt ett tecken med 7 bitars ASCII-kodning, [21].
<b>Cykeltid:</b>	Cykeltiden är summan av maskintiden, hanteringstiden, verktygsbytestiden och spilltiden för en produkt. Det är den tid det tar för att genomföra en viss bearbetningscykel i fabriken, [14].
<b>Databit:</b>	Ett binärt tecken som kan anta värdet 0 eller 1, [21].
<b>Flaskhalsanalys:</b>	Analys för att identifiera den faktor som begränsar produktionen.
<b>Hommel:</b>	En optisk mätmaskin som används i vevaxelbearbetningen.
<b>Induktionshärdning:</b>	Metod för lokal ythärdning av stål. Ytskiktet värms upp genom elektromagnetisk induktion, [21].
<b>Kastmätning:</b>	Mätning av en axels böjning.
<b>Motorkort:</b>	Dokument med information rörande en individuell motor.
<b>Monteringssäkring:</b>	Kontroll av att rätt artikel monteras.
<b>Mäthandske:</b>	Mätverktyg som likt en hand omfamnar en axel vid mätningen.

---

<b>OPE:</b>	Ett nyckeltal som beskriver effektiviteten i en tillverkande industri, [14]: $OPE = \frac{\text{Antal godkända artiklar} * \text{cykeltiden}}{\text{Planerad tid} - \text{beläggningsbrist}}$
<b>Perthometer:</b>	Verktyg för att mäta ytjämnhet.
<b>PLC:</b>	Står för Programmable Logic Controller, på svenska: programmerbart styrsystem. En slags dator som främst används inom industrin och är i regel anpassad för detta. Ett utmärkande drag är att arbetet den utför är cykliskt, t.ex. en maskinrörelse som upprepas hela tiden, [21].
<b>Portal:</b>	Sköter automatiskt förflyttningen av artiklarna som bearbetas, som en travers med PLC.
<b>Q-Das:</b>	Leverantör av statistiskprogrammet qs-STAT.
<b>Robotcell:</b>	Ett arbetsområde för en industrirobot, är i regel inhägnad av säkerhetsskäl.
<b>SQL:</b>	Står för Structured Query Language och är ett internationellt standardiserat frågespråk för databaser, [21].
<b>Zeiss:</b>	Carl Zeiss AG är en tillverkare av optik, industriella mätinstrument och medicinutrustning.



---

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion</b>	<b>3</b>
1.1	Om Scania	3
1.2	Produktbeskrivning	4
<b>2</b>	<b>Mål</b>	<b>7</b>
2.1	Syfte	7
2.2	Uppdragsdirektiv	7
2.3	Projektmål	7
2.4	Avgränsningar	7
<b>3</b>	<b>Metod</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Teori</b>	<b>9</b>
4.1	Spårbarhet	9
4.2	Direct Part Marking	10
4.3	Tvådimensionella koder	13
4.4	Verifiering av kod	16
4.5	Scanias Produktionssystem SPS	17
<b>5</b>	<b>Nulägesbeskrivning</b>	<b>20</b>
5.1	Vevaxelbearbetning	20
5.2	Kamaxelbearbetningen	22
<b>6</b>	<b>Analys</b>	<b>24</b>
6.1	Benchmarking: spårbarhet och märkning	24
6.2	Spårbarhetsbehov	33
6.3	Sammanfattning av behov	39
<b>7</b>	<b>Lösningförslag</b>	<b>40</b>
7.1	Konceptgenerering	40
7.2	Kodspecifikationer	41
7.3	Märkmetod	45
7.4	Loggning i vevaxelbearbetningen	49
7.5	Loggning i kamaxelbearbetningen	58
7.6	Val av lokal databas	64
7.7	Logistik efter axelbearbetningen	66
<b>8</b>	<b>Resultat</b>	<b>67</b>
8.1	Vevaxelbearbetning	67
8.2	Kamaxelbearbetning	69
<b>9</b>	<b>Slutsatser och diskussion</b>	<b>71</b>
9.1	Rekommendationer	72
9.2	Rapportdiskussion	73
<b>10</b>	<b>Referenser</b>	<b>74</b>
10.1	Litteratur	74
10.2	Elektronisk information	75
10.3	Bildreferenser	75
10.4	Intervjuer	76

---

<b>Bilaga A: Datamatrixkapacitet</b>	<b>77</b>
<b>Bilaga B: Uppskattat pris för vevaxel</b>	<b>78</b>
<b>Bilaga C: Uppskattat pris för kamaxel</b>	<b>79</b>
<b>Bilaga D: Uppskattad tidsplan för fullständigt genomförande</b>	<b>80</b>

---

# 1 Introduktion

*Detta examensarbete har utförts på uppdrag av Scantias motorbearbetning. I kapitlet ges en kort introduktion om Scania samt produkterna som examensarbetet omfattar.*

## 1.1 Om Scania

Scania är ett företag som tillverkar tunga lastbilar, bussar och motorer för marin och industri. Huvudkontoret samt en stor del av tillverkningen ligger i Södertälje. Där huserar också forskning och utvecklingsavdelningarna.

Scania är verksamt i över hundra länder och har sammanlagt över 35 000 anställda. 2010 hade Scania en omsättning på över 87 miljarder kronor. Under samma år levererades 56 837 lastbilar, 6 875 bussar samt 6 526 motorer. [19]

Scania jobbar med modulbaserade produktsystem för att erbjuda kunderna specialanpassningar samtidigt som utvecklingskostnader kan hållas nere.

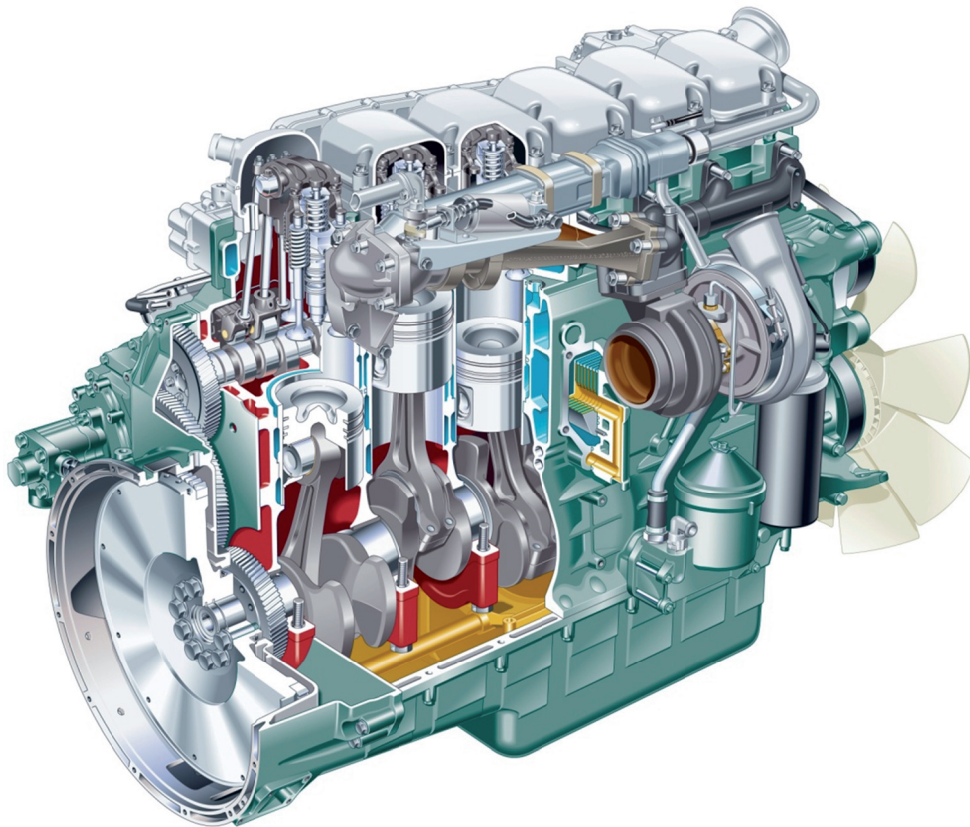


---

## 1.2 Produktbeskrivning

Scania tillverkar sina egna vev- och kamaxlar och principen i tillverkningen är snarlik i de båda processerna. Scania köper in råämnen som de sedan förädlar med flera olika bearbetningssteg, bland annat svarvning, fräsning, härdning, slipning, borrar och polering.

Att tillverka en axel ställer stora krav på maskiner och handhavande. Kvalitetskontroll är en återkommande process i båda bearbetningsprocesserna.



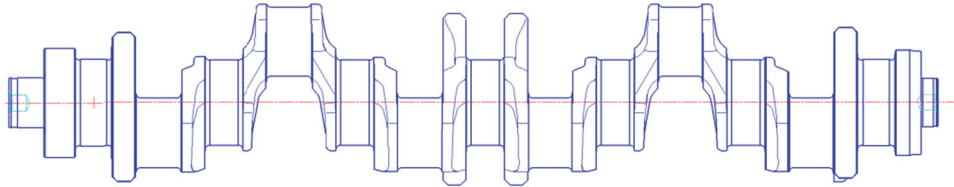
---

## 1.2.1 Vevaxel

En vevaxel överför kraften som verkar på kolvarna till roterande arbete. Kraften går via vevstakarna som är länkade i vevlager i axeln. Det är lika många vevar som antal cylindrar i en rak motor, i en v-motor så är det två cylindrar per vev. Ramlagrena håller axeln på plats och har därför samma centrumlinje som rotationsscentrumet. Ramlagren sitter på vardera sida av vevarna så det är alltid ett ramlager mer än antal vevlager.

Vevaxeln är sammankopplad med svängningsdämpare på ena sidan och svänghjul följt av växellåda på den andra.

Scania tillverkar 7 olika grundtyper av vevaxlar, 5, 6 och 8 cylindrar med ytterligare variationer beroende på klassning. Klassade axlar används inom marin och industri och ställer hårdare krav på smide och bearbetning.

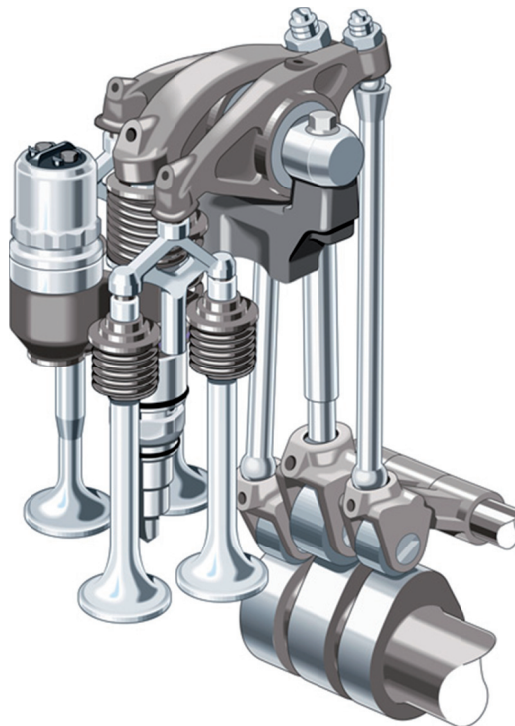
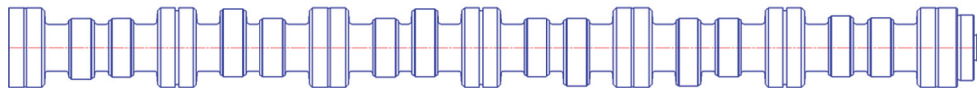


---

## 1.2.2 Kamaxel

Kamaxelns uppgift är att styra motorfunktioner som går i synk med vevaxeln. I förhållande till vevaxeln roterar den med halva rotationshastigheten. I Scania motorer styr kamaxeln ventilerna och eventuellt insprutning via vippor.

Scania tillverkar flera olika typer av kamaxlar och i fallet av motorer i V-formation så krävs två kamaxlar, en för varje cylindersida.



---

## 2 Mål

*Här beskrivs syftet och målet med examensarbetet samt dess avgränsningar.*

### 2.1 Syfte

Att ta fram ett beslutsunderlag om införande av spårbarhet till vev- och kamaxelbearbetningen. Att utreda nyttan av införandet samt presentera ett koncept på hur systemet ska se ut.

### 2.2 Uppdragsdirektiv

Scania har i dag begränsade möjligheter till att spåra vev- och kamaxlar i bearbetningsprocessen. Det innebär att uppföljning och kvalitetssäkring blir mycket svårt. Motormonteringen har därför initierat ett projekt där syftet är att införa Data-matrixkoder som id-märkning och hjälpmedel till informationslagring.

### 2.3 Projekt mål

Att sammanställa en rapport som redogör:

- Vilken nytta skapar utrusningen för Scania
- Vilken information skall lagras?
- Vilka tekniska krav skall ställas på utrustningen och var skall den vara placerad i flödet?
- Vilka leverantörsalternativ finns?
- Kostnadsberäkning.
- Vilka kompetenskrav ställs på organisationen.
- Tidsplan för införandet av systemet.

### 2.4 Avgränsningar

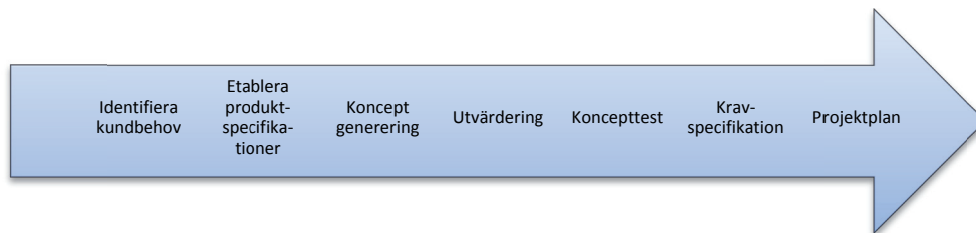
- Första delen på kamaxelbearbetningen, det vill säga mjukbearbetningen omfattas ej då axeln sätthärdas efter dessa operationer. Sätthärdningen sotar ner axeln väldigt mycket vilket gör att axeln blåstras efteråt. En märkning är knappt läsbar efter detta vilket har gjort att Scania har valt att placera märkningen efter härdningen. Spårbarhet efterfrågas inte i de första operationerna.
- Ingen fördjupning i databaser eller elektronik kommer att ske.

---

## 3 Metod

*I kapitlet beskrivs hur angreppssättet i examensarbetet har sett ut samt valet av metod och informationsinsamling.*

Målet med arbetet har varit att ta fram nyttan med spårbarhet och ge ett förslag på ett spårbarhetssystem. Metoden här har varit att arbeta efter Ulrich & Eppingers [17] produktutvecklingsprinciper. Deras filosofi om hur man utvecklar koncept är applicerbar på problemet i det här arbetet.



r.

Ulrich & Eppinger beskriver hur konceptgenereringens sju steg ser ut. Först identifieras behovet vilket är den absolut viktigaste delen i hela processen. Sedan ställer man upp krav på vad produkten ska klara av för att uppfylla dessa behov samt vikten av dessa. Därefter kan man generera koncept som skall försöka möta dessa krav. Utvärdering av dessa koncept kan göras i flera steg och är mycket viktigt för att säkerställa att det bästa möjliga konceptet blir det slutgiltiga. Efter detta gör man en teknisk kravspecifikation följt av en projektplan.

Examensarbetet inleds med praktik på olika områden i produktionen för att snabbt få en fördjupning i bearbetningsprocessen och problemen som kan uppstå. Fokus ligger på att kartlägga flödet och föra diskussioner med operatörer om problem i processen och deras syn på spårbarhet. Intervjuer samt studiebesök kommer stå för den större delen av informationsinsamlingen.

Litteraturstudier utförs i syfte att samla information om ämnet spårbarhet i allmänhet samt ekonomiska studier om tillverkningsprocesser.



---

## 4 Teori

*Kapitlet förklarar vad spårbarhet är och ger en djupare genomgång på märkningsteknik, koder och Scantias produktions filosofi.*

### 4.1 Spårbarhet

Det finns många olika definitioner på spårbarhet, engelskans traceability. Ett sätt att se på det är att dela upp spårbarhet i två delar [4].

**Tracking:** Möjligheten att följa och logga en produkt genom tillverknings- och logistikkedjan, från början till slut.

**Tracing:** Möjligheten att göra det motsatta, att identifiera ursprunget på en eller en grupp produkter förslagsvis med hjälp av informationen från tracking.

Syftet med spårbarhet är alltså att ge information om ett aktuellt eller historisk händelseförlopp i ett tillverkningssystem. Den insamlade informationen kan dock användas till flera olika ändamål [3].

I vissa fall är det ett lagkrav på en viss mängd spårbarhet, till exempel inom livsmedelsindustrin [15]. Inom livsmedelsindustrin har lagkrav varit en stor del av den pådrivande kraften i utvecklingen av spårbarhet. Det är alltså inte helt ovanligt att det är externa krafter som propagerar för att ett företag ska införa spårbarhet, till exempel kan en kund ha det som krav.

Spårbarhet är i regel inte värdeökande för en produkt, det är oftast kostnadsökande [3]. Kvalitetsarbetet underlättas dock vilket kan ha en positiv påverkan på andra kostnader, kassationskostnader till exempel. Generellt kan man säga att produktionsfel blir dyrare ju senare man upptäcker dem. Kostnaden för en återkallelse är i regel omvänt proportionell mot tillverkningskostnaden per detalj vilket gör att spårbarhet kan vara en god investering när tillverkningsvolymerna är stora [1].

---

## 4.2 Direct Part Marking

Direct part marking förkortat DPM, är en produktmärkningsteknik som har blivit väldigt populär på senare tid inom industrin [18]. Tekniken innebär att man märker produkten utan etikett, man gör märkningen till en del av produkten.

Vid valet av märkning så finns det en rad olika alternativ beroende på produktens art, omgivning, livslängd och krav. I fallet med detta examensarbete så rör det sig om vev- och kamaxlar. Dessa kommer befinna sig i en motor och önskemålet är att dessa ska ha en id-märkning som sitter kvar hela livslängden.

Vill man dessutom ha tillverkningshistoriken med så måste id-märkningen gå genom hela bearbetningen också. Dessa krav gör att märkalternativen smalnar av ganska fort och DPM framstår som ett bra alternativ. Det är också den märkmetod som används på vev- och kamaxlar från flera av de större tillverkarna, Scania inkluderat.

DPM används generellt vid tillfällen där [9]:

- Man vill ha kvar märkningen som spårbarhet även efter produkten lämnar förpackningen.
- Produkten är för liten för att märkas med etikett eller dylikt.
- Produkten vistas i en miljö där annan märkning inte fungerar.

Märkmetoderna skiljer sig och man kan dela upp dem i två huvudkategorier [9]:

- **Additiv** märkning.
- **Inträngande** märkning.

---

### 4.2.1 Additiv

Additiv är märkning där man lägger till mer av samma eller ett annat material för att skapa en märkning. Märkmetoden har en minimal påverkan på produktens prestanda, [9].

Exempel på additiv märkning med samma material är:

- **Gjutna märkningar** i godset som har skapats med gjutformen. Till exempel så har vaxmodellen fått märkningen som en del av sig eller så har sandformen lasergraverats. Det additiva är samma material som produkten.

Med ett annat material än produktmaterialet:

- **Limning** där limmaterial fästs vid produkten.
- **Bläckstrålemärkning**

### 4.2.2 Inträngande

Inträngande märkning är motsatsen till additiv vilket betyder att produktens yta skadas av märkningen. Om märkningen utförs felaktigt på en känslig produkt så kan märkningen äventyra produktens egenskaper. Valet av märkmetod kan vara väldigt kritisk för vissa produkter, [9].

Exempel på inträngande märkning är

- **Nålprägling** där man hackar in märkningen med en nål, detta är en vanligt förekommande metod.
- **Blästring** med en riktad stråle av blästermedel.
- **Ristning** med ett skär gjort av ett hårt material (diamant, volframkarbid eller kubisk bornitrid till exempel).
- **Lasermärkning**, en vanligt förekommande metod, se nästa sida för olika metoder.

Två varianter av inträngande märkning som fungerar på elektriskt ledande metaller är:

- **Elektrokemisk etsning (ECE)** som ändrar molekylstrukturen vid märkområdet
- **Elektrokemisk färgning** som oxiderar metallen vid märkområdet.

---

#### 4.2.2.1 Olika märkmetoder med laser, [9]:

- **Laseranlöpning, (metallfärgning genom temperaturpåverkan)**  
Långsam märkmetod som ger märkning med god kontrast. Färgen kommer av oxidering vid hög temperatur. Fungerar på material som ändrar färg vid värmebehandling. Kan påverka värmebehandlade material då det anlöps. Fungerar bäst på bearbetade ytor. Inget material tas bort vid märkning vilket gör att märkningen kan försvinna om ytan utsätts för väldigt hög värme.
- **Laseretsning, (smältning av ytmaterial)**  
Snabb märkmetod med hög kontrast men då ytmaterial smälts så finns risk att sprickor som skapas vid kylningen växer vid belastning. Materialet blir även känsligare för termisk utmattning.
- **Lasergravyr, (förlängning av ytmaterial)**  
Gravering är den snabbaste märkmetoden med laser men med lägre kontrast än färgning och etsning. Sprickbildning sker även här men i något mindre utsträckning än i laseretsning.
- **Laserprägling, (tryck på ytmaterial)**  
Laserprägling innebär att man lasrar en vätskefilm så att en tryckvåg skapas inåt i materialet. Märkmetoden fungerar inte på elastiska eller porösa material
- **Täck och ta bort, (borttagning av ett täckmaterial)**  
Märkningen innebär att man täcker ytan med en färg till exempel och tar sedan bort den i önskat mönster med laser.
- **Toning, (färgpigments aktivering)**  
Aktiverar färgpigment som reagerar på värme [10], toning av ytterhöljet på en kabel till exempel.

Det finns en rad olika metoder för att framställa laser; gas-, kemisk- och solidstate-laser för att nämna några. Rent fysiskt kan man dock dela upp dessa i tre olika kategorier efter längden på våglängden [9]:

- **Ultraviolettlaser (<400nm)**
- **Synliglaser (400-750nm)**
- **Infrarödlaser (>750nm)**

Våglängden är givetvis inte den enda parametern som påverkar laserns prestanda eller användningsområde. Laserns effekt, pulsfrekvens och märkhastighet har en viktig roll också [8]. Materialets termiska konduktivitet och ytans reflektivitet påverkar också resultatet med en effektivare märkning ju lägre dessa är [7].

---

## 4.3 Tvådimensionella koder

Det finns flera olika typer av tvådimensionella koder och val av kod varierar mellan företag och bransch. Majoriteten av dessa koder är utvecklade för industrin men två av dessa; QR-koden (quickresponse) och Datamatrix har blivit väldigt kända på grund av att de börjat användas i marknader med privatpersoner som kund. Användarna scannar av koden i reklam och dylikt med en smartphone för att få information, URL-adresser t.ex.

Speciellt inom DPM är dessa koder stora då det är svårt att märka traditionella streckkoder direkt på produkterna. Datamatrix till exempel används inom flera olika industrier och företag; Ford, Peugeot, NASA, Airbus, Boeing, Deutsche Post, och Pfizer för att nämna några [16] men framförallt Scania själva. Scania använder Datamatrixkoder inom flera olika produktionsavsnitt, bland annat kamaxelbearbetningen som denna rapport delvis handlar om.

Användandet av koder inom DPM kan delas upp i fyra steg:

- Märk
- Verifiera
- Läs
- Kommuniera

Man måste märka med lämplig metod, koden måste verifieras för att säkerställa att den håller hög kvalitet och inte blir sämre över tid. Koden läses sedan av på lämpliga ställen i fabriken och skickar dessa data till en databas förslagsvis[2].

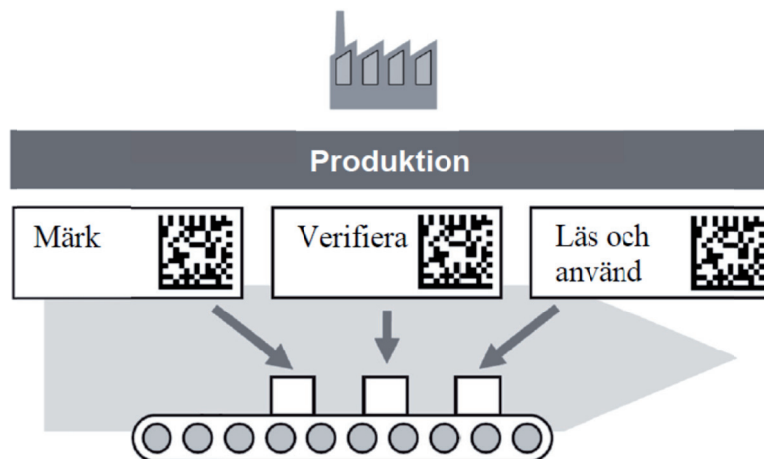


Bild 7 [24] Användandet av kodmärkning inom DPM.

---

### 4.3.1 Datamatrix

En stor fördel med Datamatrixkoder framför traditionella streckkoder är dels att de är rotationsoberoende men framförallt deras förmåga att vara läsbara även om koden är skadad, detta tack vare kodens felkorrigeringsalgoritm. Man kan dela upp koderna i två läger här sorterade efter deras felkorrigeringsalgoritm [5].

- ECC 000 - ECC 140
- ECC 200

ECC står för Error correction and checking och den efterföljande siffran talar om vilken version det är. ECC 200 är den nyaste versionen som har en varierande felkorrigeringsnivå beroende på storleken av matrisen. Denna variant är också den som ISO 16022 [6] rekommenderar att använda idag. Ett sätt att se på Datamatrixen om den inte är av ECC 200 typ är att ECC 000 - 140 har udda antal rader och kolonner vilket gör att du har ett svart element i det övre högra hörnet. ECC 200 har jämnt antal vilket gör att det är ett vitt element där.

ECC Nivå	Felkorrigering i procent
ECC 000	0 %
ECC 050	2.8 %
ECC 080	5.5 %
ECC 100	12.6 %
ECC 140	25 %
ECC 200 (22*22)	40 %

Tabell 1 Felkorrigeringsnivån på en Datamatrix, [5].



Bild 8: QR-kod respektive oskadad och skadad ECC 200 Datamatrix. Alla koder är läsbara och har samma innehåll.

---

Datamatrixen är uppdelad i fyra partier, ett "tyst område" som omger hela matrisen i form av en tom ram. Sedan är det två halva ramar, en heldragen och en streckad som anger storleken och orienteringen av matrisen. Datainnehållet i matrisen är det innanför dessa ramar. I en 22\*22 matris är det bara information i 20\*20.

Datamatrix är som namnet antyder en matris med booleska element. Det vill säga färg eller inte färg, alternativt 0 eller 1 som är fallet här [5]. Dessa element är databitar och grupperas i olika storleksgrupper beroende på teckenkodning, 8 bitar till exempel har 256 olika kombinationsmöjligheter, 4 bitar har 16. Till exempel: numerisk ASCII kräver bara 4 bitar då bara siffror används medans fullständigt utökad ASCII kräver 16bitar. De olika teckenkodningar som används är ASCII, Text, C40, ANSI X12, Edifact och Base 256 [5].



Bild 9 [28]: Datamatrix struktur.

Större informationsmängd kräver föga förvånande större matris. Med 8bit på en Byte så har vi i en 22\*22 element stor matris borträknat ramen runt matrisen:  $\frac{(20*20)}{8} = 50$  Bytes. Med 40 % ECC har vi 30 Bytes data och 20 Bytes felkorrigering.

Beroende på hur datasträngen ser ut som man vill koda kan storleken på Datamatrixen alltså variera. Väljs numeriska tecken, 0-9 framför ASCII det vill säga en variation på 10st olika tecken istället för 255st så behövs färre antal bitar till att beskriva ett tecken och där av så kan koden hållas mindre. Se bilaga A för lagringskapacitet i en ECC200 Datamatrix.

Dock så varierar kodens storlek även inom ramen för samma teckenkodning. I fallet för alfanumeriska tecken så kan storleken variera beroende på om flera numeriska tecken kommer på rad. Två siffror kan då kodas som ett tecken varav datakapacitetstabellen i bilaga A blir något missvisande. Detta gör att om valet av innehåll i en kod görs omsorgsfullt så erhålls lägre densitet i koden och därmed bättre läsbarhet [20].

Datamatrix är godkänd av International Organization for Standardization ISO samt American National Standards Institute ANSI/AIM och är licensfri [5].

---

## 4.4 Verifiering av kod

Som bild 7 s.13 visar så är det första steget i kodmärkning att skapa en riktigt bra kod, på så vis har man spelrum då kvaliteten på koden med tiden riskerar att bli sämre på grund av slitage till exempel. Direkt efter märkning ska en verifikation av koden ske med kontrollkamera som garanterar att efterföljande kameror kommer att klara av att läsa den. De efterföljande kamerorna skall sedan vara tillräcklig bra för att kunna läsa av även en riktigt dålig kod. På så vis säkerställer man att koden man skapar alltid kommer att gå att läsa. [2]

Det finns olika standarder för att avgöra kvaliteten på en kod i verifieringssteget:

- ISO/IEC 15415
- AS9132
- AIMDPM

De skiljer sig i hur de väljer att utvärdera märkresultatet. AS9132 passar lite bättre för nålpräglade märkningar på plana underlag och rekommenderas av Scantias egen standard STD4388 och Microscan [22]. Även laseretsning i punktform passar väl in i AS9132.

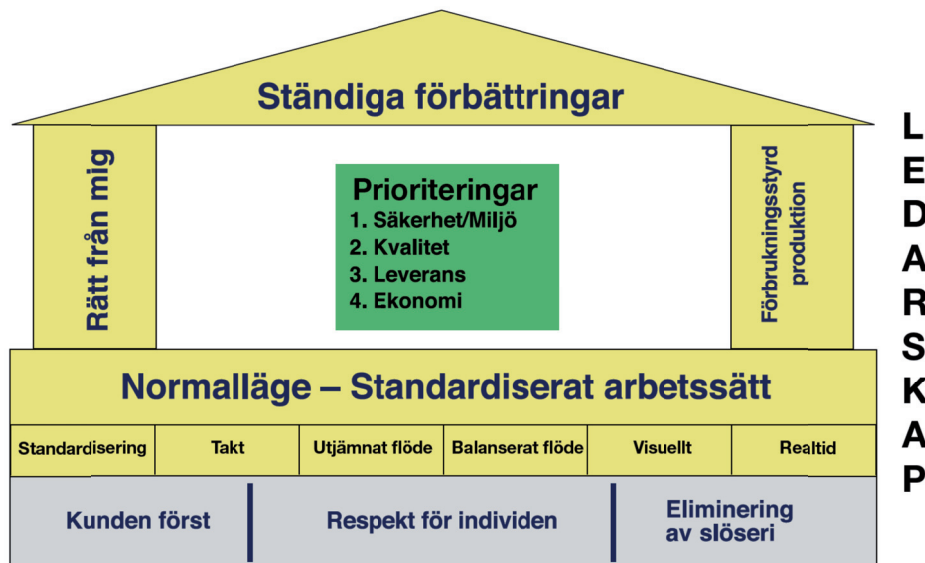
För att erhålla snabba avläsningar så ställs krav på avläsningsutrustningen. Även om en kod är perfekt utförd så kan till exempel bakgrunden vara blank vilket kan ge svåra reflektioner för en kamera. Om märkningen är nålpräglad så kanske inte kameran uppfattar groparna som punkter utan som små cirklar eller halvmånar. Detta gör att belysningen kan göra väldigt stor skillnad på nålpräglade koder [2].



---

## 4.5 Scantias Produktionssystem SPS

Produktionen är en stor del av Scania och för att vara konkurrenskraftig måste produktionen ständigt effektiviseras. Scania har skapat en egen filosofi för att öka effektiviteten och kvaliteten i företaget. Målet är att alla anställda ska jobba efter samma värderingar och mot samma mål för att tillsammans bidra till företagets konkurrenskraft. SPS kan grafiskt liknas vid ett hus med en grund av företagets värderingar följt av huvudprinciperna som är golv, väggar och tak [13].



### 4.5.1 Värderingar

SPS bygger på tre värderingar som ligger i grunden till alla beslut:

- **Kunden först:** I alla beslut som fattas sätts kunden först. Kunden är inte enbart lastbilsköpare utan även internkunder. I fallet för detta examensarbete så är kunden motormonteringen.
- **Respekt för individen:** Alla individer i företaget skall respekteras samt känna möjlighet till påverkan och utveckling.
- **Eliminering av slöseri:** Det är alla anställdas skyldighet att hjälpas åt att eliminera slöseri.

---

## 4.5.2 Huvudprinciper

Det är fyra huvudprinciper som ska vara en vägledning till hur den anställda ska tänka i val av arbetsmetoder och beslut.

### **Normalläge – Standardiserat arbetssätt:**

Målet är att alltid sträva efter ett normalläge utan störningar. För att uppnå ett normalläge så har man standardiserat allt manuellt arbete och alla ska arbeta efter bästa kända metod. Problemsökning och effektivisering blir därmed enklare att genomföra.

Allt arbete sker efter en bestämd takt och produktionsvolymerna jämnas ut över arbetsdagen. Bemanningen jämnas även ut för att få ett jämnt flöde i produktionen.

Information skall visualiseras och vara enkel och tydlig för att snabbt ge information om eventuella avvikelser i flödena. Informationen skall komma i realtid så att berörd person snabbt informeras.

### **Rätt från mig:**

Kvalitetsarbetet bygger på principen rätt från mig. Om kunden är internt eller externt spelar ingen roll, det gäller att alla alltid ansvarar för att kvaliteten är god. Avvikelser i produktionen ses som ett slöseri men är också en källa till det ständiga förbättringsarbete som sker. Om ett fel upptäcks ska det åtgärdas direkt så att det inte i fortsättningen är ett problem.

### **Förbrukningsstyrd produktion:**

Ingen produktion förrän kund har signalerat behov. Det kan vara i form av framtida orderprognoser eller vanlig förbrukning. För att detta skall vara möjligt bör partistorlekarna vara små samt genomloppstiderna korta. Buffertar bör vara så små som möjligt. Informationsutbytet mellan olika avdelningar måste fungera snabbt och smidigt.

---

### **Ständiga förbättringar:**

Den största framgångsfaktorn i SPS är förbättringsarbetet, att ständigt följa upp avvikelser för att öka processeffektiviteten. Allting kan alltid förbättras och genom att pressa systemet uppstår ständigt nya avvikelser. Till exempel att minska mellanbuffertar som finns till för att jämna ut processvängningar. Detta kan visualiseras med den japanska sjön. Om man sänker vattennivån i en sjö, det vill säga lagernivåerna kommer grund snart att uppstå. Dessa grund symboliserar störningar och tar man itu med dessa kan nivån fortsätta att sänkas d.v.s. produktionen kan effektiviseras mer. Tanken är att en anställd ska ägna sin dag åt värdeökande arbete i så stor mån som möjligt.

Enligt SPS finns det 7+1 sorters slöseri att vara uppmärksam på:

- Överproduktion
- Onödiga arbetsmoment
- Onödiga rörelser och förflyttningar
- Onödiga transporter
- Onödiga lager
- Fel, omarbetningar och kassationer
- Väntetid
- Outnyttjad kompetens

Förbättringsarbetet ska alltid bygga på fakta och inte intuition eller erfarenhet.

### **4.5.3 Prioriteringar**

I mitten av huset finns företagets prioriteringar:

- 1. Säkerhet/Miljö**
- 2. Kvalitet**
- 3. Leverans**
- 4. Ekonomi**

Prioriteringarna är alla lika viktiga men i fallet när de motsäger varandra råder rangordningen ovan.

---

## 5 Nulägesbeskrivning

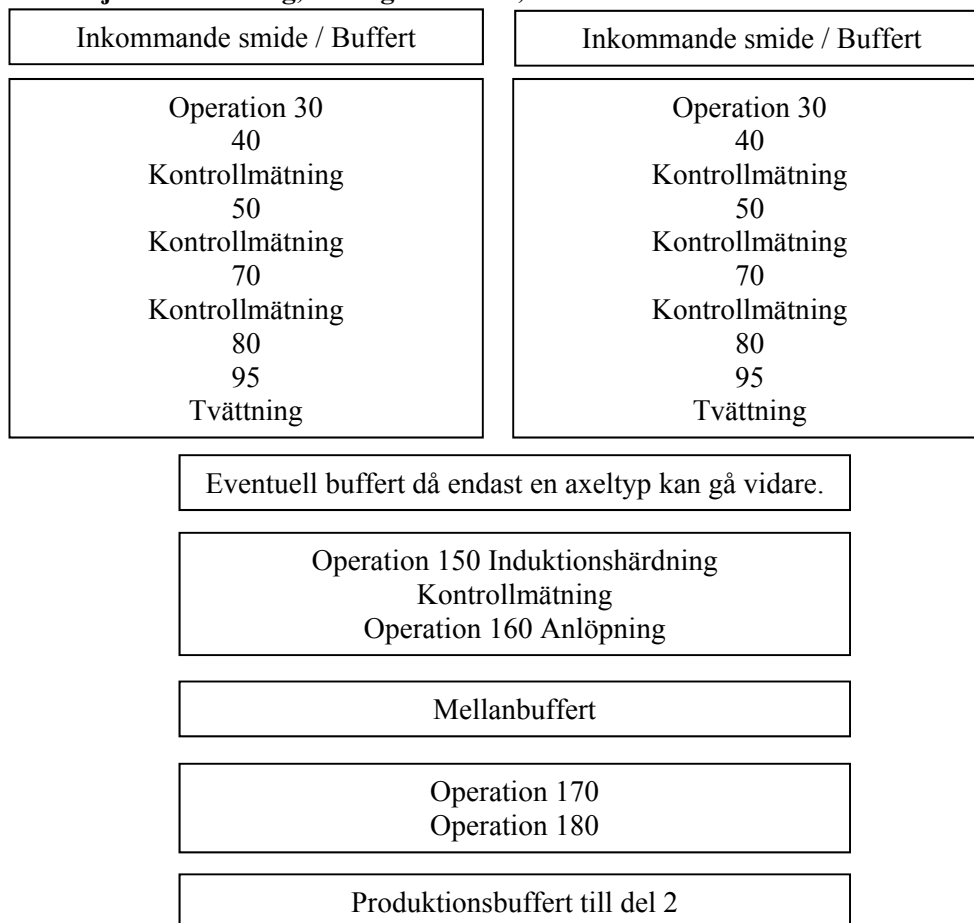
Scanias vevaxel och kamaxeltillverkning är två separata tillverkningsprocesser. Hur dessa ser ut och fungerar beskrivs i detta kapitel. Av sekretesskäl ges begränsad information om bearbetningsprocessen.

### 5.1 Vevaxelbearbetning

#### 5.1.1 Process

Vevaxelbearbetningen är indelad i två delar. Del 1 som kortfattat kan sägas vara mjukbearbetning samt del 2 som är hårbearbetning. Del 1 är i sin tur uppdelad i två separata delar som skiljer sexcylindriga vevaxlar från åttacylindriga, samt de två varianterna av de femcylindriga. Blocken nedan visualiserar bearbetningen för de sex- och femcylindriga, gul respektive blå line. Linen för den åttacylindriga är grovt sett likadan men har ett rakt flöde hela tiden.

#### Del 1 Mjukbearbetning, flöde gul och blå, inte Satumaa.



---

## Del 2 Hårdbearbetning

Från del 1	Från del 1	Från del 1	Från del 1	Från del 1	Från del 1	Från del 1
225	225	220 230	220 230	225	225	225

Kontrollmätning

Kontrollmätning Barkhausen

Operation 240  
Kontrollmätning  
Tvättning  
Kontrollmätning  
260 Magnetpulver  
Sprickkontroll

Operation 240  
Kontrollmätning  
Tvättning  
Kontrollmätning  
260 Magnetpulver  
Sprickkontroll

Mellanbuffert

Mellanbuffert

Operation 270  
Kontrollmätning Gradning  
280 Balansering  
Kontrollmätning  
290 Polering

Operation 270  
Kontrollmätning Gradning  
290 Polering  
Kuggkransmontering  
280 Balansering  
Kontrollmätning

Tvätt

Slutkontroll

Slutkontroll

Färdiglager

Operation 225 är en maskin som gör både 220 och 230 samtidigt. Det är som mest två parallella processer på del 1 men kan vara upp till sju på del 2. De tre ingående inflödena är uppdelade i ett volymflöde för högvolymsartiklar och ett flexibelt flöde för artiklar som det säljs färre av. Del 2 har två ben fortsättningsvis som är snarlika varandra. De femcylindriga vevaxlarna behöver få en kuggkrans monterad då dessa motortyper har en balanseringsaxel, dessa går endast i det ena benet. I fallet då två olika axeltyper inledningsvis tillverkas samtidigt i del 1 (gul och blå) så mellanlagras en av varianterna innan hårdningen. Mindre buffertmöjligheter finns även framför varje maskin.

---

## 5.2 Kamaxelbearbetningen

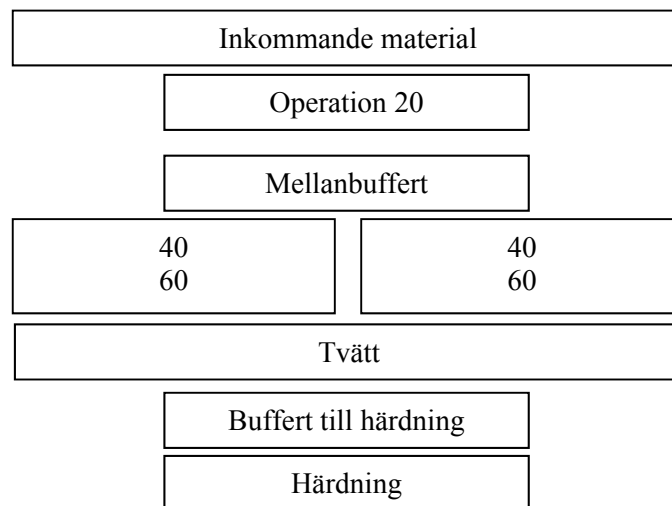
### 5.2.1 Process

Kamaxelbearbetningen är också den indelad i tre delar. Del 1 som är mjukbearbetning innan härdning och del 2 och 3 som är hårbearbetning, efter härdning. Den här rapporten behandlar inte del 1 i kamaxelbearbetningen utan enbart del 2 och 3 där det idag redan finns en laser som bränner in Datamatrixkoder. Anledningen till att lasern är placerad efter härdningen är att axeln blir väldigt sotig av sätthärdningen. Axeln behöver blåstras av för att få bort den värsta beläggningen. Om märkningen sker innan härdningen så behöver ytan slipas för att den överhuvudtaget skall synas [12]. Denna process har man bestämt att man inte vill ha i arbetsmiljön.

Del 2 har två parallella flöden där den ena sidan fokuserar på kamaxlar för sexcylindriga motorer. På grund av att antalet är fler på dessa så behövs två parallella maskiner (OP150) för att jämna ut flödet. Vid barkhausenmätningen är det tänkt att koden ska läsas av för att konverteraren till Q-das ska kunna mata in information om individen samtidigt som mätresultatet. Detta fungerar dock inte alltid, på grund av problem med kameran till exempel.

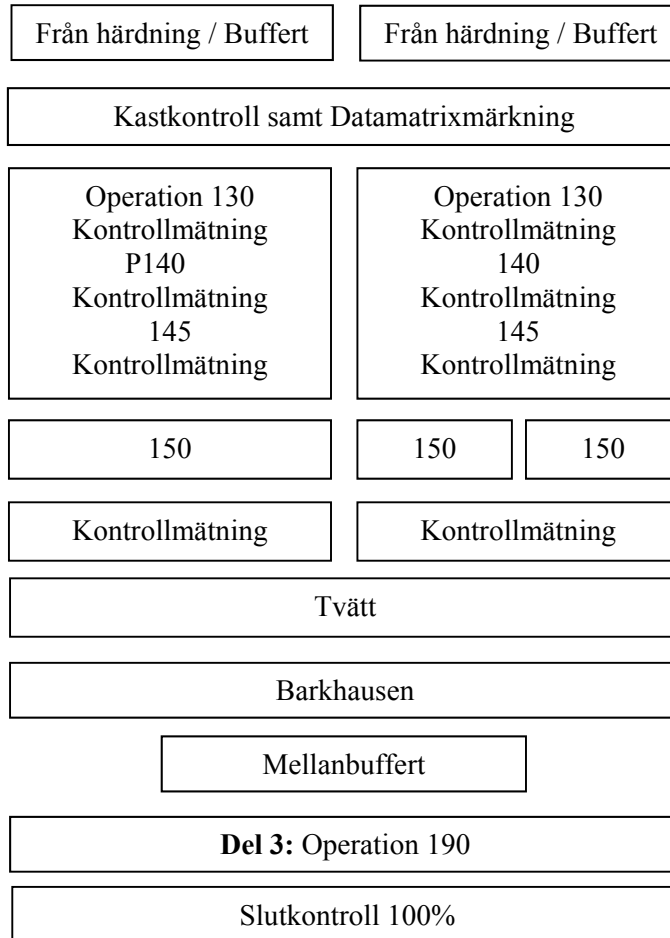
Blocken nedan visualiserar del 1 samt del 2 och 3.

#### Del 1 Mjukbearbetning



---

**Del 2 och 3 Hårbearbetning**



---

## 6 Analys

*Kapitlet analyserar befintlig spårbarhet hos Scania och Scantias konkurrenter. Intryck av ett studiebesök hos Volvo personvagnar redovisas samt en identifikation av användaren i ett spårbarhetssystem i vev- och kamaxelbearbetningen.*

### 6.1 Benchmarking: spårbarhet och märkning

Att samla in fakta om hur andra företag i verkstadsindustrin arbetar med spårbarhet är inte helt lätt, speciellt inte i fordonsbranschen. Diskussioner med folk som har varit på besök hos konkurrenter har skett för att få en indikation på hur dessa jobbar. Studiebesök har ägt rum på andra avdelningar på Scania samt ett besök på Volvo personvagnar.

För att få en indikation på hur andra företag jobbar och framför allt hur de märker sina axlar så har Scantias konkurrentlager av motorer undersökts. Syftet med undersökningen var att se hur andra har gjort sin märkning och att se om användningen av koder var utbrett. Vad märkningen betyder är svårt att ta reda på men i vissa fall kan man anta vad den betyder. Motorerna som har undersökts har inte varit den absolut senaste motorn från leverantörerna.



---

### 6.1.1 Befintlig spårbarhet i vevaxelbearbetningen.

Vevaxlarna kommer märkta från smidet med ett nummer. Dessa kommer på pall och det kan ligga upp till två smidesbatcher på en och samma pall. En batch kan bestå av upp till flera hundra axlar. Detta batchnummer skriver motormonteringen ner på alla vevaxlar för att knyta smidet till den aktuella motorn.

Det första som görs med inkommande axlar i axelbearbetningen är att de märks med ett artikelnummer, linjens initialbokstav (G eller B), datum samt löpnummer. Detta utförs med en nålpräglare som ristar i axeln.



*Bild 11 Smidets batchnummer på en vevaxel.*



*Bild 12 En vevaxels nålpräglade märkning.*

---

Inristningen av G respektive B samt axelns typ gör att det under normala omständigheter går att säga exakt vilken maskin det är på del 1 som axeln har gått genom. Detta på grund av att maskinerna står i serie och inte parallellt. Tillsammans med loggbok över processförändringar och kvalitetsmätningen i slutet av del 1 så kan man med någorlunda noggrannhet se utfallet på kvaliteten efter processförändringen. Kvalitetsmätningen gör även att man ser trenden på vissa av maskinerna som bearbetar axeln.

Spårbarheten fungerar dock inte om man av någon anledning lyfter ur en axel efter märkningen, till exempel vid mätstationer, tid och line stämmer kanske inte överens längre. I fallet där två olika artiklar bearbetas parallellt i del 1 så måste en av dem mellanlagras innan härdning. Detta gör att tidsstämpeln blir något missvisande för den fortsatta processen. Produktionsbufferten mellan del 1 och 2 ger även den en något inaktuell datummärkning för del 2.

Vid del 2 så kommer alla axlar från del 1 in och här råder flera parallella processer för alla axeltyper. På de två volymflödena (totalt tre ingående) så finns det även olika maskintyper inom samma operation. Kvalitetsmätningar sker efter denna bearbetning men vid senare slutmåttkontroll (Hommelmätning) så går det inte att säga vilken maskin det är som har gjort de aktuella måtten. Hommelmätningen kan inte binda mätdata till maskin eller axelindivid vilket gör att informationen den sparar är till begränsad användning. Mätningen kan bara avgöra om aktuell axel är inom tillåtna toleranser eller ej, maskiners prestanda är omöjlig att utvärdera. Det är heller inte möjligt att se hur måtten på en axel har utvecklats genom bearbetningen.

Operatörerna markerar ibland axlar med märkpena efter ändringar i maskinen för att underlätta eventuell felsökning. Generellt så kontrollmäts alltid en axel efter riggning och maskinändringar för att säkerställa kvaliteten. Axlar som avviker men som operatören tror senare operationer kan åtgärda kan även de markeras.

Alla processändringar som görs i produktionen förs in i ett Exceldokument, en dagbok som alla i produktionsavsnittet kommer åt. Tillsammans med mätresultatet från mätmaskinerna kan man se ett eventuellt utfall på ändringarna.

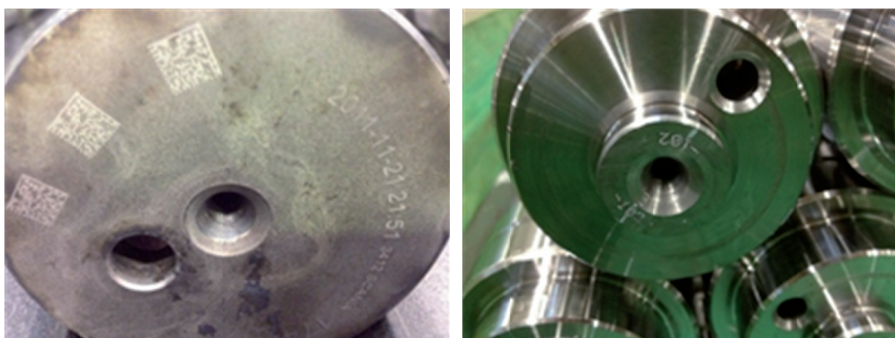
Färdiga axlar läggs på pall och förs till monteringen via ett färdiglager. Den enda spårbarheten här är tillverkningsdatumet och ordningen pallarna förs in i lagret på. Det vill säga att den längst ut antagligen är den senaste de ställde dit.

Det är inte 100 % FIFO i axelbearbetningen, axlar som lyfts ner för mätning kan bli omkörda av axlar som inte mäts. Axelordningen inverteras vid ned- och upplyftning på pall på grund av utrymmesskäl och hela pallar kan mixas i turordningen. Mellanlagring av vissa artiklar i väntan på riggning förstör också FIFO'n.

---

## 6.1.2 Befintlig spårbarhet i kamaxelbearbetningen

Kamaxelsmidet kommer från två olika leverantörer på pall. Dessa har varsin stämpel i gjutgodset, ett fyrsiffrigt leverantörsnummer. Dessa säger enbart vilken leverantör det är som har levererat axeln och inget annat. Palletiketterna ger ingen information som härderiet skulle kunna tänkas ha användning av heller. Axlarna förmärks med de tre sista siffrorna i artikelnumret efter första operationen för att förtydliga axeltypen. Detta utförs precis som på vevaxlarna med en nålpräglare som ristar in punkter i axeln.



*Bild 13 Lasermärkt kamaxel. Bild 14 Förmärkt kamaxel i del.*

Axlarna går genom ett par operationer innan de skickas iväg till härdning i en annan byggnad. Axlarna skickas iväg när en hel charge kan skickas. En charge är 35st axlar och skickas på två pallar, 21 + 14. I de fallen man inte fyller upp jämna charge så mellanlagras de överblivna axlarna i axelbearbetningen tills nästa gång den typen körs. Man skickar alltså aldrig slattar till härderiet eller pallar med blandade artiklar.

Tillbaka från härderiet riktas axlarna för att minska kastet på axeln. Direkt efter denna operation får axlarna en Datamatrix-kod inbränd med en laser tillsammans med en grafisk representation av innehållet i den. Det vill säga datum, tid, artikelnummer, kostnadsställe och charge från härderiet. Inget löpnummer men då riktningen tar längre tid än en minut så finns det inte två axlar med samma tidsstämpel. Ett problem här är att axlarna märks efter riktningen vilket gör att om axlarna inte godkänns i riktningen så läggs de undan i en skrotpall utan märkning. På imatningsbanan till riktningen så ryms en och en halv charge vilket gör att det blir blandade axlar på skrotpallen. Vissa axlar behöver mer tid på sig att riktas än vad maskinen har satt som maxtid. För att ge dessa en extra chans så kör man in skrotpallen en gång till. Denna pall kan då ha blandade axlar och om dessa godkänns så märks de enhetligt till en av chargerna. Datamatrixkoden används i skrivande stund främst för monteringssäkring hos motormonteringen och härdbatchavläsning i barkhausenmätningen. Processändringar bokförs på liknande sätt som i vevaxelbearbetningen.

---

Färdiga axlar läggs på pall på och passerar ett färdiglager innan montering. Datum och ordningsföljd är den enda riktiga spårbarheten i logistiken.

### **6.1.3 Studiebesök i nya blockbearbetningen på Scania**

Ett studiebesök har gjorts hos ett nytt blockbearbetningsavsnitt på Scania som har ett system för spårbarhet. Syftet med besöket var att få inspiration samt kontakt med folk som arbetar med det.

Blockbearbetningen är i vissa fall ganska lik bearbetningen på axlarna. Den är till hög grad automatiserad och operatören har en övervakande roll. En stor skillnad dock är att ett motorblock är otympligare än vev- och kamaxlar och att linan är modern med ett tomt golv som utgångspunkt.

Det finns som i axelbearbetningen flera portaler som flyttar blocken i taket. Skillnaden här är att dessa skickar information till en databas om vad de gör med blocket. Var och när det var i en specifik maskin.

För att få en komplett bild av var blocket har varit så måste informationen från alla dessa portaler kopplas till en individ. Detta löses med en Datamatrix kod som bränns in med laser i första operationen. Denna kod fungerar som ett idnummer och scannas av vid varje portalbyte eller avlastningsplats för att databasen ska hålla reda på vilken identitet det är portalen håller i. Tillsammans ger detta en bild av varje steg ett block har tagit

Systemet de använder kallas Didrik och är Scantias nya system för spårning och övervakning i produktionen. Systemet användes först hos monteringen på växellådor.

Koden som varje block märks med är till exempel: 111208C001 Det vill säga: datum, line och löpnummer. All annan information finns i databasen som är kopplad till detta individnummer.

---

### 6.1.4 Studiebesök hos Volvo personvagnar.

Ett studiebesök har gjorts hos kamaxelbearbetningen på Volvo personvagnar i Skövde. Volvo personvagnar producerar kamaxlar i hög volym så de är en bra jämförelse och inspirationskälla. En personbilsaxel är givetvis mindre än en axel på en lastbil men tillämpningen är densamma och bearbetningen snarlik.

Volvo personvagnars fabrik skiljer sig till synes rätt mycket från Scantias. Operatörerna använder vagnar för att frakta fram axlarna till ett maskinavsnitt där portalen tar över vilket inte görs på Scania som använder portal nästan hela tiden. Det är flera axlar per vagn och de dagliga kontrollmätningarna sker på en av dessa axlar för varje vagn.

Volvo personvagnar får sina axlar härdade från godsleverantören så de hårbearbetar bara knockarna. Vissa axlar blir helt bearbetade vilket gör att alla märkningar försvinner. Produktmärkningen sker först längre in i produktionen vilket gör att artikelnummer inte behöver bestämmas innan dess. I detta skede bränns även en Datamatrix in på 3\*3mm med en laser levererad av Östling markingsystems. Portalen i den aktuella linjen håller koll på vilken slip som axeln har bearbetats i, denna information markeras på varje axel. Det är flera linjer med varsin laser.

Deras spårbarhet säger egentligen bara vilken knockslip som en axel har varit i samt när. Med denna information kan de dock avgränsa mycket annat på grund av linjernas utformning så de upplever att de flesta problemen går att spåra [30].

Volvo använder sig av en kod respektive två koder på sina axlar. De axeltyper med en kod har artikelnumret på 10 siffror i koden med nollor som utfyllnad. De med två koder har både artikelnummerkoden och en serienummerkod. I serienummerkoden finns även tre tecken som står för motortyp (sug eller turbo), kamaxelfunktion (uppdelat i insug och avgas) samt lasermärkarens egna id-nummer.

All information i koderna står även i klartext. Utöver kodinnehållet skrivs vecka, dag och kamslip ut [30].

### 6.1.5 Vevaxelbearbetningen hos Volkswagen i Salzgitter

En grupp från Scantias motorbearbetning var på studiebesök i Volkswagens motorfabrik i Salzgitter [10]. Det framgick att Volkswagen har kontroll på vilka maskiner det är som har bearbetat en axel då de markerar varje axel vid parallella processer. På så vis kan man alltid läsa av på en axel var den har varit. Dock kan inte mätmaskinerna skilja på var produkten har varit. I slutet av bearbetningen efter slutkontroll så märks axeln med klartext och en Datamatrix. Det vill säga att alla axlar som får en märkning och därmed erhåller ett artikelnummer är godkända, skrotaxlar märks aldrig.

---

### **6.1.6 Kamaxel: Volvo D13, 12,7l**

Ett par olika vev- och kamaxlar har undersökts och Volvo lastvagnars kamaxel är den enda som faktiskt har en Datamatrix. Den är 16\*16 element stor och är nålpräglad. I klartext står 20757636 samt 06W23 på axeln.

Koden innehåller informationen: 2075763606W231622, alltså mer än vad som står i klartext på axeln. Enligt Volvo Truck center Södertälje [40] så är siffrorna i klartext (20757636) artikelnumret. En gissning är att 06W23 är årtal och vecka då axeln är induktionshärdad och därmed antagligen inte tillhör en härdningscharge.

Det som återstår då är fyra siffror som inte står i klartext: 1622 vilket kan vara en eller flera nummergrupper. Till exempel ett löpnummer för hela veckan eller ett linenummer följt av ett löpnummer.

Utöver den märkningen så finns en nålpräglad klartext: TDC V3 bredvid en lageryta. Axeln är helt bearbetad så det skulle kunna vara smidesleverantören.

### **6.1.7 Vev och kamaxel: Toyota D4D personbilsdiesel**

Toyotas kamaxel har klartext på sidan av axeln: "6D:01836" samt ingjuten text där axeln inte är bearbetad.

Vevaxeln har mellan lagerytorna flera inristade siffror, (1 eller 0) som skulle kunna tänkas markera var en axel har varit i fabriken. Den har också ett nummer inristat på sidan: 6CA2262.

### **6.1.8 Vev och kamaxel: MAN D0836 EEV, 6,9l**

MANs vevaxel har en laseretsad märkning mellan lagerytorna. Något av det skulle mycket väl kunna vara ett löpnummer. Kamaxeln har en nålpräglad fyrsiffrig märkning och spår av maskingrepp, kamaxeln ser för övrigt ut att vara induktionshärdad.

### **6.1.9 Vev och kamaxel: Cummins ISB 6,7 EPA10, 6,7l**

Cummins har en kamaxel från Mahle med nålpräglad information på ena sidan. Märkning mellan knockarna på kamaxeln i smidet finns också. Vevaxeln har en större mängd information nålpräglad på en motvikt.



*Bild 15 Kamaxel: Volvo D13.*



*Bild 16 Vevaxel: Toyota D4D.*



*Bild 17 Kamaxel: Toyota D4D.*



*Bild 18 Kamaxel: MAN 6.9 l.*



*Bild 19 Vevaxel: MAN 6,9 l.*



*Bild 20 Vevaxel: Cummins ISB 6,7.*



*Bild 21 Kamaxel: Cummins ISB 6,7*

### **6.1.10 Slutsatser av benchmarking**

Märkning med nålprägling är väldigt utbrett och kodmärkning finns endast på kamaxlar från Volvo last- och personvagnar. Axlarna är av äldre modeller så det är svårt att säga hur tillverkarna gör idag utifrån dessa axlar. Man kan anta att spårbarhet är en del av anledningarna till märkningen på dessa axlar där Toyotas axel utmärker sig med märkning från specifika operationer i bearbetningen.



---

## 6.2 Spårbarhetsbehov

För att kunna generera koncept behöver man ha en klar bild av vad som efterfrågas. Flera intervjuer och processstudier har genomförts för att identifiera behovet.

Ett diskussionsmöte med respektive avdelning har även ägt rum för att reda ut vad som efterfrågas. Tanken var att samla de personerna som sannolikt kommer ha användning av spårbarheten i sitt arbete och få dem att diskutera och argumentera med varandra. På så vis minskar risken att något behov glöms bort eller för den del förstoras.

Vid diskussioner med användarna har det kommit fram att det i regel är två olika anledningar till att folk vill ha spårbarhet. Det ena är någon form av processoptimering där man vill underlätta arbetet med effektivisering i den egna processen. Det andra är kvalitetssäkring och spårning av defekta axlar.

### 6.2.1 Användaren

Generellt kan man säga att användaren är den person eller avdelning som är intresserad av informationen som sparas.

#### 6.2.1.1 Beredaren:

Agerar som ett stöd till produktionen och är den som ser till att produkten tillverkas till rätt mått och kvalitet. De ansvarar för det som är i maskinen, själva bearbetningen samtidigt som produktionsteknikern ansvarar för det som är utanför maskinen och dess prestation i linan. Konstruktören ger till exempel ritningen till beredaren som sedan avgör hur man ska komma dit, med vilka maskiner till exempel och i vilken ordning.

#### 6.2.1.2 Operatören:

Är den som sköter maskinerna och ansvarar för att kvaliteten är god från dem. De jobbar närmast produkten och närmast eventuella felkällor. Operatörens arbete och kvalitetsarbete skall i så stor utsträckning som möjligt underlättas. Att lägga på fler arbetsmoment och ansvarsområden på en operatör kan vara kontraproduktivt i kvalitetsarbetet.

#### 6.2.1.3 Produktionsledaren:

Ansvarar för produktionen, har personalansvar och kvalitetsansvar. Har personer som jobbar med kvalitet under sig som bland annat bokför inställningsändringar i maskiner.

---

#### 6.2.1.4 *Kvalitetsansvarig operatör:*

Person som arbetar med kvalitetsavvikelser i produktionen. Har som uppgift att sammanställa produktionens kvalitetsbrister, föra statistik över problemmaskiner och problemtyp till exempel.

#### 6.2.1.5 *Verkstadstekniker:*

En mer erfaren operatör som agerar som stöd till produktionen. Verkstadsteknikern utför mer avancerade uppgifter, reder ut kvalitetsavvikelser bland annat.

#### 6.2.1.6 *Motormonteringen:*

Axelbearbetningen har motormonteringen som internkund. De är en användare också som dessutom har ett eget ansvar att föra spårbarhetsarbetet vidare. För att kunna spåra en vev- och kamaxel till en motor och sedan en lastbil krävs det att motormonteringen själva arbetar med spårbarhet.

---

## 6.2.2 Generella behov

Huvudidén med spårbarhet är att veta var axlarna har varit och var de tar vägen. Att upptäcka fel och kunna avgränsa populationen till just de axlarna eller felkälorna man misstänker att det gäller. Att slippa riva lastbilar som det inte är något fel på och minimera risken att fel inträffar hos slutkund.

Scania har ett behov av att veta var en axel tar vägen efter bearbetningen, detta är nästan ett grundbehov då motormonteringen också intresserar sig för detta. Med vetskapen om var en axel befinner sig så underlättas återkallningar [32], [29].

Att veta var en axel har varit någonstans i den egna processen är ett mer uttalat behov som tas upp mer ingående på följande sidor, framför allt slipmaskinerna är ett område där spårbarhet önskas.

Ett önskemål hos båda avdelningarna är att elektroniskt kunna flagga axlar som av olika orsaker behöver extra uppmärksamhet. I dagsläget sker all flaggning manuellt med märkpenna till exempel. I det här fallet så är det extra viktigt att systemet fungerar, att ingen information försvinner, [35].

### **Generella behov, sammanfattning:**

- Man ska snabbt kunna läsa av information på en axel.
- Alla axlar måste vara en individ som information kan bindas till.
- Vilken motor en axel sitter i skall vara känt.
- Bättre vetskap om vilka maskiner en axel har varit i, framförallt slipmaskinerna.

---

### 6.2.3 Behovsbild, vevaxlar

#### **Motormonterings behov:**

Monteringen efterfrågar en kod som kan ge dem information om artikelnummer och charge från smidet vid monteringsstationen. Detta för att kunna monterings-säkra samtidigt som de får med chargenumret som ska lagras i en databas, [34].

Chargenumret från smidet avläses idag manuellt på vevaxeln och antecknas i motorkortet för spårbarhetens skull. Här finns två möjliga felkällor, fel avläsning och slarvig handstil. Monteringen har ett system där en RFID-tag hänger med på motorblocket som håller koll på order och därav vevaxeltyp som skall monteras. Vid momentet där vevaxeln monteras finns en lampa som tänds vid rätt plockpall så att montören vet vilken typ som skall plockas. Om fel pall står där så finns dock risken att fel vevaxel monteras.

Monteringen har idag ett system där de läser in individnummer på högtryckspumpar och injektorer bland annat som de spar i en SQL-databas, [39]. De har planer på att utöka detta system på vissa motordetaljer varav ett önskemål om axelidentiteter skall införas. Detta behöver vara automatiserat varav förslag om Datamatrix-koder har getts. Förslag från deras sida för att täcka deras behov är information om, [41].

#### **Monterings önskemål om innehållet i koden:**

- Artikelnummer
- Tillverkningsdatum
- Individnummer
- Smidescharge

#### **Motormonterings behov, sammanfattning:**

- Alla axlar skall märkas med en kod som direkt eller indirekt kan ge information om artikelnummer och smidescharge.
- Alla axlar måste vara en individ som information kan bindas till.

---

**Maskindata som skall knytas till individ:**

Operatörerna vill kunna knyta viss maskindata till en axel, [32]. Det rör sig till exempel om information från slipmaskinerna då de påverkar materialets ytegenskaper. En slipskiva skärps om med jämna mellanrum och detta skapar variationer i hårdheten. Det är intressant att veta var i skärpcykeln axeln bearbetades för att nämna ett exempel. Denna information vill man kunna sammankoppla till en axels barkhausenmätning som mäter hårdheten i materialet.

Hårdningen spar information lokalt i en dator om varje hårdning men vilken axel det är kan man inte se. Behov av att kunna knyta en axel till denna information önskas, [37], [32].

Information om hur dragningen av skruvarna har gått till i monteringen av motvikter önskas kunna knytas till en individ. Planer finns på att införa klämkräftskontroll istället för vinkelmätning. Inskaffande av ny maskin öppnar upp för möjligheter, [32].

**Maskindata som skall knytas till individ:**

- Hårdcharge.
- Maskindata från slipmaskiner.
- Motviktsdragning.

**Mätdata:**

Flera tillfrågade personer efterfrågar möjligheten att kunna filtrera ut specifika maskiner i mätdata, [32]. En mätning skall alltså ge information om vilken maskin det är som har gjort det aktuella måttet man kollar på. Ett mer kreativt användande av mät historiken går då att göra, se trender t.ex. Idag används qs-STAT av Q-Das som är ett statistikprogram där möjligheten finns att filtrera mätdata efter maskin som bearbetat måttet. Om den informationen förs in i databasen vill säga. Önskemål om att slipmaskinshistorik skall vara lättillgänglig vid kontrollmätning i Hommelmaskinen önskas även.

**Mätdata:**

- Mätdata ska visa var individ har varit.
  - Hommel
  - Barkhausen
  - Zeiss
  - Kastmätning

---

## 6.2.4 Behovsbild, kamaxlar

Avgränsningen i rapporten säger att mjukbearbetningen (del 1) inte skall tas med så behovet här täcker bara in hårbearbetningen.

### **Motormonterings behov:**

Vid kamaxelmonteringen är det mycket svårt att se skillnad på olika typer av kamaxlar, [34]. Kamaxelbearbetningen har därför en befintlig Datamatrix för monteringsssäkring hos monteringen som de sedan läser av. Informationen motormonteringen är intresserade av är artikelnumret som de sedan lagrar i motorkortet. Monteringen efterfrågar dock precis som på vevaxlar en individmärkning för spårbarhet.

### **Motormonterings behov, sammanfattning:**

- Alla axlar skall märkas med en kod som direkt eller indirekt kan ge information om artikelnummer.
- Alla axlar måste vara en individ som information kan bindas till.

### **Maskindata som skall knytas till individ:**

Här finns precis som i vevaxelbearbetningen ett behov att knyta maskindata till en axel. Härdningen sker innan märkning vilket gör att det är möjligt att få med informationen från härderiet i märkningen, detta sker redan.

Verkstadsteknikern i kamaxelbearbetningen efterfrågar viss maskindata. Riktningssmaskinen som riktar ner kastet på axlarna efter härdningen bör knytas till individ. Dessutom är återkopplingen till härderiet som orsakar kastet dålig. Det är först efter flera dåliga axlar som problemet tas upp med produktionsledaren som i sin tur kontaktar härderiet. Det kan gå flera dagar innan härderiet får reda på det dåliga resultatet.

### **Maskindata som skall knytas till individ:**

- Härdcharge skall kunna kopplas till individ.
- Maskindata från slipmaskiner skall kunna kopplas till individ.
- Borrdatabas OP140 skall kunna kopplas till individ.
- Riktningssmaskindata skall kunna kopplas till individ.

### **Mätdata:**

Precis som på vevaxel efterfrågas möjligheten att knyta mätningar från mätmaskiner till individer [32].

### **Mätdata:**

- Mätdata ska visa var individ har varit.
  - Adcole
  - Barkhausen
  - Zeiss i mätrummet vid revision.
  - Perthometer, ytjämnhetsmätning.

---

## 6.3 Sammanfattning av behov

För att ge en överblick av alla behov så sammanfattas de nedan. Målet är att så många som möjligt av dessa behov skall mötas i ett lösningsförslag.

### Generella behov:

- Man ska snabbt kunna läsa av information på en axel.
- Vilken motor en axel sitter i skall vara känt.
- Alla axlar måste vara en individ som information kan bindas till.
- Bättre vetskap om vilka maskiner en axel har varit i, framförallt slipmaskiner.

### Motormonterings behov:

- Alla axlar skall märkas med en kod som direkt eller indirekt kan ge information om artikelnummer. För vevaxel även smidescharge.

### Maskindata som skall knytas till individ:

- Härdcharge.
- Maskindata från slipmaskiner.
- Motviktsdragning. (vevaxel)
- Borldata. (kamaxel)
- Riktningmaskindata. (kamaxel)

### Mätdata:

- Mätdata ska visa var individ har varit.
  - Hommel (vevaxel)
  - Barkhausen (vevaxel)
  - Zeiss (vevaxel)
  - Kastmätning (vevaxel)
  - Adcole (kamaxel)
  - Barkhausen (kamaxel)
  - Zeiss i mätrummet vid revision. (kamaxel)
  - Perthometer (kamaxel)

Det är många olika önskemål, något de flesta har gemensamt är att knyta information till en individ. Inte bara knyta information till en axel utan också knyta information till en motor där axeln monteras. Informationen skall vara tillgänglig för att kunna användas vid monteringssäkring och kvalitetsarbete innanför de egna vägarna. Vid upptäckt av ett fel i produktionen skall endast de drabbade axlarna/motorerna/kunderna identifieras.

---

## 7 Lösningsförslag

*Kapitlet tar upp lösningsförslag på flera olika delproblem som har identifierats. Dessa utvärderas var för sig för att slutligen sammanfattas i kapitel 8.*

### 7.1 Konceptgenerering

Initialt identifierades ett par olika metoder för att spåra axlar i axelbearbetningen:

- **Märkning vid varje parallell operation:**  
Att låta en märkmaskin märka varje axel vid parallella operationer. Detta gör att man kan läsa direkt på en axel vilken maskin, till exempel slipmaskin som har utfört bearbetningen. Begränsad information erhålls med denna lösning, mätdata går ej att få med bland annat och involverar införskaffning av många märkmaskiner.
- **Loggning med kodmärkning:**  
Att en axel först märks och sedan loggas genom produktionen. Här kan oändligt mycket data bindas till en individ, kräver många kameror bland annat. Kodmärkning är också ett uttalat önskemål från motormonteringen och den befintliga lösningen på Scantias kamaxlar.
- **Loggning med RFID taggar:**  
Att en axel får en RFID tagg permanent placerad på sig som sedan läses av genom produktionen. Oändligt mycket data kan bindas till en individ och avläsning sker snabbt och automatiskt. Informationen i taggen kan ändras vilket gör att man till exempel kan ändra artikelnummer på produkten, [2]. Då avläsning kan ske utan att produkten syns så är möjligheterna större att följa produkten genom fabriken och i ett logistikflöde. Det gör heller ingenting om produkten målas. Lösningen kräver dock att man monterar på en tagg på axeln vilket kan bli problematiskt.

Märkning vid varje parallell operation är en beprövad metod men den anses vara primitiv och kostsam med ett begränsat resultat. RFID taggar kräver hög ambition från flera avdelningar och är en jämförelsevis obeprövad metod i när det kommer till permanent placering av taggen. Att märka en axel och sedan logga den är en beprövad metod som har stora möjligheter. Metoden stämmer även överens med de uttalade behoven där motormonteringen till exempel specifikt ber om det. Denna metod är den som har valts att arbeta vidare med.

För att göra problemlösningen lite mer överskådlig så har förslagen som presenteras på följande sidor delats upp i delproblem. De olika delarna kommer att utvärderas var för sig. Enkla lösningar med mycket nytta eftersträvas. Pris samt robusthet mot avvikelser i det normala produktionsflödet är också viktigt. I kapitel 8 presenteras det slutliga förslaget.



---

## 7.2 Kodspekificationer

Motormonteringen har efterfrågat en kod med:

- Artikelnummer
- Tillverkningsdatum
- Individnummer
- Smidescharge/Härdcharge

Detta är tyvärr inte tillräckligt när innehållet i en kod skall specificeras. Då tanken är att koden skall läsas av automatiskt så måste tydliga mål vara uppsatta om hur denna information skall figurera i koden. Om alla avdelningar inom Scania väljer att arbeta på sitt eget sätt kommer motormonteringen att ställas inför ett onödigt svårt uppdrag att sammanställa denna information.

Under tiden den här rapporten har skrivits så har dock Scania arbetat med att ta fram en standard kring tvådimensionella koder och dess innehåll, STD4388. Standarden bör följas i den mån det är möjligt då syftet bland annat är att underlätta spårbarhetsarbetet på Scania. I skrivande stund är standarden inte helt klar men en indikation på vad som skall komma fås hur som helst.

Standard 4388 säger inte att en Datamatrix måste användas vid direkt märkning av artiklar, QR-kod är accepterat som alternativ men kommer ej att användas i det här fallet. En Datamatrix ska dock vara utförd enligt standard ISO/IEC 16022 och vara av version ECC 200. Alfnumeriska tecken skall användas i koden, tillåtna tecken är A-Z och 0-9. De olika fälten i koden har en dataidentifierare framför sig enligt standard: ANSI MH10.8.2.

### Dataidentifierare:

- P:** Scanias artikelnummer  
**T:** Scanias specificerade spårbarhetsdata från leverantör  
**V:** Leverantörsnummer tilldelat av Scania  
**S:** Leverantörens serienummer  
**Z:** Ytterligare överenskommen data från leverantör

Exempelvis placeras, i axelbearbetningens fall tillverkningsdatumet efter **T** och löpnumret efter **S**.

---

Ett exempel på hur innehållet i en kod kan se ut enligt standarden ges nedan:



- P01743584:** **P** följs av artikelnummer på 8 siffror, en vevaxel har 7 siffror i artikelnumret så en nolla agerar som utfyllnad i början.
- V01234:** **V** följs av leverantörsnummer på 5 siffror, i axelbearbetningen kan leverantörsnumret vara kostnadsstället, 4 siffror med en nolla som utfyllnad.
- T12365** **T** följs av datum i siffror enligt ISO 8601 4.1.3.2. De två första siffrorna är de sista siffrorna i året, det vill säga 12 för 2012. De resterande tre siffrorna är dagen på året, 001-365 samt 001-366 vid skottår.
- S109999** **S** följs av serienummer i siffror och första siffran är line-nummer. 1 skulle kunna stå för gul line, 2 för blå line till exempel. Den andra siffran står för skift och sätts till 0 om den inte används. Resterande fyra siffror är löpnummer under dag eller skift, 0001-9999.
- Z991** **Z** följs av ett valfritt fält där hur många tecken som helst kan finnas. Till skillnad från de övriga dataidentifierarna så får även tecknen A-Z användas här utöver siffrorna 0-9. Här finns utrymme för batchnummer för smidet på en vevaxel eller härdningen på kamaxlar. Exempel på chargenummer är:
- Vevaxlar:** Z991  
**Kamaxlar:** Z51E590

En kod enligt STD4388 täcker in de identifierade och uttalade behoven om det fria fältet **Z** används för batchnummer av smide för vevaxlar och för härdning på kamaxlar. Hur information i fältet **Z** skall bli tillgänglig är dock ett separat problem. Gällande kamaxlar finns redan ett fungerande arbets sätt för att föra in härdbatch i en kod. För vevaxlar är detta ett nytt problem som avhandlas i avsnitt 7.2.1.

---

Utöver själva innehållet i koden så anger STD4388 att en kods matriselement inte bör vara mindre än 0,5mm för att underlätta avläsning. Detta gör att en sida på en vevaxelkod i exemplet ovan som är av storleken 20\*20 element stor blir som minst 10\*10mm. Koden är i kamaxlarnas fall även den 20\*20 element stor vilket innebär att minsta tillåtna storlek skall vara 10mm.

I fall som detta så tillåts mindre koder om Scania tillåts testa koderna först, detta har ju redan skett då monteringen använder koderna på kamaxlarna redan så detta problem kan förbises. Det kommer dock bli lättare att läsa koden om den nya standarden följs då koden kommer att krympa från 22\*22 till 20\*20 vilket gör den mer lättläst.

Om batchnumret i **Z** gruppen inte finns tillgängligt vid ett eventuellt införande och man har för avsikt att införa det vid ett senare tillfälle kan det vara klokt att reservera upp ett dummy-batchnummer så att koden blir 20\*20 element stor från början och inte 18\*18 som den blir utan batchnumret. Detta för att säkerställa att utrustningen klarar av en större eller kompaktare kod.

**Slutsats:**

Datamatrix koder enligt Scantias standard 4388. Koden skall vara av storleken 20\*20 element och 10\*10mm förutom på vänstermonterade kamaxlar i V-motorer där dagens storlek används.

**Exempel:** P01743584V01234T12365S109999ZBATCH

---

## 7.2.1 Batchnummer på vevaxlar

Önskemålen från monteringen om att få in smidets batchnummer i koden ställer krav på axelbearbetningen. Motormonteringen skriver manuellt ner smidets chargenummer på alla vevaxlar för att få spårbarhet på smidet som monteras. Det är en person som skriver ner det som står på axeln och en annan som för in det nedskrivna numret in i en dator. Dessa steg innebär flera felkällor och monteringen önskar att slippa detta om det är möjligt.



*Bild 23 Smidesbatch vevaxel.*

Smidet påverkar härdningens resultat, kastet på axeln har även koppling till den aktuella smidesbatchen likaså eventuell sprickbildning. Härdningspersonalen är i högsta grad intresserad av vilken smidesbatch det är som skall härdas men har svårigheter att se detta utan att gå in i härdningsmaskinen och kolla. En batch är av varierande storlek så batchbyten sker med olika intervall. Det är i regel ingen ordning på batcherna i en leverans från smedjan. Pallarna är ej uppmärkta med batchnummer vilket gör att det bara står på följesedeln med leveransen vilka batcher leveransen innehåller samt på själva axeln. Logistikavdelningen har alltså ingen aning om vilken batch pallen har som de levererar till axelbearbetningen.

Vid chargeändring kommer det två charger blandade på en pall och operatören som tar emot pallen berörs inte av batchen på axeln. Operatören lägger upp axlar på inmatningsbanan som köas in till märkning i den takt som maskinerna kör i. Operatören har ingen direkt möjlighet att kontrollera batchen på varje axel som når märkmaskinen.

Om batchen fanns i koden skulle man kunna föra noggrann statistik på hur smidet påverkar resultatet tillsammans med härdningen och slipningen. Man kan även spåra rätt på alla axlar i en batch som befinner sig i axelbearbetningen. Sprickkontrollen sker dock väldigt sent i axelbearbetningen varför spårbarheten blir till begränsad nytta där. Alla smidda batcher för axlar kontrolleras idag manuellt i motormonteringen så det finns redan en möjlighet att spärra dåliga axlar vid misstanke om sprickproblem. Om batchen fanns i koden skulle dock motormonteringen slippa detta. Vevaxelbearbetningen skulle även kunna ha automatisk barkhausenmätning om manuell avläsning av batchen inte behövs.

### **Slutsats:**

Med hänsyn till arbetet som krävs kontra nyttan gör att rekommendationen är att låta monteringen fortsätta föra in smidesbatchen manuellt tills vidare. Att bli av med ett problem genom att flytta det är inte rätt väg att gå.

---

Det är dock värt att undersöka om leverantören kan börja skicka batchrent eller kanske märka med koder istället för siffror. Scania kan undersöka om en dator kan läsa av den befintliga siffermärkningen också.

## 7.3 Märkmetod

Huruvida märkresultatet duger eller ej avgör kanske främst den optiska läsutrustningen som skall läsa den. Informationsdensiteten i koden hör i högsta grad ihop med läsbarheten av koden. Mer information och mindre märkyta betyder högre densitet vilket ställer högre krav på avläsningen. God kontrast är viktigt vid avläsning också vilket innebär att det mörka ska vara mörkt och det ljusa skall vara ljus. Detta gör att ytan som märkningen utförs på även påverkar resultatet.

För att ta reda på vilken metod som levererar bäst märkning så måste man testa märkningen först. Detta kan göras genom att man låter leverantörer provmärka produkten som sedan får läsas av med den utrustningen man har eller har tänkt införskaffa.

Ett absolut krav är att monteringen skall kunna läsa av märkningen, därav skall en kod inte vara sämre än att deras kameror kan läsa av den. Det kan vara klokt att verifiera märkningen åtminstone en gång i axelbearbetningen med en likadan kamera för att säkerställa att dålig märkning inte når fram till monteringen som är internkunden.

I fallet med vevaxlar sker ingen avläsning i monteringen idag så det finns ingen specifik kamera att pröva med men det finns andra avläsare hos monteringen som kan få agera som referens.

Det är också väldigt viktigt att ta hänsyn till konsekvenserna av märkningen på produkten. Produktens materialegenskaper påverkas lokalt av kallbearbetning eller värmebehandling.

### 7.3.1 Kamaxelmärkning

På kamaxel används idag en laser som etsar koder samt klartext. Detta gör den med gott resultat och det finns ingen anledning till att byta ut den.

#### **Slutsats:**

Behåll befintlig utrustning, lasermärkning.

### 7.3.2 Vevaxelmärkning

Vevaxeln har idag Scanias märkningskrav ”PUN” på ritningen vilket betyder att den bara får märkas plastiskt. Enligt konstruktörsavdelningen på Scania skall det dock inte vara något problem att märka den ytan med andra metoder då den inte är speciellt känslig.

---

Två lämpliga metoder för kodmärkning på axlarna som också är kända på Scania presenteras på följande sidor:

### 7.3.2.1 Nålprägling

Vevoxeln märks idag med nålpräglingmetoden vilket kanske inte är den teoretiskt mest lämpade märkmetoden för kodmärkning. En kod är designad med fyrkantiga celler och nålen gör bara cirkulära avtryck. Cellen kommer bli otydlig om cirkeln är för liten. Alternativt kommer cellen om cirkeln är för stor inkräkta på andra celler som kanske inte ska innehålla data. Då märkningen bara gör en grop kan kontrasten bli lägre än vid märkmetoder med tydliga färgskillnader. Detta gör att högre krav ställs på läsutrustningen.

Fördelarna med nålprägling är bland annat pris, märkmetoden är generellt billigare och i vevoxelbearbetningens fall för att utrustningen redan finns installerad. Utrustningen tar heller inte upp lika mycket plats som en laser till exempel. En nålpräglad yta får också avrundade kanter automatiskt från märkningen vilket kan förhindra eventuell sprickbildning vid märkningen. Ytan har ingen värmepåverkad zon vilket även den kan bidra till sprickbildning. Då nålprägling är en inträngande märkning så tål märkningen ganska mycket bearbetning innan märkningen börjar försvinna. En nålpräglare ställer väldigt små krav på omgivningen den vistas i vilket kan vara till en fördel i en axelfabrik.

Nålpräglaren som sitter installerad idag på Gul och Blå line är av typen SIC i81-A. Satuma flödet har en Technifor CN 210 men skall bytas ut till en i81-A också. I81-A klarar av att göra Datamatrix koder enligt tillverkaren vilket bild nedan visar. Tester har dock inte utförts med den installerade utrustningen då tillräckliga kunskaper saknades.

Arbetsområdet på en i81-A är 80\*70 mm vilket täcker hela axelns märksida som är strax över 60mm i diameter. Axeln behöver alltså inte positioneras om för märkning med kod.

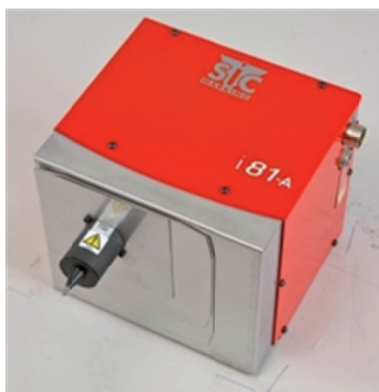


Bild 24, [23] Nålpräglare: SIC Marking i81-A.



Bild 25, [23] Datamatrix märkt med i81-A.

---

### 7.3.2.2 Lasermärkning

Ett bra alternativ till den befintliga nålpräglingen är någon slags lasermärkning. Lasermärkning är en bra metod för kodmärkning i metall då den är snabb och ger ett mycket gott resultat. Då de estetiska aspekterna kanske inte är avgörande på en vev- och kamaxel så är i alla fall läsbarheten det. En laser kan till skillnad från nålprägling skapa kvadrater vilket ger tydligare matriser. Beroende på märkmetod och material kan resultatet dock variera.

Valet av lasermärkning är bland annat en prisfråga. Graving och etsning kräver högre effekt än anlöpning [9] till exempel och hög effekt innebär högre pris.

För att få en uppskattning om hur en lasermärkt kod ser ut på en vevaxel så har provmärkningar skett med fiberlasern i kamaxelbearbetningen. Olika antal märk-repetitioner prövades samt cirkulära och kvadratiska celler. Fler än två, tre märk-repetitioner gjorde inte resultatet mycket bättre, bilden nedan visar en kod med de cirkulära cellerna. Det går egentligen inte att dra någon slutsats om lasermärkning som helhet utifrån detta försök då kunskapen om lasern var alldeles för dålig.



*Bild 26 Lasermärkt vevaxelsända.*

---

### 7.3.3 Utvärdering, märkmetod på vevaxlar.

För att få en uppfattning om hur dessa två märkmetoder står sig mot varandra så har en annan avdelning på Scania besökts. Cylinderfoderbearbetningen begärde offerter från två olika märkleverantörer gällande kodmärkning. En av dessa var en lasermärkt kod med en 20W fiberlaser (Technifor TF420). Den andre en nålpräglad kod med en SIC i61-A som är av samma tillverkare som vevaxelbearbetningen idag redan har installerade men av annan modell.



*Bild 27 Nålpräglad cylinderfoder.*



*Bild 28 Lasermärkt cylinderfoder.*

Deras situation är inte överförbar på axelbearbetningen då deras line och produkt skiljer sig, ljudnivån vid nålprägling i deras fall till exempel är ett större problem än vid solida axlar. En god indikation på vad som kan uppnås med dessa märkmetoder fås dock.

Nålprägling valdes som det bättre alternativet då koden höll väldigt hög kvalitet, lasermärkningen var dock vilket bilden visar också av hög kvalitet.

För att kunna dra en slutsats om vilken märkmetod som skall införskaffas gällande kvaliteten på koden så måste leverantörer provmärka axeln med den utrustningen de säljer.

En annan aspekt kring valet av märkutrustning är installationen. Lasermärkare kommer att kräva en ombyggnation av inmatningsbanan i vevaxelsbearbetningen, delvis på grund av att säkerhetskraven är större på en laser än på en nålpräglare.

Då en nålpräglare som skall klara av att skapa koder redan sitter installerad i vevaxelbearbetningen och dessa koder antagligen kommer att hålla tillräckligt hög kvalitet så finns ingen anledning att byta märkmetod. I första hand bör de befintliga nålpräglarna användas.

#### **Slutsats:**

Behåll befintlig utrustning, nålprägling.



---

## 7.4 Loggning i vevaxelbearbetningen

Grundfilosofin som delar lösningförslagen är mängden loggning över vevaxelbearbetningen. Några olika förslag presenteras följt av en mindre utvärdering. I texten nämns två databaser som ej bör förväxlas: en befintlig databas från Q-Das och en icke existerande lokal databas.

### 7.4.1 Förslag 1: Loggning med fokusering på sliparna del 2.

Här loggas en axels position endast över ett fåtal positioner, slipmaskinerna i del 2, härdningen i del 1 och in och utgång ur del 1 respektive del 2. Den gemensamma nämnaren i alla delar av förslaget är axelns identitet.

Tanken med förslaget är att låta en lokal databas samla in information om var en axel har befunnit sig, till exempel vilka maskiner den har varit i. Sedan delar den lokala databasen med sig av denna information till andra system för att dessa ska kunna binda samman all data med axelns historik. Q-Das SQL databas är ett exempel på ett sådant system som nås med programvaran qs-STAT på Scania men andra system kan tänkas vara aktuella i framtiden.

Mätmaskinerna har redan datorer med konverterare som förvandlar genererad mätdata till rätt format och skickar denna till vald databas. Q-Das databasen i axelbearbetningens fall. Mätmaskinernas konverterare bör utöver mätdata även ta in data från en kamera också som läser av koden på axeln. Detta för att kunna binda samman identiteten på axeln som mätningen är utförd på med mätdataunderlaget.

Alla mätningar som utförs skickas tillsammans med identiteten till qs-STAT, mer information fylls på varefter axeln mäts eller loggas. Gemensamma nämnaren är alltid identiteten.

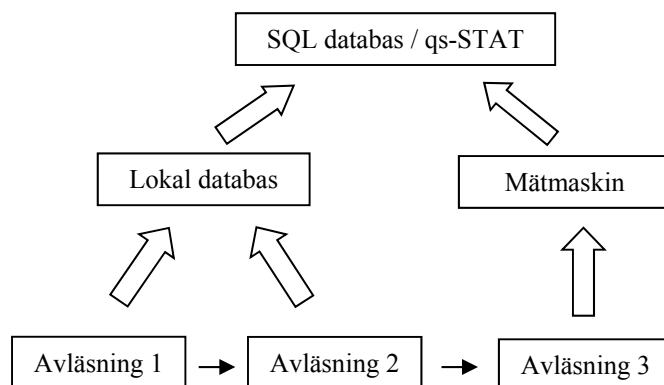


Bild 29 Illustration av filosofin bakom lösningförslagen.

---

### **7.4.2 Förslag 2: Loggning, hela del 1 & 2.**

Här loggas en axel hela tiden över del 1 samt del 2 så en komplett historik på var en axel har varit erhålls. Loggningen görs kanske främst med hjälp av portalerna som bär axlarna genom bearbetningen. Kopplingen mellan mätmaskiner och individ är densamma som i förslag 1, det är en mer komplett loggning om var en axel har varit som alltså skiljer sig. Man vet alltså var och när en axel bearbetades i alla operationer.

Tanken här är att samma databas som i tidigare förslag 1 skall samla in information om var en axel har varit. Den stora skillnaden är att detta skall ske på del 1 också. Flödet blir precis likadant som föregående förslag, mätningar kommer att utföras efter samma princip. Det som skiljer är att varje position i linan där man regelbundet kan lyfta ur axlar måste ha avläsare samt mellan alla portaler om portalloggning väljs. Väljs kameralloggning behövs en kamera på alla ställen av intresse istället. Då linan är utformad så att det går att lyfta ur axlar efter nästan varje operation så blir det avläsning på väldigt många ställen för att erhålla tillförlitlig data hur man än väljer att logga.

---

### 7.4.3 Utvärdering vevaxelbearbetningen

För att få hjälp med att utvärdera de olika förslagen så ställs de mot varandra. Kriterierna är dels från de uttalade önskvärda behoven men också från praktiska eller tekniska aspekter.

- Förslag 1: Loggning slipar del 2.
- Förslag 2: Loggning hela del 1 & 2.

<u>Utvärdering</u>	<u>Förslag 1</u>	<u>Förslag 2</u>
Man kan säga vilken maskin som bearbetade en axel:	Ej till 100 %	<b>Ja*</b>
Man kan säga när en axel bearbetades i en maskin:	Ej till 100 %	<b>Ja*</b>
Man kan säga när en axel bearbetades i en slipmaskin:	<b>Ja</b>	<b>Ja</b>
Robusthet mot ur- och inlyftning i line.	Delvis	<b>Ja</b>
Ändringar av dagens arbetssätt.	<b>Få</b>	Många
Förväntat underhåll.	<b>Litet</b>	Mycket
Installationsomfattning.	<b>Liten</b>	Stor
Antal kameror	<b>Fåtal</b>	Många
Antal portaler som omfattas.	<b>Ca 3st</b>	Alla

\* Det beror på rutiner och loggningsmetod.

En av de viktigaste aspekterna är att förslaget är rimligt att genomföra och att det inte är i vägen. Att föra in potentiella felkällor i linerna är inte önskvärt. En felkälla är en kamera som skall läsa av en kod i det här fallet. Man kan välja att låta systemet fortsätta även om avläsning inte kan ske men då faller information bort tills nästa avläsning. Båda systemen innebär avläsningar för både operatör och portal, förslag 2 innebär dock väldigt många avläsningar. En industrikamera för ändamålet kostar runt 40.000kr exklusive installation och kommer att kräva underhåll och tillsyn.

Portalerna kräver omprogrammering, låter man portalen sköta loggningen så är det ett stort projekt att programmera om alla portaler för ändamålet. Även om man inte låter portalerna sköta loggningen så kräver varje kamera ett i portalen programmerat stopp samt eventuell kommunikation med portalen om att avläsningen godkändes.

Ett tillförlitligt system som genererar exakt information om var en axel har varit kommer bli ett effektivt verktyg för processanalys. Faktiska cykeltider erhålls bland annat men det kommer till ett mycket högt pris. Att erhålla ett system som ger information om vilken slipmaskin som har utfört arbetet och var en axel med största sannolikhet har tillverkats är mer rimligt. Med ett litet ingrepp i dagens arbetssätt och färre apparater i linan så anses förslag 1 som det mest lämpade.

#### **Slutsats:**

Loggning med fokusering på sliparna del 2 är det bättre förslaget.

---

## 7.4.4 Loggningsmetod i vevaxelbearbetningen del 2.

För att gå vidare med förslaget på föregående sida så undersöks alternativen för loggning över slipmaskinerna. Hur man väljer att logga en axel är inte helt självklart. Om man stöter på stora problem med portalprogrammering så kan man kringgå problemet genom att inte låta portalerna logga någonting alls. Då man bara vill veta om en axel varit i slipmaskin A eller B så kan dessa ha egna kameror som läser av axeln, i övrigt är förslaget detsamma.

- Förslag 1: Loggning med GSA-portalerna
- Förslag 2: Loggning med kameror.

<b>Utvärdering</b>	<b>Förslag 1</b>	<b>Förslag 2</b>
Installationsomfattning	Stor	<b>Liten</b>
Antal kameror, innan portal	3st	<b>0st</b>
Antal kameror under portalen vid mätstationer*	5st / 0st	<b>0st</b>
Antal kameror under portalen vid maskiner	<b>0st</b>	9st
<b>Totalt antal kameror</b>	<b>3st - 11st</b>	9st

\* Om man nöjer sig med att slipning har skett och loggats och vad som händer sedan i portalbenet inte anses viktigt så behövs egentligen inte kameror vid kontrollstationerna i förslag 1. I dessa hamnar en axel i efter bearbetning och om de lyfts ur då så är de redan registrerade på en maskin. Undantaget här är de två maskinpar som har delat upp operationen i två maskiner, här finns möjligheten i alla fall i teorin att göra fel.

Om man väljer att ha kameror placerade vid mätstationerna öppnas möjligheten upp för att använda samma kameror till mätstationerna vid mätstationerna. Dessa används idag dock mest för att kontrollera enstaka mått och inte köra hela mätprogram.

Målet är att erhålla efterfrågad funktion som inte är i vägen för dagens produktion. Förslag 1, ”portallösningen” har möjligheten till att ha färre antal kameror än förslag 2 vilket är önskvärt.

Med båda förslagen så erhålls cykeltiden, det finns möjlighet att få maskintid med förslag 1 dock, bearbetningstid kan ej erhållas. För att uppnå samma resultat med förslag 2 så behövs två avläsningar vid varje maskin, en innan bearbetning och en efter. Detta är dock inget som efterfrågas utan det är snarare en bonus.

Installationen av förslag 1 kräver omfattande portalprogrammering då portalen till skillnad från förslag 2 skall sköta all loggning. I förslag 2 kommer portalen bara att stanna för att bli avläst av en kamera. Portalloggning med GSA-portaler är beprövat inom Scania samt att GSA’s tekniker, [31] intygar om att de befintliga portalerna mycket väl kan sköta dessa uppgifter. Dock så bör även förslag 2 vara fullt genomförbart enligt GSA och Scantias Didrikutvecklare, [31], [29].

---

Ett automatiserat och helt vattentätt system är egentligen inte nödvändigt. Det är mycket extra jobb för att täcka upp eventuella problem som händer efter att det viktigaste redan är utfört. Att erhålla en lösning med få kameror och samtidigt få tillförlitlig information om vilken slipmaskin som har utfört jobbet gör förslag 1 till den mer attraktiva lösningen. Detta i fallet då endast 3 kameror vid ingång i linerna används. Om fler kameror väljs att användas är dock förslag 2 en god kandidat med sin lägre installationskostnad då GSA inte blandas in i samma utsträckning. Detta gör att båda förslagen kan ses som bra alternativ.

**Slutsats:**

Loggning med GSA-portalerna är det bättre förslaget, 3st kameror krävs.

---

## 7.4.5 Lösningsöversikt för vevaxelbearbetningen

En överblick på hur flödet ser ut med det rekommenderade förslaget ges nedan.

### Översikt del 1, (mjukbearbetning)

#### Gul, Blå och Satumaa:

1. Inkommande smide identitetsmärks med dagens märkning samt en data-matrix. Detta lagras i den lokala databasen. Kontroll av kod sker med avläsare innan axeln förs vidare till OP30
2. Operation 30-95, ingen aktivitet förutom Zeiss-mätmaskinerna som har avläsare som läser av koden på axeln, mätmaskinens Q-daskonverteraren binder samma individnummer till mätningen så att Qs-stat kan visa mätningar på individer.
3. Härdningen har en avläsare som läser av axeln och loggar den i den lokala databasen. Härdmaskinen Alfing lagrar om möjligt lokalt härdningsdata med det avlästa individnumret, den gamla härdmaskinen saknar antagligen denna funktion.
4. Avläsare sitter i slutet av del 1 för att logga utgång ur delen. Det som passerar här antas hamna i produktionsbufferten.

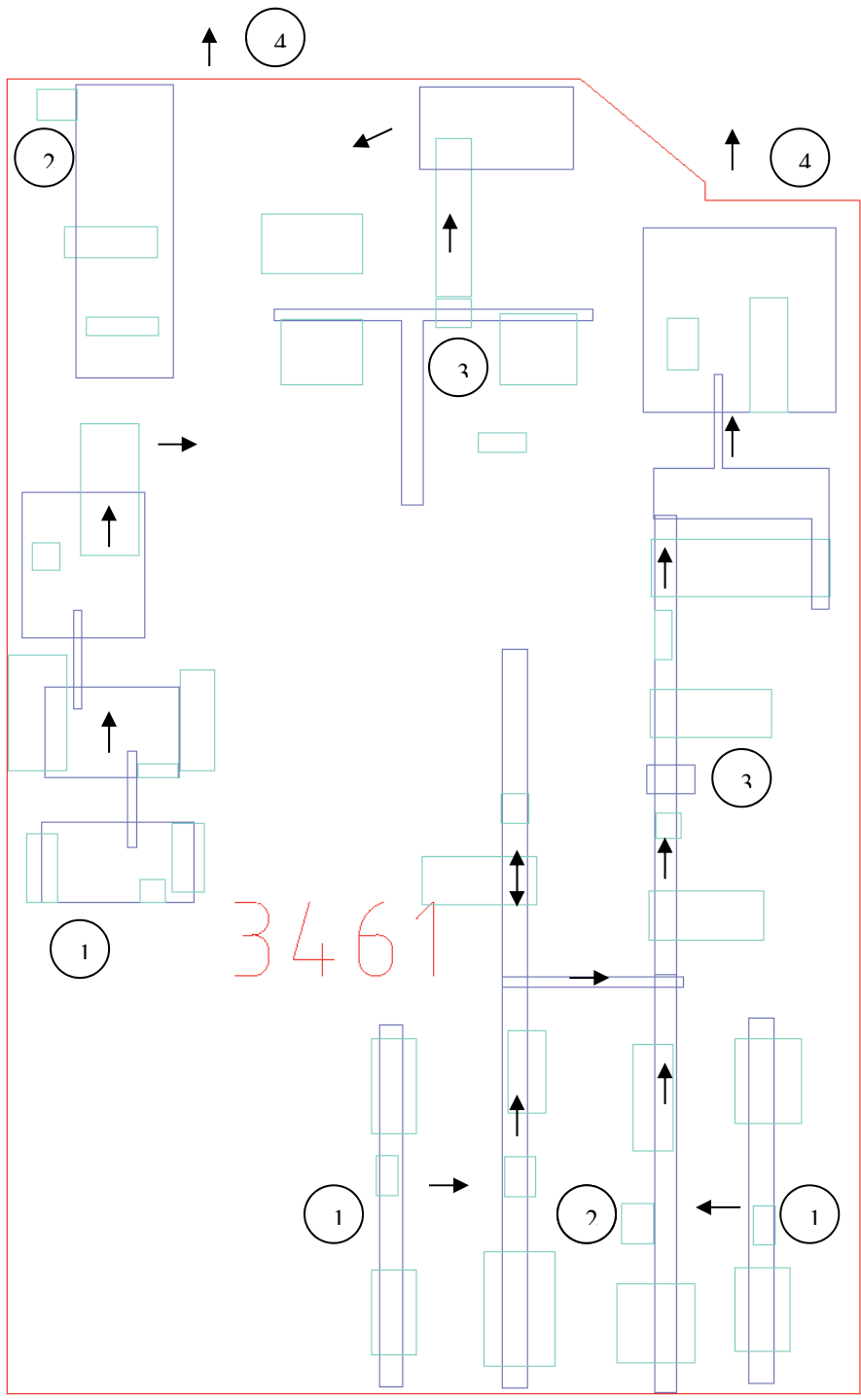


Bild 30, [26] Översikt över vevaxelbearbetningen del 1.

---

## Översikt del 2, (hårbearbetning)

1. Avläsning sker i början av linjen där portalerna tar axlarna.
2. Över sliparna skall 100 % loggning ske enligt kapitel 7.4.4 Portalerna skickar information till den lokala databasen om vilken slip axeln har varit i och när. Detta rör en kort sträcka i produktionen och endast över sliparna.
3. Mätningar i Zeissmaskinen som görs efter sliparna en gång om dagen läses av precis som på del 1. Vilken slipmaskin som mätningen görs efter känner operatören redan till.
4. Vid Barkhausenmätningen som är en manuell mätstation sker avläsning med handhållen avläsare och individnumret sammanfogas med mätdata i konverteraren till Q-das-databasen.
5. Vid Hommelmaskinerna sker automatisk avläsning i robotcellen och konverteraren sammanfogar identitet med mätdata till Q-dasdatabasen. Information om vilken Hommelmaskin mätningen görs i bör även bifogas till databasen. Detta gör att man kan jämföra mätmaskinernas mätningar mot varandra. Om tillverkaren kan erbjuda en lösning så skall Hommelmaskinen presentera vilken slipmaskin axeln kommer ifrån, alltså att data hämtas från den lokala databasen och inte bara från koden. Detta för att operatören snabbt ska kunna adressera eventuella problem.
6. Motviktsdragningen fortsätter som innan utan identitetsanknytning. Vid framtida införande av Q-das uppkoppling på dragmaskinen kan arbetsätt införas som fungerar med avläsning av kod.
7. Slutkontroll: avläsare för att logga utgång ur line. Q-das uppdateras med maskinhistorik.



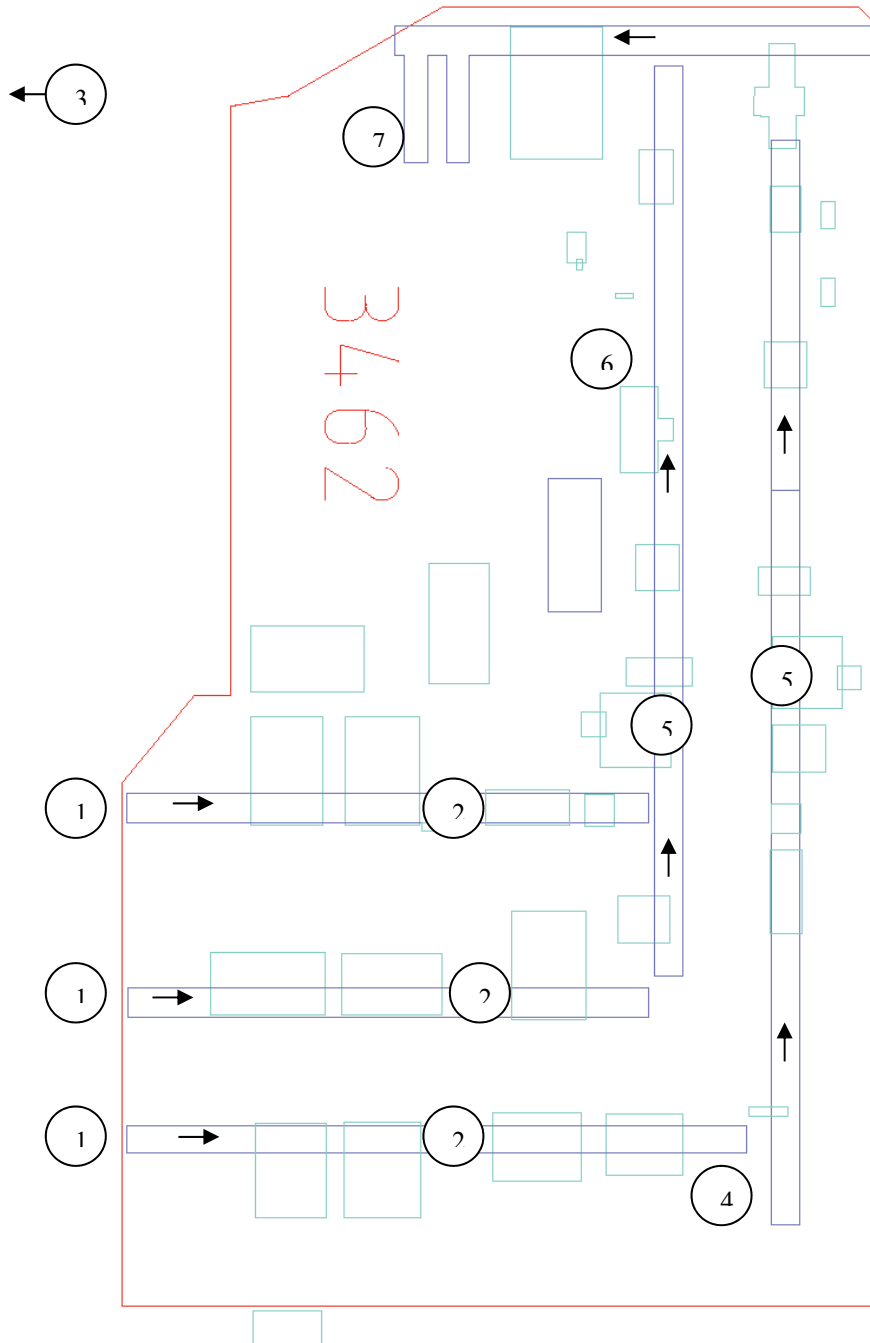


Bild 31, [26] Översikt över vevaxelbearbetningen del 2.

---

## 7.5 Loggning i kamaxelbearbetningen

Denna rapport tar inte upp del 1 på kamaxel bara del 2 och 3. Detta gör att lösningsförslagen bara sträcker sig över dessa delar. På kamaxel del 2 så är det bara två parallella portalben med väldigt linjära flöden.

Förslagen är tänkta att precis som vevaxelbearbetningen skicka information till Q-das databasen om var en axel har varit, det vill säga historik med tillhörande identitet. När Q-Das databasen bör erhålla insamlad data tas ej upp i detta examensarbete.

Loggningen vid mätmaskinerna binder samman identiteten med mätdata som går till Q-das. Något liknande det som idag finns vid Barkahausenmätningen där en kamera läser av axeln för att erhålla härdbatchen som finns i Datamatrixen.

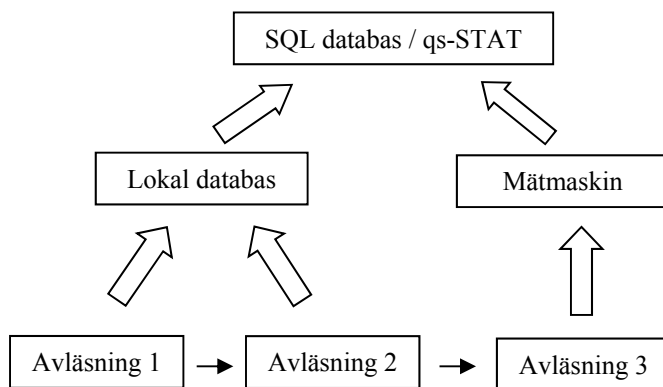


Bild 32 Illustration av filosofin bakom lösningsförslagen.

---

### 7.5.1 Förslag 1: Portalloggning, hela del 2.

Konceptet bygger precis som på vevaxelförslagen på loggning med en lokal databas. Portalerna på del 2 är dock levererade av Bleichert och inte av GSA som i vevaxelbearbetningen.

Då det bara är två ben som nästan är linjära i kamaxelbearbetningen så är första avläsningen vid början av portalerna ett viktigt steg i spårbarheten på kamaxlar. Utöver detta så måste en axel läsas av på andra ställen i linjen där en axel kan lyftas ur. Informationen om vilken maskin en axel har bearbetats i samlas in i databasen.

Märkning sker precis som i dag vid ingång till linjen i robotcellen som hör ihop med portalen. En operatör säger till portalen vilken artikel det är som körs på pallen som roboten plockar av. Datorn vid lasermärkningen tilldelar axeln en identitet, databasen informeras om detta direkt eller via kontrollkameran. Varje portalben har varsin pall att plocka från. Axeln loggas sedan över hela portalbenet om så önskas, även vilken fixtur i Lindermaier den har varit i. Vid mätstationerna efter varje maskin måste avläsare sitta då avlastningsmöjligheter finns där. Varje upplyft bör läsas av för att säkerställa att portalen har rätt identitet. Då slipmaskinerna ligger sist i portalen så måste alla möjligheter till att lyfta ur en axel täckas upp. Möjligheten finns att logga om en axels mätning med framtida mäthandske är utförd samt även om den är godkänd då kameror krävs vid dessa stationer på grund av urliftningsmöjlighet.

Vid varje mätning knyts axelns identitet och insamlad data förs in i Q-das. Länken mellan en axels maskinshistorik och mätdata är precis som på vevaxelkoncepten axelns identitet. Mätmaskinens konverterare måste kunna ta in data från en avläsning samtidigt som den hämtar information från mätmaskinen. Detta är redan förberett i Barkhausen-maskinen då den har en liknande funktion i dag. Zeiss och Adcoles konverterare behöver dock uppdateras.

---

## 7.5.2 Förslag 2: Kameralogging, slipar del 2.

Förslaget skiljer sig från föregående förslag i loggningsmetod samt som produkt av detta även mängden loggning som skall utföras. Istället för att låta portalerna sköta loggningen så låter man kameror stå för den biten. Om man placerar ut kameror så kan man göra det där nyttan är som störst. Detta gör att antalet kameror totalt sett blir färre.

Loggningen kommer bara ske över slipmaskinerna och mätmaskinerna i det här fallet. En skillnad mot föregående förslag är att det inte behövs kameror vid de manuella mätstationerna där urluftning kan ske. En axel läses av innan alla operationer av intresse, slipmaskiner och mätstationer.

Tanken med förslaget är att man märker axeln, verifierar att koden fungerar och sen får man se vilken slipmaskin den dyker upp i. Vetskapen om vilket ben den startade i eller vilket ben slipmaskinen står i gör att man kan anta vilka maskiner den har följt fram till slipmaskinerna.

Länken mellan en axels maskinhistorik och mätdata är precis som tidigare axelns identitet.

---

### 7.5.3 Utvärdering kamaxelbearbetningen

För utvärderingen i kamaxelbearbetningen är kriterierna samma som hos vevaxel. Värt att notera är att förslag 2 förutsätter att kameror sköter all loggning.

- Förslag 1: Portalloggning, hela del 2
- Förslag 2: Kameraloggning, slipar del 2.

<u>Förslag</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
Man kan säga vilken maskin som bearbetade en axel:	<b>Ja</b>	Ej 100%
Man kan säga när en axel bearbetades i en maskin:	<b>Ja</b>	Ej 100%
Robusthet mot ur- och inlyftning i line.	<b>Ja</b>	Nej
Ändringar av dagens arbetssätt.	Ja	<b>Delvis</b>
Förväntat underhåll.	Mycket	<b>Litet</b>
Installationsomfattning.	Stor	<b>Liten</b>
Antal kameror	ca 13st	<b>ca 7st</b>

Precis som i vevaxelbearbetningen så premieras en enkel lösning med färre komponenter. På kamaxel är dock antalet portaler så pass få att problemet inte är det samma som på vevaxel. Att införa felkällor och arbetsmoment resulterar i stora minus.

Båda förslagen här innehåller flertalet kameror. Det är 9st stationer där möjligheten finns att mäta och lyfta ur en axel, detta gör att en kamera krävs vid varje station i förslag 1 om databasen skall ha korrekt data genom hela bearbetningen. Förslag 2 har inga kameror vid de dessa stationer utan vid maskinerna av intresse istället vilket ger totalt sett ett lägre antal kameror. "Bleichertportalerna" kräver omprogrammering i båda fallen, förslag 1 kräver mer jobb då portalen även skall sköta loggningen. Förslag 2 kräver bara programmering av stopp samt eventuell kommunikation med portalen om att avläsningen godkändes.

Det mest tillförlitliga alternativet här är förslag 1 som genererar tillförlitlig information om var en axel har varit och när den bearbetades. Antalet kameror är dock fler och installationen av systemet kräver ett ingrepp i portalerna av okänd omfattning.

Förslag 2 ger information om var och när en axel bearbetades i slipmaskinerna, resten är goda antaganden. Förslaget har färre antal kameror och installation är mindre omfattande än förslag 2 då nya stopp bara behöver läggas in i portalens program.

#### **Slutsats:**

Förslag 2, loggning slipar del 2 med kamera är det bättre förslaget.

---

## 7.5.4 Lösningsöversikt för kamaxelbearbetningen

En överblick på hur flödet ser ut med förslag 2 presenteras nedan:

**Del 1, mjukbearbetning omfattas ej.**

**Del 2, hårdbearbetning.**

0. Handhållen avläsning vid mätmaskinen Adcole i mätrummet. Genomförd mätning skickas in till qs-STAT. Mätprogrammet måste här uppdateras för att få med individen som mätningen sker på.
1. Inkommande kamaxlar från härderiet kommer på batcher om 35st axlar uppdelade på två pallar 21 + 14st till robotcellen. Dessa ska märkas innan de kastkontrolleras/riktas för att alltid få korrekt märkning från härderiet. Axlarna ska precis som idag, märkas med en Datamatrix. Innehållet i koden tas upp i kapitel 7.2. Efter märkning kontrolleras koden med den befintliga kontrollkameran. Den lokala databasen bör erhålla information om att individen har skapats
2. Slipmaskinerna har kameror som läser av Datamatrixen, kamerorna är monterade i portalen som har programmerats att stanna för avläsning innan nedsläpp i maskin. 3st kameror krävs för detta.
3. Vid ”Barkhausenmätningen” sker automatisk avläsning i robotcellen med befintlig utrustning. Konverteraren bör uppdateras då koden inte innehåller samma information som innan. Efter ”Barkhausenmätningen” antas den avlästa axeln mellanlagras inför operation 190.
4. Vid slutkontroll sitter avläsare (handhållen eller automatisk) för att logga utgång urkamaxel-line. Q-das databasen uppdateras förslagsvis nu med maskinhistorik från portalen.

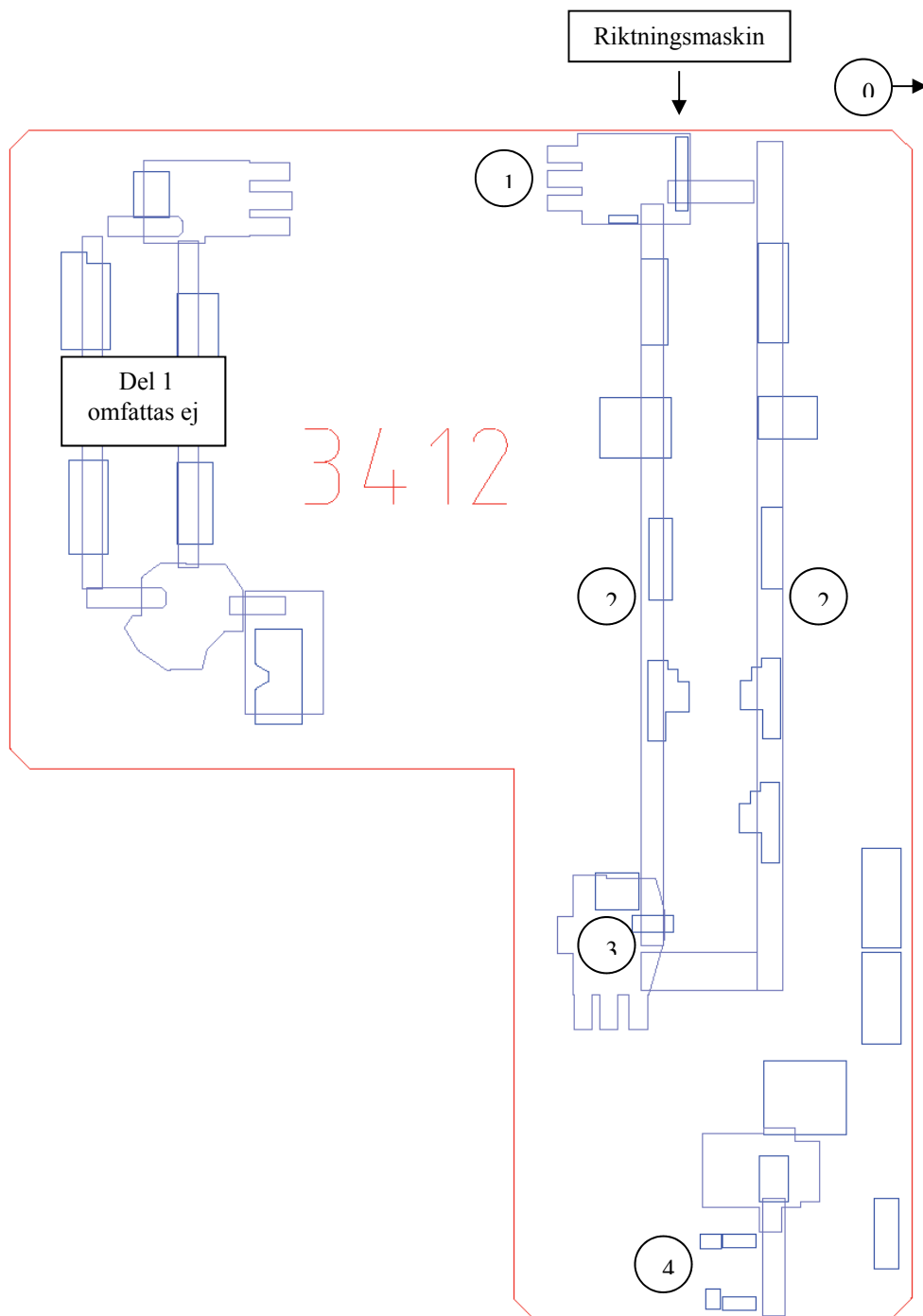


Bild 33, [26] Översikt över kamaxelbearbetningen del 1, del 2 och del 3

---

## 7.6 Val av lokal databas

Valet av databasleverantör står initialt mellan Scania och ett godtyckligt utomstående företag. Få felkällor och driftsäkerhet eftersträvas. Att blanda in nya obeprövade system i produktionen och vara beroende av ett annat företag är ett riskabelt drag. Scania har ett system som kallas Didrik och även om pris och funktion skulle vara attraktivare hos en annan leverantör så är en beprövad ”inhouse-lösning” ett bra val med garanterad support och drift.

Bortsett från axelbearbetningens egna behov så kan man se problemet i ett större perspektiv. Om andra datasystem inom Scania ska ta del av produktionsdata som samlas in genom ett spårbarhetssystem på axelbearbetningen så underlättar det givetvis om systemet är detsamma som andra produktionsavsnitt inom Scania redan använder. Då Scania arbetar med att köpa in andra system som skall arbeta med Didrik så kan det finnas fördelar om axelbearbetningen också använder en Didrik-variant.

Systemets komplexitet och Didrikutvecklarnas lokalkännedom gör att det är svårt att hitta anledningar till att välja en annan leverantör.

### **Slutsats:**

Scanias PLC-loggning Didrik är ett bra val för att sköta loggningen.



---

## 7.6.1 Användning av Didrik

Med inspiration från Didrik i den nya blockbearbetningen på Scania så är tanken att systemet i axelbearbetningen skall vara tillgängligt av alla med en dator. Hur användargränssnittet exakt ska se ut tas ej upp i detta examensarbete förutom att det måste anpassas för axelbearbetningen.

Tanken med förslagen på spårbarhetssystemet har varit att det inte ska vara i vägen. Operatörens arbetsdag eller arbetsmiljö ska inte ändras märkvärt. Var en axel är behöver inte visualiseras på skärmar likt det befintliga Didrik systemet som finns på Scania. Användandet av qs-STAT är redan utbrett och kommer även fortsättningsvis att fungera som ett statistikprogram. Behövs mer aktuell information om var en axel befinner sig går man in i Didrik direkt.

Av flera olika anledningar kommenteras axlar i dagsläget med lappar eller märkpenna. Lappen eller märkningen ger information som gäller just den axeln, ett kvalitetsproblem vanligtvis och kan utföras av vem som helst i produktionen. Detta är ett väl fungerande system som är snabbt och visuellt. En lapp kan förvisso försvinna men den är också väldigt lätt att sätta dit.

Att föra in digitala kommentarer på axlar i det tänkta spårbarhetssystemet bör lämpligast ske som ett komplement till dagens arbetssätt. Att ha axlar liggandes som det inte står någonting på, som bara kan ge information om man läser av koden är ingen effektiv lösning. Det skulle också kräva att operatören måste ha tillgång till en dator och en avläsare varje gång han lyfter ur en axel från line vilket antagligen innebär mer arbete för denne.

Man måste dock kommentera axlar i ett det tänkta systemet för att inte riskera att få ett stort antal axlar som blir kvar och aldrig lämnar linen i systemet. Axlar som skrotas måste också skrotas i systemet, axlar som läggs åt sidan för senare åtgärd bör helst kommenteras också, framför allt om de korrigeras och förs vidare. Detta är en arbetsuppgift som den kvalitetsansvarige operatören på produktionsavsnittet skulle kunna utföra.

Datorer krävs för detta ändamål men inte nödvändigtvis fler datorer än de som redan finns. Det behövs ingen specifik dator som står på linen för detta, men det kommer att krävas en avläsare som är kopplad till en dator. Axelbearbetningens kvalitetsansvariga skulle kunna samsas om en specifik dator för systemet då de alla sitter på samma ställe, att alla har egna läsare till sina arbetsdatorer är givetvis en annan lösning.

### **Slutsats:**

Operatören fortsätter att märka axlar med penna och lappar. Kvalitetsansvarig utför rapportering som skrotning bl.a. i Didrik.

---

## 7.7 Logistik efter axelbearbetningen

Axlar som har passerat hela flödet läggs på pall för att sedan förflyttas till ett färdiglager. Axlarna sorteras efter artikel så att det inte ligger blandade artiklar på en och samma pall. Utöver detta så tas ingen hänsyn till axeln då de läggs på pallen. Pallen märks med en palletkett som säger vilken artikel det är och datumet då pallen blev full med axlar. Pallen saknar individnummer vilket gör att flera pallar ser exakt likadana ut vilket blir ett problem ur spårbarhetssynpunkt men också för FIFO då pallarna staplas i lagret.



Bild 34 Vevaxlar i färdiglagret.



Bild 35 Palletkett.

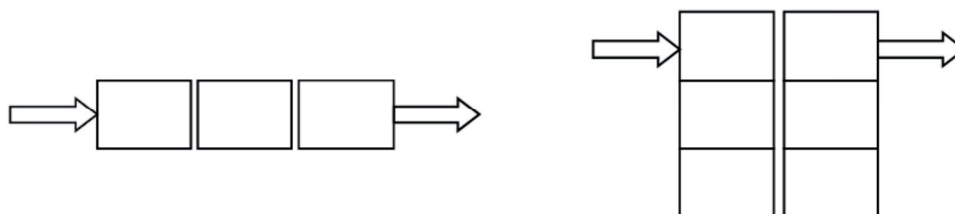


Bild 36 Riktig FIFO respektive FIFO med staplade pallar.

Om ett pallindividnummer fanns på pallen skulle man även kunna binda en axels individnummer till detta för att på så vis exakt kunna spåra rätt på en axel. Idag så får man dock gå efter datumet på pallen om man ska spåra en axel vilket är besvärligt och mer tidskrävande men givetvis inte omöjligt.

Rent praktiskt för att genomföra spårbarhet på pallnivå så måste varje axel loggas in i pallens identitet. Pallarnas palletketter måste alltså bytas ut alternativt märkas med något individuellt. Var dessa pallar sedan står eller fraktas bör loggas.

### Slutsats:

Att genomföra spårbarhet inom logistiken på Scania är något logistikavdelningen själv måste arbeta med. Tills vidare får nuvarande arbetsätt fungera, om motormonteringen arbetar med spårbarhet så dyker alla axlar förr eller senare upp i deras system.

---

## 8 Resultat

*I kapitel 7 togs olika förslag upp som lösningar på de problem och behov som identifierats, dessa utvärderades sedan. De rekommenderade förslagen sammanfattas i det här kapitlet.*

### 8.1 Vevaxelbearbetning

Märkning skall i första hand ske med befintlig märktröstning enligt kapitel 7.3 på samma yta som idag. En 10\*10mm stor Datamatrixkod skall märkas utöver befintlig märkning och innehållet i koden skall följa Scania STD 4388 som avhandlas i kapitel 7.2, exempel ges nedan med platsreservation för smidda batcher:

P01743584V01234T12365S109999Z000

Rekommendationen är att införskaffa Scantias Didrik som loggningshjälpmedel till hela axelbearbetningen. Loggning skall dock inte ske överallt och den mesta loggning sker med kameror, de enda portalerna som skall vara med och logga är de tre över slipmaskinerna. De händelser som skall loggas med dagens linjär:

- Individuell kodmärkning.
- Handhållen avläsning med kamera vid 2st Zeiss mätmaskiner.
- Automatisk avläsning med kamera vid härdningen.
- Automatisk avläsning med kamera vid utgång ur line del 1
- Automatisk avläsning med kamera vid ingång i line del 2
- Loggning med GSA portal över slipmaskiner.
- Handhållen avläsning med kamera vid Zeiss mätmaskin, del 2.
- Handhållen avläsning med kamera vid Barkhausen mätmaskin.
- Automatisk avläsning med kamera vid Hommel mätmaskin.
- Automatisk avläsning med kamera vid avsyning del 2.
- Handhållen avläsning med kamera vid Zeiss mätmaskin, mätrummet.

#### **Antal kameror som krävs för förslaget:**

- 3st fast installerade verifieringskameror efter märkning.
- 5st handhållna + kameror för kvalitetsansvariga.
- 11 fast installerade.

Förslaget ger 100 % spårbarhet över slipmaskinerna i del 2 samt möjligheten att göra goda antaganden om var en axel har varit i resterande operationer. Alla mätningar knyts till individ och mätresultatet blir tillgängligt i Qs-stat. Valet av Didrik ger ett långsiktigt och beprövat system som dessutom flera avdelningar är bekanta med. Systemet arbetar någorlunda dolt och stör inte produktionen nämnvärt, kvalitetsansvarig ansvarar för korrigeringar i systemet som till exempel skrotning och utför detta från sin arbetsplats.

En uppskattning av priset på förslaget finns i bilaga B.

---

### 8.1.1 Nyttan med förslaget

- Bättre kontroll över var axlar befinner sig, om de har lämnat axelbearbetningen till exempel.
- Att snabbare hitta orsaken till eventuella problem med slipning då man vet exakt vilken slipmaskin det är som har bearbetat vevaxeln. Mätmaskinerna kan visa slipmaskinernas trender vilket kan ha en positiv inverkan på stopptider och kassationer och därmed OPE om kvalitetsproblem upptäcks innan de blir allvarliga.
- Kodmärkning är en förutsättning för att få en axel knuten till en motor som i sin knyts till en lastbil. Träffsäkrare återkallningar kan därmed genomföras vilket kan innebära en enorm kostnadsbesparing. Färre kunder slipper lämna in sina nya lastbilar i kampanjer också vilket borde avspeglas i ökad kundnöjdhet. Möjligheten med individmärkning innebär även att monteringen skulle kunna spärra misstänkta axlar på begäran så de aldrig monteras.
- Kvalitetsarbetet underlättas på flertalet områden, Barkhausenmätningen på vevaxel kan vid ett eventuellt utfall bindas till härddata i induktionshårdningen samt så kan man vid ett utfall i Hommelmätningen även se hur mätten såg ut i Zeiss om axeln mättes där.
- Ommätningar kan identifieras vilket gör att en axel som råkar ut för flera felaktiga mätningar innan den tillslut godkänns bara behöver synas i statistiken som en godkänd mätning.
- Motormonteringen kan monteringsssäkra om de kan läsa av en kod som innehåller artikelnumret. Matchning mot plockorder blir möjlig.

### 8.1.2 Nackdelar

- Alla steg i processen spåras inte, det finns ingen garanti för att ett problem går att lösa.
- Smidda batcher av vevaxlarna saknas i koden vilket gör att monteringen inte slipper det manuella arbetet att föra in batchen in i motorn id-kort. Axelbearbetningen kan inte knyta alla mätningar till smidet heller. Bara vid utfall då man manuellt kollar batchen.

---

## 8.2 Kamaxelbearbetning

Precis som i dag så levererar logistik pallar från härldningen till del 2 och operatör kontrollerar batch samt ser till att lasern märker korrekt. Märkningen skall ske med befintlig märkmaskin, det vill säga klartext och Datamatrix. Koden skall dock anpassas efter Scantias nya standard 4388 vilket gör att den ska vara 10\*10 mm stor förutom på vänsteraxlar där dagens storlek skall användas, exempel på innehåll ges nedan:

P01748794V01234T12365S109999Z51E590

Rekommendationen är att införskaffa Scantias Didrik som loggningshjälpmedel till kamaxelbearbetningen. Loggning sker med kameror och inte med portalerna.

De händelser som skall loggas är:

- Individuell kodmärkning
- Automatisk avläsning med kamera vid varje slipmaskin.
- Automatisk avläsning med befintlig kamera vid "barkhausenmaskinen".
- Handhållen avläsning med kamera vid avsyning.
- Handhållen avläsning vid Adcolemaskinen i mättrummet.

### **Antal befintliga kameror:**

- 1st verifieringskamera.
- 1st automatisk fast installerad vid "barkhausenmaskin".

### **Antal kameror att införskaffa:**

- 2st handhållna + kameror för kvalitetsansvariga.
- 3 fast installerade.

Förslaget ger likt det i vevaxelbearbetningen exakt spårbarhet över slipmaskinerna. Individmärkningen gör att mätdata kan knytas till en axel då avläsning sker vid "barkhausenmaskinen", informationen blir sedan tillgänglig i Qs-stat. Anledningen till att kameror används till loggningen istället för portaler är för att hålla det totala antalet kameror till ett minimum då loggning inte sker i så många operationer. Om Bleichertportalerna skulle sköta loggningen krävs fler kameror för att täcka upp eventuella felkällor. Systemet Didrik skall stå för loggningen med kamerorna vilket är en framtidsäker lösning samt en trygghet då systemet är beprövat och utvecklat på Scania. Andra avdelningar är dessutom redan bekanta med Didrik. Kvalitetsansvarig utför den större delen av kommunikationen med systemet som skrotning från sin arbetsplats vilket ger ett verktyg för spårning som inte är i vägen.

En uppskattning av priset på förslaget finns i bilaga C.

---

### 8.2.1 Nyttan med förslaget

- Bättre kontroll över var axlar befinner sig, om de har lämnat axelbearbetningen till exempel.
- Att snabbare hitta orsaken till eventuella problem med slipning då man vet exakt vilken slipmaskin det är som har bearbetat vevaxeln. Mätmaskinerna kan visa slipmaskinernas trender vilket kan ha en positiv inverkan på stopptider och kassationer och därmed OPE om kvalitetsproblem upptäcks innan de blir allvarliga. Antalet maskiner är mycket färre än i vevaxelbearbetningen dock så problemet är inte lika allvarligt som där.

### 8.2.2 Nackdelar

- Kostnaden för införandet är ett stort minus då nyttan inte är lika stor som på vevaxelbearbetningen. Detta beror till stor del på att kamaxelbearbetningen är mindre och att spårbarhetsarbetet har kommit längre.

---

## 9 Slutsatser och diskussion

Det finns redan en viss spårbarhet på både vev- och kamaxlar, för att uppnå mer spårbarhet ger de presenterade förslagen en bra grund att arbeta ifrån. Ett spårbarhetssystem ska generellt ge information om *var produkten är, var produkten har varit, vad som har hänt med produkten och vilka andra produkter som detta har hänt med*. Var produkten är eller har varit erhålls i axelbearbetningen samt precis som idag var den ungefär befinner sig i logistikkedjan. Vad som har hänt med den bygger till stor del på att dagbok förs över händelser i produktionen. Görs detta kan andra produkter som berörs av förändringen identifieras med ett par axlars felmarginal.

Målet för examensarbetet har delvis mötts, nyttan har i den mån den har identifierats redovisats. Hur förslaget är tänkt att fungera redovisar indirekt den information som behöver loggas. De tekniska kraven på utrustningen förbises delvis då fokuseringen har legat på hur utrustningen skall användas framför skapandet av kravspecifikationer som skulle ta enormt mycket tid. Kostnadsberäkningen är mycket svår att genomföra då leverantörer och relevant personal bara kan ge vaga uppskattningar om vad inköp och installation kan kosta i de fall de kan ge en prisuppgift. Gamla projekt har därför studerats med hjälp av personerna som var involverade för att identifiera kostnader och tidsplaner. Kompetenskraven på organisationen har inte helt identifierats då tanken med förslaget har varit att det inte skall behöva vara några kompetenskrav för att använda det.

Flera av de uttalade behoven i kapitel 6 är uppfyllda direkt eller indirekt. Några av dem är dock svåra att tillfredsställa. En kod avläses snabbt och ger informationen som den bär, ett datorsystem kan snabbt ge information som är bunden till koden. Att söka rätt på en axel som är monterad i en motor möjliggörs för monteringen och all mätdata knyts till en individ. De behoven som inte är uppfyllda är smidescharge i koden på vevaxlar som ej är med på grund av stora svårigheter i genomförandet. Slipmaskiner töms inte heller på data för att hålla komplexiteten låg. En framtida uppdatering kan dock tänkas integrera de nyare slipmaskinerna. Motviktsdragningen i vevaxelbearbetningen är inte med i förslaget då planer finns på att byta ut den utrustningen. Man kan ha ett framtida spårbarhetssystem i åtanke vid införandet av ny utrustning. Borr- och riktningdata i kamaxelbearbetningen lagras inte för att hålla komplexiteten låg. Vid en framtida uppdatering kan dock önskemålen uppfyllas. Perthometermätningar tas ej då detta är manuellt arbete. Fullt möjligt att manuellt föra in resultaten i ett det tänkta systemet dock. Sist så kan information bindas till en axel men inte i den mån att manuell märkning av axlar kan tas bort helt.

Spårbarhetsförslagen i det här examensarbetet går i linje med vad Scantias produktionsystem, SPS förespråkar. Rätt från mig, kunden först, eliminering av slöseri och ständiga förbättringar är alla påverkade av spårbarhetsarbetet.

---

## 9.1 Rekommendationer

- **Uppdatera märkutrustningen i kamaxelbearbetningen:**

En rekommendation för fortsatt arbete är att först och främst uppdatera märkutrustningen i kamaxelbearbetningen då det kräver en väldigt liten arbetsinsats. Det är redan Datamatrixkoder på kamaxlarna och koderna innehåller redan ett batchnummer från härdningen. Motormonteringen måste ge besked om hur innehållet i koden skall utformas. Förslagsvis Scaniastandard: STD4388 där varje axel får en individmärkning. När detta är gjort kan motormonteringen spara information om vilken axel som monteras i motorerna. Detta är till stor nytta utifall det är något fel på härdningen på kamaxeln.

- **För in koder på vevaxlar:**

Innan man påbörjar arbetet med ett system för spårbarhet i vevaxelbearbetningen så kan man se till att vevaxlarna får Datamatrixkoder. Detta på grund av att motormonteringen då kan monteringsssäkra axlarna. Sedan är det fullt möjligt att använda samma kod för att logga axlarna i ett spårbarhetssystem i axelbearbetningen.

- **För in ett spårbarhetssystem i axelbearbetningen:**

Om man väljer att skapa ett system för spårbarhet i axelbearbetningen så är rekommendationen att man tar inspiration från i den här rapporten föreslagna lösningar. Man bör planlägga den större delen av installationen under semestern för minimal konflikt med befintlig produktion. Mycket arbete kan i förväg ske parallellt utan konflikt med produktionen. Prisuppskattning på utrustning och åtgärder för införandet finns i Bilaga B och C. Uppskattad tidsplan över införandet finns i Bilaga D. Att göra lönsamhetskalkyler är svårt gällande spårbarhet men systemet kan betala sig på en enda incident.

- **Bättre spårbarhet på vevaxlars smide:**

Motormonteringen är angelägen om att slippa skriva upp numret på respektive batch manuellt så det kan vara bra att lägga en eventuell lösning på det problemet i axelbearbetningen istället för i motormonteringen. Det är i axelbearbetningen produktens artikelnummer märks och också där kodmärkning kommer att ske vid ett eventuellt införande av kodmärkning. Smidda batcher bör helst vara med i koden på vevaxeln för att kunna bindas till annan information. Då öppnar man till exempel upp möjligheten med automatisk ”barkhausenmätning” i vevaxelbearbetningen som kamaxelbearbetningen redan har idag.



---

## 9.2 Rapportdiskussion

Förundersökningen är extremt viktigt för resultatet och mycket av rapportens arbete har handlat om det. Vid utvärderingen av behoven har det varit svårt att skilja på önskemål och verkliga behov. Vid ett fortsatt arbete på Scania bör därför behoven ifrågasättas.

Metoden i arbetet var från början tänkt att följa Ulrich och Eppingers konceptgenereringssteg, detta har dock inte skett helt och hållet utan inspiration har snarare hämtats från metoden. Problemet styckades upp i små delar som i vissa fall inte behövde någon större utvärderingsprocess.

Avgränsningarna hade kunnat vara fler, ämnet spårbarhet är inte svårt att förstå sig på men att tillämpa det kräver mycket arbete. Att genomföra mer konkreta och tekniska lösningar än vad som har gjorts kräver mycket mer tid än vad som kan genomföras i ett examensarbete.

Rapporten är skriven i kronologisk ordning vilket har gjort att kunskapen om produktionen, produkterna och spårbarhet har ökat allt eftersom rapporten har skrivits. Detta har betytt att vissa avsnitt har fyllts på med mer information långt senare samt att arbetet stundvis har gått i fel riktning. Under tiden rapporten har skrivits har även en ny Scaniastandard (STD) kring kodmärkning arbetats fram. Detta har gjort att ett av de största problemen kunde hänvisas till standarden.

Idéer till förslagen har skapats med hjälp av leverantörer och personer med aktuell kompetens men dessa har inte verifierat genomförbarheten i de valda förslagen. Då det inte finns något färdigt paket att köpa in så kommer projektet att bli en specialanpassning för Scania i vilket fall.

Fokuseringen har omedvetet legat på vevaxelbearbetningen då det är där de största problemen har funnits samt att det är en mycket större avdelning än kamaxelbearbetningen. Problemlösningen har alltid börjat med problemen hos vevaxelbearbetningen vilket kan påverka utfallet på kamaxelbearbetningens förslag.

---

# 10 Referenser

## 10.1 Litteratur

- [1] A. van Amerongen, D. Barug and M. Lauwaars (2007). Rapid Methods For Food And Feed Quality Determination. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.
- [2] Bartneck, N & Klaas, V & Schoenherr, H (2009). Optimizing Processes with RFID and Auto ID. Publicis Publishing, Erlangen, Germany.
- [3] Cheng, M & Simmons, J. (1994) Traceability in Manufacturing Systems. International Journal of Operations & Production Management, Vol 14, Issue 10.
- [4] Gleißner, H & Möller, K (2011). Case Studies in Logistics. Gabler Verlag, Germany.
- [5] Hiroko, K & Keng T, T & Douglas, C (2010). Barcodes for Mobile Devices. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- [6] ISO/IEC16022 (2006). Information technology - Automatic identification and data capture techniques - Data Matrix bar code symbology specification. Second edition INTERNATIONAL STANDARD, Switzerland
- [7] Kalpakjian S & Schmid S (2006), Manufacturing Engineering and Technology, Pearson Prentice Hall, New Jersey, NJ
- [8] Lee, G (1998). The Auto ID Book. Informatics.
- [9] National Aeronautics and Space Administration (2008). NASA technical handbook: Application of data of data matrix identification symbols to aerospace parts using direct part marking methods/techniques, Washington, DC
- [10] Schuöcker, D (1999). High Power Lasers in Production Engineering. Imperial College Press, World Scientific, London, Singapore.
- [11] Scania internt material, VW besöksrapport (2011-11-29).
- [12] Scania internt material, Novotek besöksrapport.
- [13] SPS Office (2007). Scantias Produktionssystem, utgåva 2. Scania, Sweden.
- [14] Ståhl, Jan-Eric (2009). Industriella Tillverkningsystem del 2, länken mellan teknik och ekonomi. KFS AB, Sverige.

- 
- [15] Spårbarhet, information till livsmedelsföretagare. Livsmedelsverket
- [16] The 2D Data matrix barcode (2005). Computing & Control Engineering Volume 16, Issue 6, p.39.
- [17] Ulrich, T & Eppinger, S (2008). Product Design and Development. McGraw-Hill, New York, NY
- [18] Witaya, J & Porter, J (2006). Artificial Neural Network Approach to Data Matrix Laser Direct Part Marking. Journal of Intelligent Manufacturing, 17, 133–147.

## 10.2 Elektronisk information

- [19] Om Scania. Tillgänglig: <<http://www.scania.se/om-scania>> (2012-04-11)
- [20] Microscan. Tillgänglig: <<http://www.microscan.com/en-us/community/blogs/blogdetails.aspx?BlogID=1443>> (2012-04-11)
- [21] Nationalencyklopedin. Tillgänglig: <<http://www.ne.se>> (2012-04-11)
- [22] Understanding 2D Verification, Comparing Quality Parameters for Data Matrix Symbol Verification, Microscan. Tillgänglig: <<http://files.microscan.com/industrysolutions/2Dverificationwhitepaper.pdf>> (2012-04-11)

## 10.3 Bildreferenser

- [23] SIC Marking. Tillgänglig: <<http://www.sic-marking.com>> (2012-04-11)
- [24] Bartneck, N & Klaas, V & Schoenherr, H (2009). Optimizing Processes with RFID and Auto ID s.76.Publicis Publishing, Erlangen, Germany.
- [25] Scania Image Bank. Tillgänglig: <<http://imagebank.scania.com>> (2012-04-11)
- [26] Scania, internt material.
- [27] QR-kodgenerator. Tillgänglig: <<http://qrcode.kaywa.com>> (2012-04-11)
- [28] Datamatrixgenerator. Tillgänglig: <<http://home.hiwaay.net/~csewell/CreateADMx.shtml>> (2012-04-11)

---

## 10.4 Intervjuer

- [29] Andreas Rosengren, Didrikutvecklare, Scania (2011-12-15)
- [30] Beredare i kamaxelbearbetningen, Volvo PV
- [31] Brett, tekniker för GSA.
- [32] Diskussionsmöte, Scania (2011-12-05)
- [33] Fredrik Thorsell, beredare på Scania (2011-12-05)
- [34] Johan Larsson, motormonteringen, Scania (2011-11-18)
- [35] Jonas Trepp, produktionsledare på Scania (2011-12-05)
- [36] Mikael Franzon, beredare på Scania (2011-12-05)
- [37] Roope, verkstadstekniker, Scania (2011-12-05)
- [38] Rune, hårdningspersonal, Scania (2011-12-19)
- [39] Thomas Johansson, Scania (2011-12-20)
- [40] Volvo Truckcenter, Södertälje (2011-12-05)
- [41] Martin Rosengren, Scania (2011-12-15)
- [42] Mats Boström, Scania (2011-12-15)

---

## Bilaga A: Datamatrixkapacitet

ECC 200 Parametrar						Lagringskapacitet			
Rader x Kolonner	Antal data- block	Data Bytes	ErrorBytes	Procent ECC	Numerisk	Alfa- numerisk*	8-bit ASCII		
10 X 10	1	3	5	62,5	6	3	1		
12 X 12	1	5	7	58,3	10	6	3		
14 X 14	1	8	10	55,6	16	10	6		
16 X 16	1	12	12	50,0	24	16	10		
18 X 18	1	18	14	43,8	36	25	16		
20 X 20	1	22	18	45,0	44	31	20		
22 X 22	1	30	20	40,0	60	43	28		
24 X 24	1	36	24	40,0	72	52	34		
26 X 26	1	44	28	38,9	88	64	42		
32 X 32	4	62	36	36,7	124	91	60		
36 X 36	4	86	42	32,8	172	127	84		
40 X 40	4	114	48	29,6	228	169	112		
44 X 44	4	144	56	28,0	288	214	142		
48 X 48	4	174	68	28,1	348	259	172		
52 X 52	4	204	84	29,2	408	304	202		
64 X 64	16	280	112	28,6	560	418	277		
72 X 72	16	368	144	28,1	736	550	365		
80 X 80	16	456	192	29,6	912	682	453		
88 X 88	16	576	224	28,0	1152	862	573		
96 X 96	16	696	272	28,1	1392	1042	693		
104 X 104	16	816	336	29,2	1632	1222	813		
120 X 120	36	1050	408	28,0	2100	1573	1047		
132 X 132	36	1304	496	27,6	2608	1954	1301		
144 X 144	36	1558	620	28,5	3116	2335	1555		

Tabellen, [5] visar gränser för hur mycket information en kod kan innehålla vid standardförhållanden, fler tecken kan i vissa fall rymmas, [20].

\* Baserad på Text eller C40, andra teckenkodningar kan ge andra värden.

---

## Bilaga B: Uppskattat pris för vevaxel

Införskaffande av Didriksystem.	2.000.000kr
Installation, kabeldragning etc.	N/A
Omprogrammering av 3st GSA portaler + kamera och installation	300.000kr
Omprogrammering av Hommel-robotar + kamera och installation	200.000kr
Omprogrammering av GSA portal vid härdning, nya rörelser.	N/A
Omprogrammering av portal, utgång del 1, nya rörelser.	N/A
Omprogrammering av portal, utgång Satumaa, nya rörelser.	N/A
Inköp och installation av 1st kamera, gamla härdning.	50.000kr
Uppdatering, inköp och installation av 1st kamera, nya härdning	N/A
Inköp och installation av 1st kamera, utgång Satumaa.	50.000kr
Inköp och installation av 1st kameror, utgång del 2.	50.000kr
Uppdatering av Q-das konverterare vid mätmaskiner.	N/A
Inköp av 5st handhållna avläsare, 35k/st	175.000kr
Uppdatering av märkutrustning, inköp av 3st AS9132verifierare	200.000kr
Förberedelse av Qs-stat.	N/A

Uppskattningar gjorda efter samtal med leverantörer och Scania anställda med erfarenhet av liknande projekt, [42].

---

## Bilaga C: Uppskattat pris för kamaxel

Införskaffande av Didriksystem.	2.000.000kr
Installation, kabeldragning etc.	N/A
Omprogrammering av 2st Bleichertportaler, nya rörelser.	N/A
Uppdatering av laser, ändring av kod, Didrik förberedelse	N/A
Inköp och installation av 3st kameror över slipmaskinerna.	150.000kr
Uppdatering av Q-das konverterare vid barkhausen.	N/A
Inköp av minst 2st handhållna avläsare, 35 kr/st.	70.000kr
Förberedelse av Qs-stat.	N/A

Uppskattningar gjorda efter samtal med leverantörer och Scania anställda med erfarenhet av liknande projekt, [42].

## Bilaga D: Uppskattad tidsplan för fullständigt genomförande

Aktivitet	1										2												
	0v	5v	10v	15v	20v	25v	30v	35v	40v	45v	50v	55v	60v	65v	70v	75v	80v	85v	90v	95v	100v	105v	
Beslutsunderlag																							
Offertförfrågan Didrik																							
Utvärdering av Didrikoffert																							
Upphandling																							
Utveckling och installation av Didrik																							
Offertförfrågan övrig installation																							
Utvärdering av offerter																							
Upphandling																							
Uppdatering av märkutrustning																							
Uppdatering av portaler, installation av kameror																							
Installation av kameror																							
Uppdatering av mätmaskinens q-das konverterare																							
Qs-stat förberedelse																							