

Master Thesis

CODEN:LUTMDN/(TMMV-5306)/1-56/2020



**LUND UNIVERSITY**  
Lund Institute of Technology

# **Kvalitetssäkring vid produktion av värmepumpar**

Hans Krönlein

2020

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRIELL PRODUKTION

LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

## Förord

Examensarbetet har genomförts på Lunds Tekniska Högskola vid institutionen Industriell produktion samt vid ett företag som tillverkar värmepumpar.

Jag vill framföra ett stort tack till alla som har bidragit till detta arbete med sin tid och kunskap. Ett särskilt tack till mina handledare, LTH Christina Windmark, företagets representant Peter Svensson och examinator Jan-Eric Ståhl.

Till sist vill jag tacka familj och vänner för allt stöd.

Halmstad 2020-09-28

Hans Krönlein

## Sammanfattning

Arbetets syfte är att ge en fördjupad kunskap om kvalitetssäkring och dess metoder, att skapa ett underlag som kan ligga till grund för eventuella framtida insatser. Arbetets huvudsakliga mål är att om behov konstateras, lägga fram förslag på förbättringsåtgärder på hur kvalitetssäkring skall genomföras för att uppnå önskvärd kvalitet för företaget.

Bakgrunden till uppdraget är att kostnader för kontroller och kvalitetssäkring har ökat, dessutom vill man fånga upp eventuella kvalitetsbrister i ett tidigt stadium för att minska kostnader för till exempel omarbetning och kassationer. Det har även framkommit via intervjuer samt observationer att inrapporteringssystem för kvalitetsbrister är komplicerade och otydliga gällande orsakskoder. Resultatet blir att felet rapporteras som ett "generellt fel" med fri text eller rapporteras inte alls. Detta försvårar ett analytiskt tillvägagångssätt för att identifiera problemområden och grundorsak till problemen. Rapporteringssystemen består av olika komponenter där kassationer, upptäckta kvalitetsbrister ute i produktion samt produktrevision av samtliga delar måste genomgå för att hitta eventuella kvalitetsbrister.

Ur författarens synvinkel så behöver rapporteringssystemen ses över, där vikt bör läggas på att rapportering ger fler detaljer med en koppling till grundorsak och resultat så att viktiga slutsatser kan dras. Författarens rekommendation är att sätta upp helt nya faktor-/orsaksgrupper samt resultatparametrar likt PSM metoden enligt Ståhl (2012). Detta nya kodsysteem skall innefatta alla rapporteringssystem vilket resulterar i ett enhetligt system där jämförelse kan skapas mellan de olika systemen. Enligt författaren är det viktigt att få en fungerade och tillförlitlig bas gällande data för kvalitetsarbete, för att på så sätt kunna fatta rätt beslut baserat på korrekt data och fortsatt ständigt arbeta med utveckling. Vidare är även utbildning och introducering av kvalitetsbegrepp i alla steg och avdelningar inom företaget en viktig del av förändringsarbetet. Utbildning om kvalitetsarbete och dess frågor bör således vara obligatorisk för alla inom företaget.

Sammanfattningsvis, vägen till ett nytt system kommer ta tid, av yttersta vikt är att alla berörda avdelningar och dess personal inkluderas i både arbetet med kodbas, interface samt standardisering av rapporter. Förslagen bygger på teorierna från Systematisk Produktionsanalys och Total Quality Management.

**Nyckelord:** Kvalitetssäkring, Systematisk Produktionsanalys, Total Quality Management

## Abstract

The purpose of the thesis is to provide in-depth knowledge of quality assurance and its methods, to create a basis that can form a stable groundwork for any future efforts. The main purpose of the thesis shall result in possible proposals for improvement measures on how quality assurance is to be implemented to achieve the desired quality. The assignment was to analyse and find alternative solutions for quality assurance at the company. The background of the assignment is that costs for inspections and quality assurance have increased. It has emerged through interviews with employees and observations that reporting systems for quality deficiencies are complicated and unclear. This results in errors being reported as a “general error” with free text or not being reported at all. This complicates an analytical approach to identify problem areas and finding out the root cause of the problems. The reporting systems consist of various components, including scrapping, discovered quality deficiencies in production and product audits, which consist of a finished product being reviewed in search of any quality deficiencies.

In the author's opinion, the reporting systems need to be reviewed, it is important that reporting provides more details with a connection to the root cause and results so that deeper conclusions can be drawn. The author's recommendation is to set up a completely new factor/cause groups as well as result parameters similar to the PSM method according to Ståhl (2012). This new coding system will include all reporting systems, which results in a unified system where comparison can be created between the different systems. Instead of increasing the number of inspectors, the goals should be achieved by other means such as; development work where design is maintained with quality in mind, production improvement where the products are manufactured right from the start and improvement is achieved, to increase competence, i.e. that the concept of quality is introduced throughout the company. Furthermore, in the author's opinion, it is important to have a functioning and reliable base regarding data for quality work to be able to make the right decision based on correct data and continue to constantly work with development. Training and introduction of quality concepts in all stages and departments within the company is also an important part of the change challenge. Furthermore, education on quality work and its issues should be mandatory within the company. In summary, the path to a new system will take time, of utmost importance is that all relevant departments and their staff are included in both the work with codebase, interface, and standardisation of reports. The proposal is based on the theory of Systematic Productions Analysis and Total Quality Management.

**Keywords:** Systematic Productions Analysis, Total Quality Management, Quality assurance

# Innehållsförteckning

<b>Förord</b> .....	<b>i</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>ii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Ordlista</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Företagspresentation.....	1
1.1.1 Värmepump.....	1
1.2 Bakgrund.....	2
1.3 Syfte .....	2
1.4 Avgränsningar.....	2
1.5 Mål.....	2
1.5.1 Målgrupp.....	2
1.6 Disposition .....	3
1.6.1 Indelning.....	3
1.6.2 Teori .....	3
1.6.3 Metod.....	3
1.6.4 Resultat .....	3
1.6.5 Diskussion och slutsats.....	3
<b>2 Teori</b> .....	<b>4</b>
2.1 Produktionslayout.....	4
2.2 Lean Production .....	5
2.2.1 Slöseri .....	5
2.2.2 Just-In-Time, JIT .....	5
2.2.3 Visualiseringssystem .....	5
2.2.4 Five whys .....	6
2.2.5 Total Productive Maintenance .....	6
2.2.6 Total Quality Control .....	6
2.2.7 Total Quality Management .....	6
2.2.8 OFD (Quality Function Deployment) .....	8
2.3 Systematisk Produktionsanalys.....	8
2.3.1 Produktionssäkerhet .....	8
2.3.2 Produktionssäkerhetsmatris .....	8
2.3.3 Faktorgrupper .....	9
2.3.4 Resultatparameterar .....	10
2.3.5 Nyckeltal utifrån PSM data.....	11
2.3.6 Datainsamling.....	11
2.4 Ackord.....	12
2.5 Intervjuer.....	13
2.5.1 Öppet riktad intervju.....	13
2.5.2 Halvstrukturerad intervju.....	13
2.5.3 Strukturerad intervju.....	13

<b>3</b>	<b>Metod</b> .....	<b>14</b>
3.1	Litteraturstudie.....	14
3.2	Fallstudie.....	14
3.2.1	Nulägesanalys.....	14
3.2.2	Datainsamling.....	15
3.2.3	Kartläggning.....	17
3.3	Framtida scenario.....	17
3.4	Källkritik.....	17
<b>4</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>18</b>
4.1	Nuläge.....	18
4.1.1	Rapporteringssystem och intern uppföljning.....	19
4.1.2	Hårdvara och mjukvara.....	24
4.2	Kvalitetskontroller.....	25
4.2.2	Kvalitetsarbete och dess organisation.....	26
4.2.3	Utvecklingsprojekt.....	27
4.3	Referensdata.....	28
4.3.1	Återkommande problem.....	28
4.3.2	Otydliga arbetsinstruktioner.....	28
4.3.3	Kassationsinstruktioner.....	28
4.3.4	Personalomsättning.....	29
4.3.5	Nyckelord.....	30
4.3.6	Provningsfel.....	31
4.3.7	Produktrevision.....	33
4.3.8	Kassationer och dess kostnader.....	34
<b>5</b>	<b>Diskussion och Slutsats</b> .....	<b>36</b>
5.1	Utmaningar i examensarbete.....	36
5.2	Förslag.....	37
5.2.1	Modifierad PSM.....	37
5.2.2	Utbildning om kvalitetsarbetet för tjänstemän och operatörer.....	38
5.2.3	Rapportering och rapporteringssystem.....	38
5.2.4	Vidareutveckling av kvalitetskontroller.....	41
5.2.5	Uppföljning och hantering av data.....	41
5.3	Data och kvalitet på inhämtade data.....	42
5.4	Rekommendationer.....	43
	<b>Litteraturförteckning</b> .....	<b>44</b>
	<b>Appendix A, VBA kod ifrån Microsoft Excel</b> .....	<b>45</b>
	<b>Appendix B, Formler för nyckelordsökning</b> .....	<b>47</b>
	<b>Appendix C, Nyckelord</b> .....	<b>48</b>
	<b>Appendix D, Kodning kassationer utifrån orsak och rapporterade avdelning</b> .....	<b>50</b>
	<b>Appendix E, Sortering för produktionsgrupp</b> .....	<b>54</b>
	<b>Appendix F, Sortering Anställningsgrupper</b> .....	<b>55</b>

## Ordlista

TPM, Total Productive Maintenance

TQM, Total Quality Management

TPU, Total Produktiv Underhåll

TQC, Total Quality Control

COQ, Cost Of Quality ett begrepp inom TQM. Översatt till svensk, kostnad för kvalité

SPA, systematisk produktionsanalys

PSM, Produktionssäkerhet som är ett verktyg inom SPA.

Q, Kvalitetsparameter kopplat till avsnittet SPA och PSM.

S, Stilleståndsparameter kopplat till avsnittet SPA och PSM.

T, Takt och produktivtetsparameter kopplat till avsnittet SPA och PSM.

MK, Miljö och kretsloppsparameter kopplat till avsnittet SPA och PSM.

$q_Q$ , Kassationsandel

$q_S$ , Stilleståndsandel

$q_P$ , Taktförlustsandel

Provningsfel, är ett begrepp som används inom företaget för kvalitetsbrister som upptäckts i produktionen där operatörer, kontrollanter, arbetsledare m.m. rapporterar dessa kvalitetsbrister.

PPL, Praktiskt Problem Lösning

# 1 Inledning

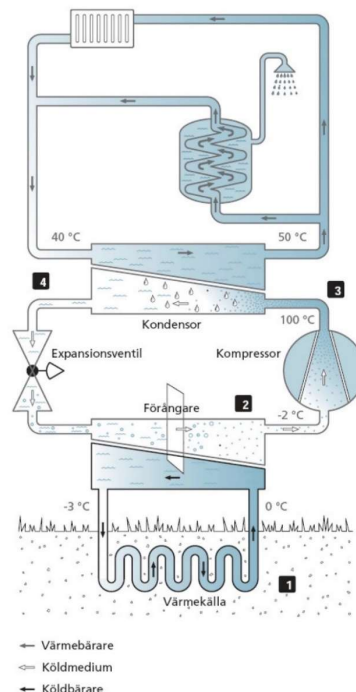
## 1.1 Företagspresentation

På grund av sekretess nämns företaget inte vid namn i rapporten. Examensarbetet utfördes inom affärsområdet som producerar bland annat värmepumpar.

### 1.1.1 Värmepump

En värmepump är en maskin där elektrisk energi tillförs för att utvinna värme från en värmekälla som tex. solenergi som är lagrad i mark, luft eller frånluft. Värmen som generas används till att värma hus eller tappvarmvatten (Cengel & Boles, 2011).

Mer i detalj så överförs värme från ett lågt temperatursmedium till ett högt temperatursmedium, principen är densamma som ett kylskåp. Själva värmepumpsdelen består utav kompressor, kondensor, expansion ventil samt förångare. Först passerar köldmediet förbi förångaren där mediet har en låg temperatur och tryck. När mediet sen värms upp av en värmekälla, se punkt ett i (figur 2) till exempel uteluft eller marktemperaturen övergår det till gasform, se punkt två i (figur 2). Vidare till punkt tre i (figur 2) där en kompressor höjer trycket, således stiger temperaturen ytterligare vilket resulterar i att kokpunkten för köldmediet blir högre. Köldmediet passerar kondensor, där kondenseras mediet och återgår till flytande form samt avger värme. Slutligen sänks trycket med en expansionsventil och då sjunker kokpunkten samt dess temperatur (Cengel & Boles, 2011).



Figur 1, Värmepumpsprincip, Källa: Företaget.



## 1.2 Bakgrund

Företaget har som målsättning är att leverera felfria produkter ut till kund. Företaget har olika avdelningar där avdelningen Kvalitet & Miljö utför uppföljning samt driver på kvalitetsarbete med mera. För att säkerställa produktens kvalitet finns det olika kontrollstationer vid monteringen av värmepumpar, dessa är utspridda i varje led.

En behovsanalys genomförs då det framförts ett behov av att få ett helhetsperspektiv samt en ökad detaljerad vy över kvalitetssäkringen. Målet är att om behov konstateras, lägga fram förslag på förbättringsåtgärder med önskemål från beställaren att förslagen enkelt ska kunna skalas upp.

## 1.3 Syfte

Examensarbetets syfte är att ge en fördjupad kunskap om kvalitetssäkring och dess metoder och att ta fram ett underlag som kan ligga till grund för eventuella framtida insatser. Målet är att det ska mynna ut i eventuella förslag till förbättringsåtgärder på hur kvalitetssäkring skall genomföras för att uppnå önskvärd kvalitet. Inom kvalitetssäkring vill man försöka fånga upp eventuella kvalitetsbrister i ett tidigt stadium för att minska kostnader för till exempel omarbetning och kassationer. Omarbetning är både tidskrävande samt kan resultera i skenande kostnader. För att kunna analysera dessa ämnen vidrörs känslig information som kan vara olämplig för publicering. Med hänsyn till känslighet i data kommer arbetet sekretessbelägga känslig och hemlig information i dokumentet. Vidare kommer publikationsvänligt och intressanta resultat publiceras i rapporten för examensarbetet.

## 1.4 Avgränsningar

Detta arbete avgränsades till montering av värmepumpar. Alla detaljer som uppkommer vid montering faller inom kategorin "inköpt material", även det som görs internt inom företaget. Fokus har riktats till processer inom fabriken, specifikt operationer av "manuell" karaktär, då det är vid detta moment flest fel uppstår.

## 1.5 Mål

Examensarbetes ämnade utfall för de olika målgrupperna är beskrivna i följande avsnitt 1.5.1.

### 1.5.1 Målgrupp

Arbetet har tre huvudsakliga målgrupper, dessa är företaget i sin helhet, anställda vid företaget samt Lunds universitet. Sekundära målgrupper är andra företag och anställda som arbetar med kvalitetsfrågor.

Utifrån företagets perspektiv så inriktar sig arbetet främst gentemot produktion som omfattar följande avdelningar: produktion, produktionsteknik samt kvalitet & miljö. Tanken är att arbetet ska skapa ett underlag som kan ligga till grund för eventuella framtida insatser och förslag för förbättringar inom produktion och kvalitet.

Ur universitetets perspektiv riktas arbetet till institutionen för industriell produktion. Arbetet syftar på att bidra till utveckling inom området och möjligen även ligga till grund för framtida arbeten.

Som tidigare nämnt vänder sig rapporten huvudsakligen mot produktion vilket gör att viss förkunskap inom produktion underlättar förståelsen för läsaren. Dessa är grundförståelse inom produktion och kvalitet. Ord som är främmande för läsaren kan troligtvis hittas i ordlistan ovan för att ge en kortare förklaring samt beskrivning och således ge en bredare förståelse.

## 1.6 Disposition

I detta avsnitt ges en beskrivning av rapportens uppbyggnad.

### 1.6.1 Indelning

I avsnittet behandlas introduktion av företaget samt examensarbete och dess frågeställning. Indelning består av följande avsnitt; företagspresentation, bakgrund, syfte, mål, avgränsningar samt rapportens disposition.

### 1.6.2 Teori

Avsnittet teori beskriver teori som har legat till grund och används i examensarbetet. Mening är att ha med teori som kan appliceras på arbetets frågeställning och ge stöd till slutsatserna.

I avsnittet metod beskrivs vilka metoder som kommer användas och på vilket sätt. Detta i anknytning till presenterad teori i föregående avsnitt.

### 1.6.3 Metod

Under detta avsnitt presenteras metoder som skall användas. Metoderna bygger på teorierna som finns beskrivna i teoriavsnittet.

### 1.6.4 Resultat

Under detta avsnitt kommer resultat av nulägesanalysen samt framtidsscenario enligt avsnittet metod presenteras.

### 1.6.5 Diskussion och slutsats

Till sist kommer resultatet diskuteras, där avsnitt i fråga kommer ifrågasättas och utvärderas. Här redogörs även förslag till förbättringsområden samt vägar framåt.

## 2 Teori

I detta avsnitt behandlas och beskrivs teori som ligger till grund för examensarbetet. Detta inkluderar följande ämnen, Produktionslayout, Systematisk Produktionsanalys samt Lean Production.

### 2.1 Produktionslayout

Tillverkning kan delas in i olika layouttyper, uppdelningen kan till exempel ta hänsyn till vilka parametrar samt vilken typ av layout som produktionsflödet är organiserat efter. Nedan nämns typexempel på dessa layouttyper som tar hänsyn till nämnda parametrar:

- Produktorienterad layout är en layout som ofta är kopplat till en svårflyttad produkt, vilket resulterar i att bearbetning, montering med mera görs på en och samma plats. Denna typ av layout är ofta kopplad till en styck- eller kortserieproduktion med långa produktionstider. Exempel på produkter där produktorienterad layout är vedertagen är flygplan, hus, fartyg med mera (Ståhl, 2012).
- Funktionellt orienterad layout, i denna layout anpassas maskiner och processer utifrån bearbetningsmetod. Funktionellt orienterad layout lämpar sig vid ett stort och brett produktsortiment, då fokus läggs på metod istället för operationssteg. Det resulterar i att flödet kan varieras från produkt till produkt. Då denna layout ställer höga krav på att logistiken är välplanerad och fungerande är det av yttersta vikt att rätt produkter är på plats vid rätt station vid rätt tillfälle (Ståhl, 2012).
- Flödesorienterad layout är motsatsen till en funktionellt orienterad layout, här prioriteras flödet samt operationssteg. Vid en flödesorienterad layout optimeras genomflödet för en viss produkt och transporter minimeras mellan operationsstegen. Denna layout kan ge en högre produktionstakt än både produktionsorienterad samt funktionellt orienterad layout, dock ställer layouten högre krav på fasta installationer och lämpar sig bäst för större batcher samt masstillverkning (Ståhl, 2012).

## 2.2 Lean Production

Lean är en filosofi som utvecklades av Toyota Motor Company i början på 1930-talet, det är ett resultat av en rad olika förutsättningar. Det fanns t.ex. inga gästarbetare och de japanska arbetarna som jobbade för Toyota Motor Company accepterade inte arbetsförhållanden inom det tayloristiska arbetssättet. Således resulterade detta i en vidareutveckling av arbetssättet för att skapa en flexibel och effektivare produktion. Grundsytet med Lean Production är att eliminera slöseri av olika former, för att uppnå detta finns det en rad olika produktionstekniska verktyg. Dessa verktyg har utvecklats för att systematisera och underlätta för elimineringen av olika typer av slöseri/ svinn. Målet med filosofin är att få en resurssnål och effektiv tillverkning (Ståhl, 2012).

### 2.2.1 Slöseri

Slöseri är en av grundparametrarna inom filosofin Lean Production. Slöseri kan beskrivas som en aktivitet där inget värde tillförs. Lean Production kan översättas till resurssnål produktion och går ut på att avlägsna all typ av slöseri som kan elimineras. Inom Lean redogörs för sju olika typer av slöseri (Narusawa & Shook, 2009):

1. Överproduktion
2. Väntan
3. Transport
4. Överarbete
5. Lager
6. Rörelse
7. Omarbetning

### 2.2.2 Just-In-Time, JIT

JIT är en filosofi där saker är på rätt plats vid rätt tillfälle, d.v.s. inget mellanlager eller onödiga buffertar. Effekterna av JIT-filosofin är reducering av kostnaderna för mellanlager, minska ledtider i processen och synliggöra eventuella problem samt störningar som beskrivs mer detaljerat i 2.2.3. Grundparametrarna i Just In Time är kontinuerligt flöde, takt tid samt pull-system. Den första hörnstenen "kontinuerligt flöde" innebär att produkter produceras för att möta takttiden och transporteras genom produktionsflödet utan att det uppstår någon form av slöseri. Den andra hörnstenen "takttiden" kan definieras som tiden för att producera en produkt för att möta efterfrågan. Sista hörnstenen, "pull-system", kan beskrivas som att efterfrågan drar en produkt igenom produktionssystemet. Detta genom att en station lägger en order hos föregående station om en produkt. Detta resulterar i ett dragande system (Narusawa & Shook, 2009).

### 2.2.3 Visualiseringssystem

Enligt Ståhl (2012) är syftet med att ha ett visualiseringssystem att störningar och problem skall synliggöras och lyftas fram. Detta är för att motverka att små problem och störningar inte blir uppdagade och hörsammade för alla involverade personer. Risken är att orsaker till problem och störningar inte blir åtgärdade och således resulterar i slöseri. Det finns olika sätt att visualisera problem och störningar. Exempel på detta är genom att ha små lager och tillämpa JIT koncept. Detta då stora lager, mellanlager och buffertar kan mörklägga eventuella problem. JIT synliggör samt förtydligar om något inte fungerar som det ska. Ett annat exempel på visualisering är uppföljning av produktionen som synliggörs på tavlor eller digitala skärmar.

Det sistnämnda är något som sammankopplat till arbetet inom TPM som beskrivs nedan (Ståhl, 2012).

#### 2.2.4 Five whys

Enligt Ohno (1988) är "Five whys" ett verktyg som kan användas som ett komplement för att ta fram faktorer i en Systematisk Produktionsanalys. Syftet för verktyget är att komma fram till rotorsaken till störning i produktionen. Ställs frågan "varför" en gång så finns risken att svaret inte är rotorsaken till grundproblemet. Fem "varför" är en tumregel för att nå själva grundorsaken, tanken är att ställa frågan "varför" tills grundorsaken är identifierad. Metoden utvecklades av Sakichi Toyoda på 1930-talet och implementeras senare av Taiichi Ohno som var arkitekt för Toyota Produktion System (Ohno, 1988).

#### 2.2.5 Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance, direktöversatt till "Totalt Produktivt Underhåll" är ett koncept som har utvecklats i ett av bolagen inom Toyota gruppen vid namn Nippondenso. Utvecklingen skedde mellan år 1969–1971 där målet var att uppnå en störningsfri process till en låg kostnad, detta genom ett systematiskt arbetssätt där medarbetares engagemang gav resultat. Högre effektivitet och produktivitet kan nås enligt Ståhl (2012) genom fortlöpande arbete för att minska svinn som kan kopplas till tre störningsfaktorer som presenteras i avsnitt 2.3 d.v.s. kassationer, stillestånd, taktförlust (Ståhl, 2012).

#### 2.2.6 Total Quality Control

Total Quality Control, förkortat TQC är ett koncept där hela företaget är inkopplat och har en förståelse för kvalitetsarbetet och dess kontroller. Detta infördes av en amerikan år 1957, senare vidareutvecklades konceptet av japaner under namnet CWQC som står för Company Wide Quality Control. Den huvudsakliga förändring bestod av att omfördela ansvaret för kvalitén och dess förbättringsarbete från kvalitetsexperter till de som faktiskt är berörda av kvalitétarbetet, t.ex. personal i monteringslinje (Ståhl, 2012).

#### 2.2.7 Total Quality Management

Konceptet Total Quality Management är en förbättring av TQC, detta då TQC aldrig fått ett riktigt genomslag och ofta misstolkades av ledningen i företag enligt Dahlgaard, Khanji och Kristensen (2005). Definitionen av TQC misstolkades till att kvalitetsarbetet endast skulle hanteras och utföras av kvalitetsavdelningar. Målet med TQM är att introducera begreppen ledning och styrning in i definitionen för att på så sätt undvika missförstånd (Dahlgaard, et al., 2005).

Inom TQM finns det enligt Dahlgaard et al (2005) fem grundprinciper:

1. Engagemang från ledning.
2. Fokus på kund samt medarbetarkrav och förväntningar såväl internt som externt.
3. Fokus på fakta.
4. Kontinuerligt förbättringsarbete.
5. Hela företags deltagande.

En viktig del i TQM är fokus på fakta, "The quality process starts with measurements" (Dahlgaard, et al., 2005, p. 26) innebär att kvalitetsprocessen startar med mätning där

utgångspunkten behöver härledas innan förbättringsarbetet kan påbörjas inom området kvalitet. Det innebär att arbetet bygger på systematik och blir inte baserat på gissningar (Dahlgaard, et al., 2005).

Information som behövs för att påbörja en härledning inom TQM är bland annat punkterna nedan. Dessa punkter kan enligt Dahlgaard et al (2005) delas in i tre huvudgrupper:

- Kundens nöjdhet (i så kallat CSI = Customer Satisfaction Index).
- Anställdas nöjdhet (i så kallat ESI = Employee Satisfaction Index).
- Övriga kvalitetsmått för företaget. Dessa kallas ofta kvalitetskontrollpunkter och kvalitetsstation.

Kvalitetskontrollpunkter enligt Dahlgaard et al (2005) mäter en given process utfall medan en kvalitetsstation beskriver själva statusen för processen.

Kvalitetskostnad är traditionellt uppdelat i följande kostnader:

- Förebyggande kostnader.
- Inspektion och kontrollkostnader.
- Intern kassation.
- Extern kassation.

Inom TQM skildras en total kvalitetskostnad som är skillnaden mellan ett perfekt företag utan några fel och verkligheten med fel så som kassationer, omarbetningar och andra kvalitetskostnader (Dahlgaard, et al., 2005).

#### *2.2.7.1 Cost Of Quality*

Koncept Cost Of Quality eller kostnad för kvalitet på svenska, växte fram på 1950-talet. Enligt Kiran (2017) var den traditionella synen på kvalitetkostnad att högre kvalitet krävde högre kostnader i form av fler anställda, bättre maskiner samt fler kontroller. När en organisation möter en ökning av antal fel så löses det ofta genom att införa fler inspektörer och inspektioner. (Kiran, 2017). Numera finns insikten om att kvalitet kan höjas utan en ökad kostnad genom att sträva mot felfri tillverkning.



Figur 2, Schema över kostnader för kvalitén, baserat på (Kiran, 2017, p. 101) och översatt av författaren.

### 2.2.8 OFD (Quality Function Deployment)

Detta är ett verktyg som hjälper att implementera kvalitetsfrågor redan i starten på produktutvecklingen för att senare möjliggöra en högre produktivitet utan att försaka kvalitén när produkten väl går i produktion. För att uppnå detta skall kundens förväntningar och krav resultera i tekniska specifikationer så att den färdiga produkten uppfyller den förväntade standarden. Ju mer detaljerade och noggranna specifikationer som sätts i från start desto lättare är det att upptäcka eventuella problem och fel i ett tidigt stadium, detta bör således leda till stora besparingar i längden (Ståhl, 2012).

## 2.3 Systematisk Produktionsanalys

### 2.3.1 Produktionssäkerhet

Produktionssäkerhet är en del av SPA eller även Systematisk Produktionsanalys enligt Ståhl (2012). Grundtanken är att ge underlag och utgöra grunden för utveckling, investering och förändringar av produktionen. Ett verktyg inom SPA är den så kallade produktionssäkerhetsmatrisen, detta verktyg skall länka ihop styrande faktorer med utfall som oftast är kassationer, stillestånd samt produktionstaktförluster (Ståhl, 2012).

### 2.3.2 Produktionssäkerhetsmatris

Produktsäkerhetsmatris eller även förkortat PSM är ett verktyg inom systematisk produktionsanalys enligt Ståhl (2012). Syftet är att systematisera genom att kategorisera och gruppera för att tydliggöra och utgöra underlag för beräkningar av kassationer, taktförlust och stillestånd. Matrisen är uppbyggd av faktorgrupper d.v.s. orsak- och resultatparametrar (resultatet av orsaken) inom kvalitén, stillestånd, produktionstakt och miljö (Ståhl, 2012).

Matrisen är generell och utgör en grund som kan byggas vidare på och kan anpassas beroende på företag och bransch. Detta innebär att verktyget kan appliceras på ett brett spektrum av olika typer av tillverkningsmetoder och system. Tanken är att PSM inte enbart ska gälla för en specifik process utan ska täcka hela produktionsflödet. Utifrån utformning enligt Ståhl (2012) är exemplen riktade mot skärande bearbetning av metall, gjutning, pressformning med mera.

Matrisen kan användas för att få fram kassationsandel  $q_0$ , stilleståndsandel  $q_s$ , taktförslutsandel  $q_p$ . Dessa beskrivs mer ingående nedan under Nyckeltal utifrån PSM data.

Figuren nedan beskriver hur sammanställning och uppsättningen kan se ut enligt Ståhl (2012).

Faktorgrupp	Resultatparameterar				Summa faktorer
	Kvalité, Q	Stillestånd, S	Produktionstakt, P	Miljö och kretslopp, MK	
A: Verktyg					
B: Material					
C: Process					
D: Personal och org					
E: Slitage och underhåll					
F: Speciella faktorer					
G: Kringutrustning					
H: Okända faktorer					
<b>Summa resultat</b>					

Figur 3, PSM enligt Jan-Eric Ståhl (2012).

### 2.3.3 Faktorgrupper

Under detta avsnitt beskrivs faktorgrupperna för produktsäkerhetsmatrisen enligt Ståhl (2012). Faktorerna förklarande nedan är som tidigare nämnt huvudsakligen riktade mot metallbearbetning.

Grupperna kan delas in enligt:

- A. Verktyg: resultat som kan relateras till egenskaper av verktyget, som exempel vid metallbearbetning, repor, smuts, flisor med mera.
- B. Arbetsmaterial: detta är utfall som kan knytas till materials egenskaper som till exempel ämnets sammansättning, geometri och ytskikt.
- C. Process: omfattar processer där förädling sker. Faktorer som ingår i denna grupp är sådant som kan kopplas direkt till själva processen till exempel utrustningsrelaterat som processdata (temperaturer, kraft och hastighet), verktygsbyten och omställningar.
- D. Personal och organisation: resultat som kopplas till mänskliga faktorn som till exempel handhavandefel, avsaknad av personal, rast, möten med mera.
- E. Slitage och underhåll: händelser kopplat till planerat (förebyggande) eller oplanerat underhåll (till exempel maskinhaveri) och underhållet kan också delas upp verktygsunderhåll eller maskin-/processunderhåll.
- F. Speciella processbeteenden: faktorer/händelser som unika för en specifik process. Exempel på detta är vid skärandebearbetning så kan en lösegg uppstå. Detta är specifikt för denna process, därför läggs det under grupp F istället för grupp C.
- G. Kringutrustning: detta kan innefatta utrustning som är sekundär till själva förädlingsprocessen som till exempel transport och hantering av material till huvudprocessen.



- H. Oidentifierade faktorerers inverkan: denna faktorgrupp är till för att registrera händelser eller uppträdanden som inte går att härleda till specifik faktorgrupp. Då används denna grupp för inte påverka resultat från de andra grupperna.

Faktorgrupper A till D är direkt kopplade till produktion och ses som indata i produktionssystemet. Faktorgrupperna E samt F är en följd av den löpande produktionen (Ståhl, 2012).

#### 2.3.4 Resultatparametrar

Till de olika faktorgrupperna finns det olika resultatparametrar som kvalitet (Q), stillestånd (S), produktivitet (P). Dessa parametrar kan beskriva utfallet ifrån produktionssystem. I huvudsak består resultatparametrar av Q, S och P men då miljöfrågorna har fått allt större betydelse med åren så har en fjärde parameter introducerats som benämns miljö och kretslopp (MK) (Ståhl, 2012).

##### 2.3.4.1 Kvalitet, Q

Detta är först och främst en kassationsparameter som beskriver förlust beroende av kvalitet. Exempelvis omarbetning räknas som en taktförlust även om detta är beroende av ett kvalitetsproblem (Ståhl, 2012).

##### 2.3.4.2 Stillestånd, S

Stillestånd är en parameter där resultatet är ett produktionsstopp på grund av en störning. Normalt delas denna resultatparameter in i två undergrupper, planerat eller oplanerat stillestånd. Med denna specificerade indelning kan det härledas vilka effekter de ger. Speciellt intressant är oplanerade stillestånd då det ger störst negativ effekt. Något som även kan vara intressant är att dela upp extern och intern störning. Då extern störning kan vara till exempel strömavbrott eller något dylikt som kan vara svårt att påverka, medan ett internt fel är något som är lättare påverka och åtgärda (Ståhl, 2012).

##### 2.3.4.3 Produktivitet, P

Denna faktorgrupp kan även benämnas taktförlustparameter där resultat av lägre produktionshastighet än normal takt belyses. Produktionshastighet beskrivs normalt av antal per tidsenhet eller tvärtom tidsenhet per detalj. Ett möjligt sätt att dela in parametrar inom gruppen är att gå efter  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  eller  $\frac{3}{4}$  av normaltakt, då detta relateras till en "normaltid" som kan ändras med tiden och förändringar i processen. Detta medför att jämförelse över tid kan bli svårt då normaltiden kan ha förändrats (Ståhl, 2012).

##### 2.3.4.4 Miljö och Kretslopp, MK

Inom Miljö och Kretslopp kan vara svårt att definiera resultatparameter som går att mäta i produktionsavsnittet. Exempel på potentiella parametrar är energiförbrukning, vattenförbrukning, spill/avfall mätt i vikt med mera. Denna del är huvudsakligen kopplad till företagets miljöarbete och kostnader för media, råvaror med mera (Ståhl, 2012).

### 2.3.5 Nyckeltal utifrån PSM data

Nedan presenteras olika tal som kan beräknas ur data som utvinns av PSM. Detta kan senare kopplas till effektivitetsnyckeltal som OEE. Dessa andelar är en central del av kostnadsmodellen enligt Ståhl (2012).

#### 2.3.5.1 Kassationsandel

Kassationsandel betecknas  $q_Q$  och representerar den andel av antal tillverkade enheter som kasseras. Detta kan uttryckas enligt

$$q_Q = \frac{N_Q}{N} = \frac{N - N_0}{N}, \text{ där } N_Q \text{ är antal felaktiga detaljer och } N_0 \text{ är antal man vill få ut (Ståhl, 2012).}$$

#### 2.3.5.2 Stilleståndsandel

Stilleståndsandel benämns  $q_s$  och representerar hur mycket av den planerade tiden som utgörs av stillestånd. Detta kan beräknas enligt uttryck nedan där  $t_s$  medelstilleståndstid per tillverkad enhet och  $t_p$  tidsåtgång för tillverkning av enhet (Ståhl, 2012).

$$q_s = \frac{t_s}{t_p} = \frac{t_p - t_0}{t_p}$$

#### 2.3.5.3 Taktförlustsandel

Taktförlusten är förlusten av den normala takt som sker i processen. Detta betecknas som  $q_p$  där  $t_{0v}$  är verklig cykeltid per detalj och  $t_0$  i detta fall är den normala cykeltiden (Ståhl, 2012).

$$q_p = \frac{t_{0v} - t_0}{t_{0v}} = 1 - \frac{t_0}{t_{0v}}$$

### 2.3.6 Datainsamling

Verktiget PSM är beroende av pålitlig och betydande mängd data från produktion. I systematisk produktionsanalys utgör insamlade data grunden. Ståhl (2012) har nedan beskrivit vanliga problemområden av insamlings och uppföljningssystem.

- Dålig informationsupplösning  
Felkoder är vagt formulerade samt består ofta av ett mindre antal koder som ger lite information om den verkliga orsaken till felet. Detta gör det svårt att identifiera grundorsaken.
- Bristfällig användning av insamlad information  
Detta innebär att insamlad data inte används på bästa sätt. Arbetet med informationshantering är ineffektiv och tidsbrist hos personal gör att systemet inte används fullt ut. Detta resulterar i att till exempel operatören inte känner att det är meningsfullt att rapportera för att data inte används.
- Systemen har låg flexibilitet  
Möjligheten för den rapporterade att fritt beskriva och återberätta själva problemet är oftast begränsad. Detta för att upprätthålla en struktur i systemet och för att undvika att kvaliteten på inkommen data sjunker. Rekommenderat är att man underhåller systemet med att lägga till felkoder för att minska behovet av fritextbeskrivning.

- Dålig anpassning till aktuell applikation  
Systemen ger en dålig representation på hur processen fungerar i verkligheten. Detta kan bero på felaktigt uppbygga system där systemuppsättaren har dålig förståelse om processen, att systemet har byggts upp under lång tid med många olika personer inblandande och att förutsättningarna har förändrats.
- Bristande sambandsidentifiering  
Systemen har ingen möjlighet att koppla orsak till utfall, detta gör att viktig information om problemen riskerar att gå förlorade.

#### 2.4 Ackord

Ackord är en löneform där lönen baseras på utfört arbete som till exempel antal enheter och hur lång tid det tar att utföra, vilket jämförs med normalt看 eller standardtakt (Ståhl, 2012).

## 2.5 Intervjuer

Intervjuer kan användas för att samla in data till examensarbete. Intervjuerna kan vara informella eller formella beroende hur man skall använda resultatet från intervjun. Nedan beskrivs tre olika typer av intervjuer: öppet riktad intervju, halvstrukturerad och strukturerad. Fördelen med datainsamlingsmetoden är att intervjuaren har större kontroll över insamlandet av data, där fördjupningar kan göras om behovet uppstår enligt intervjuaren (Höst, et al., 2006).

Svårigheten med att samla in data med hjälp av en intervju kan vara att intervjuaren skall försöka bibehålla ett öppet sinne och inte låta eventuella förutfattade meningar påverka själva intervjun. Dataresultaten kan riskera att bli kontaminerade och således sakna brist på tillförlitlighet avseende intervjuens objektivitet (Höst, et al., 2006).

### 2.5.1 Öppet riktad intervju

En öppen riktad intervju även kallad ostrukturerad intervju är en typ av intervju där det inte förbereds frågor, den är således av informell karaktär. Intervjun styrs av mottagna svar från den intervjuade personen. En informell karaktär kan ge bristfällig struktur samt försvårar analysen av inhämtade data, då risken finns att eventuella jämförelser vid multipla intervjuer saknar stadga. Med andra ord ger denna typ av intervju en svårighet att jämföra svaren rakt av (Höst, et al., 2006).

### 2.5.2 Halvstrukturerad intervju

I en halvstrukturerad intervju blandas öppet riktade frågor med fast satta frågor. Denna typ av intervju är mer formell i sin karaktär. Syftet grundas i att öppna upp för informella frågor om intervjuaren känner ett behov att utveckla och fördjupa sig i den intervjuades svar. Dessa öppna frågor är inte bundna att ställas vid varje intervju (Höst, et al., 2006).

### 2.5.3 Strukturerad intervju

En strukturerad intervju består av ett set av förbestämda frågor. Denna typ av intervju är till sin karaktär formell. Frågor ställs i en viss ordning och kan ge bundna svar, på så sätt underlättas möjligheten till att jämföra svaren mellan intervjuade personer. Risken med denna typ är att det inte finns möjlighet att förtydliga svaren eller att ge fördjupande följdfrågor. En strukturerad intervju kan jämföras med enkät fast muntlig (Höst, et al., 2006).

## 3 Metod

### 3.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie utfördes för att skapa en bättre förståelse för ämnet kvalitet och kvalitetssäkring. I denna studie studeras följande ämnen och begrepp:

- Lean Production.
- TQM, Total Quality Management.
- TPM, Total Productive Maintenance.
- TQC, Total Quality Control.
- SPA (Systematisk Produktionsanalys) / Produktsäkerhetsmatris.
- COQ (Cost Of Quality).
- OFD (Quality Functional Deployment).
- Kvalitetssäkring.

Litteraturstudiens syfte utöver en fördjupad förståelse för ämnet är att belysa passande och användbara metoder för examensarbetet. I litteraturstudien gjordes bedömningar om källans trovärdighet och akademiska höjd, se avsnitt 3.4 om källkritik.

### 3.2 Fallstudie

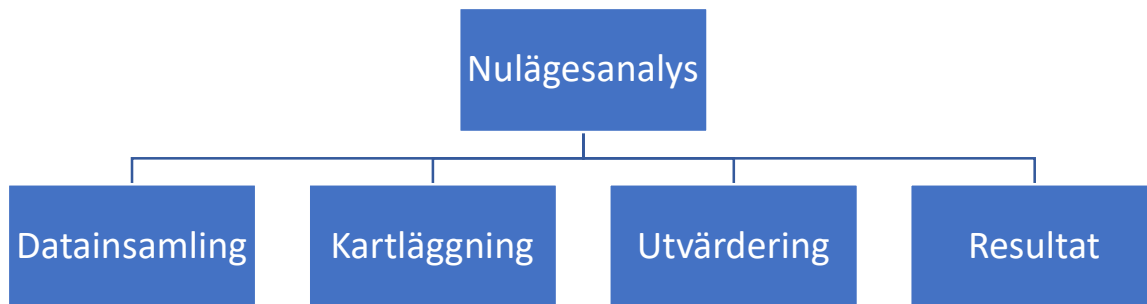
Denna studie genomfördes på en av företagets värmepumpsfabriker. Huvuddelen av materialet som inhämtades under arbetet skedde under nulägeanalysen.

#### 3.2.1 Nulägeanalys

Nulägeanalys är en analys av nuläget inom det aktuella produktionsavsnittet. Detta är själva grunden i att skapa en bild samt få en förståelse för hur produktionen fungerar i dagsläget samt vilka problemområden som eventuellt finns. Området innefattar olika delar som analyserar organisationen kring berörd fabrik, produktionslayout, vilka kvalitetskontroller som finns idag, uppföljning, målsättning med mera.

Analysen som beskrivs ovan skall resultera i att belysa vilka problemområden som finns. Inhämtade data från analys ska därmed stå som grund för resultat och slutsatser, samt skall även resultera i förslag över vad som kan förbättras eller förändras.

Nulägeanalys består av datainsamling, kartläggning, utvärdering och resultat.



Figur 4, Schema Nulägesanalysen.

### 3.2.2 Datainsamling

#### 3.2.2.1 Intervjuer

Löpande intervjuer som utfördes på företaget följde strukturen av öppen intervju enligt Höst et al (2006), en så kallad riktad intervju, även kallad ostrukturerad intervju. Utvalda deltagare som intervjuades valdes utifrån olika positioner inom företaget för att ge ett brett spektrum avseende nuläget och eventuella problemområden. Intervjuerna som genomfördes var både förberedda och oförberedda. De förberedda var av typ semiformella där ett antal punkter och frågor var av förbestämd karaktär. Den semiformella strukturen gav möjlighet för tillägg av ytterligare fördjupande frågor beroende på den intervjuandes svar.

Majoriteten av de oförberedda intervjuerna utfördes ute i produktionen med operatörer samt annan berörd personal. Här utfördes intervjun som ett öppet samtal, d.v.s. en informell intervju. Längden på intervjuerna varierade men överlag hölls effektiva möten som gav hög behållning i form av datainsamling. Resultaten av intervjuerna analyserades och delades upp efter parametrarna "förväntade svar" eller "oväntade svar". "Oväntade svar" resulterade i vidare efterforskning som oftast mynnade ut i ytterligare semiformella intervjuer. Målet var att vända på alla stenar då intervjuerna är av stor vikt för insamlandet av indata vilket utgjorde grunden i examensarbetet.

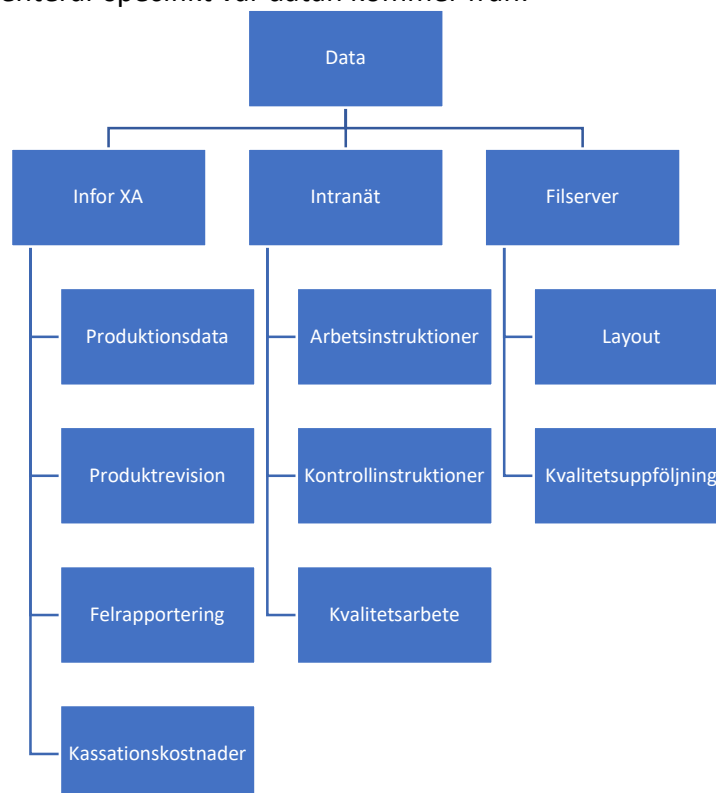
Personalen som intervjuades till examensarbetet på företaget har befattningar som operatörer ute i produktionslinjerna, kontrollanter ute i produktionen, produktrevisorer samt högre tjänstemän vid kvalitets-, produktions- och produktteknikavdelningen.

### 3.2.2.2 Observationer

Under examensarbetets gång har löpande observationer gjorts, dessa var huvudsakligen oplanerade och utfördes vid vistelse i produktionen. Insamlad data från observationer används som ett komplement till intervjuer, detta för att få en indikation om det som återges i intervjuer stämmer med verkligheten. Dock bör man notera att observationerna är stickprov och att enbart observationer inte kan ligga till grund för en slutsats utan behöver kombineras med annan data (Höst, et al., 2006).

### 3.2.2.3 Tillgänglig data

Tillgängliga data är av formen referensdata som har samlas in från olika system inom företagets IT intrastuktur. Data kommer ifrån affärssystem, intranät och filserverar. Exempeldata som hämtas är produktionssiffror, kostnader, instruktioner, layout med mera. I (Figur 6) nedan presenterar specifikt var datan kommer från.



Figur 5, Tillgänglig data.

### 3.2.2.4 Databehandling

Referensdata som inhämtades från affärssystemet exporterades i form av en textfil. För hantering och analys av uthämtad data i Microsoft Excel skrevs ett skript i VBA för att städa upp samt formatera data. Då data hämtades ut i form av en textfil medförde detta problem i att analysera den. Detta resulterade i två olika lösningar vars kod är bifogat i (Appendix A). Den senare metoden är rekursiv och är lämplig för att hantera stora mängder data då den är märkbart snabbare än den första lösningen. Förutom formatering och städning av data så gjordes tabeller för att kategorisera data och dela in dessa i grupper. Här användes formler i Microsoft Excel se (Appendix B).

### 3.2.3 Kartläggning

Kartläggningen gick ut på att inom produktionsavsnittet och frågeställning sammanställa data från nulägesanalysen och leta efter mönster, jämföra koder och fritextkommentarer mellan de olika systemen. Det innebar att jämföra referensdata mot data insamlad via intervjuer och observationer, detta för att skapa en övergripande bild över de system som finns i dagsläget, hur de används, vilken data som kan uthämtas samt hur datan används. Slutligen kan några slutsatser dras ifrån materialet.

### 3.3 Framtida scenario

Fallstudie presenterar resultat om själva frågeställningen. Nulägesanalysen ger inte någon ändring för produktion och kvalitetsarbete. Nästa steg är att dra slutsatser och belysa problem kring nuläget samt komma med förslag på eventuella vägar framåt. Dock är detta ett arbete som kommer ta tid och kommer kräva att alla avdelningarna är involverade.

### 3.4 Källkritik

Alla källor som har använts för teori eller metoder har analyserats och kontrolleras i litteraturstudien så att de har en trovärdig akademisk bakgrund. Källor har bedömts utifrån vilken typ av publikation det är, vem som har publicerat samt om innehållet stämmer överens med likande källor, bedömning har således utgått från Höst et al (2006) granskningsmetod.



## 4 Resultat

### 4.1 Nuläge

I avsnittet nuläge redovisas resultat samt slutsats utifrån den utförda nulägesanalysen.

Examensarbetet grundas utifrån olika parametrar inom kvalitetssäkring i det valda produktionsavsnittet. Det aktuella avsnittet som behandlas är tillverkning av värmepumpar med huvudfokus på markvärmepumpar. Den ursprungliga tanken var att till en början analysera referensdata för att hitta återkommande fel. Vidare för att analysera samt väga in finansiella kostnader samhörande med upptäckta återkommande fel. Efterkommande steg var att utifrån insamlade referensdata inom kvalitetssäkring analysera fram ett lämpligt underlag på huruvida återkommande fel eventuellt skulle kunna undvikas och således även minska onödiga kostnader. Under arbetets gång fick ursprungsinriktningen justeras då det via intervjuer samt analys av data framkom återkommande problem med företagets rapporteringssystem.

Det framkom under intervjuerna och analys av referensdata att ett hinder är själva rapporteringssystemen för att kunna dra några slutsatser. Återkommande problem som har lyfts är att rapporteringssystemet är krångligt, bristande underhåll samt att det används på ett felaktigt sätt. Rapporteringssystemen är uppbyggda på olika sätt med olika felorsaker och koder, detta försvårar enligt författaren möjligheten att rakt av jämföra data eller möjligheten att hitta ett mönster i systemet. I och med denna insikt justerades inriktningen på examensarbetet till att avgränsa fokusområdet till kvalitetsarbete inom befintliga system, uppföljning, kontroller med mera. Tanken är således att analysera grunden inom kvalitetsarbete för att resultera i förslag på förbättringsområden med målet att säkra kvalitén.

Under intervjuer och observationer har det framkommit att misstankar finns att rapportering av eventuella problem förflyttas ifrån produktrevision till systemet provningsfel. Felen och problemen kvarstår, dock upptäcks de tidigare av kontrollanter och blir därmed åtgärdade innan produktrevision. Det skulle kunna antydast som bra att felen upptäcks tidigare, men problemet är att lösning består av att tillföra flera kontrollanter istället för att härleda och åtgärda grundorsaker till felen. Systemet provningsfel har andra koder än produktrevision vilket resulterar i en viss svårighet att bekräfta misstankarna, men utifrån observationer verkar påståendet stämma. Detta medför att det är svårt att göra en inspektion om huruvida ett problem är åtgärdat eller kvarstår. Som nämnt i teorin är det viktigt att visualisera problemen annars finns det en risk att de kvarstår, vilket verkar vara fallet här. En effekt av detta är att eventuella åtgärder eller ytterligare kontrollers effekt blir därmed svåra att mäta. För kunna analysera utfallet av kontrollers effekter krävs således en påtaglig handpåläggning och kunskap om själva processen.

I dagsläget finns det i huvudsak tre olika kontroll-/rapporteringssystem på plats samt ett kvalitetsförbättrande system. De tre kontrollsystemen är: produktrevision, provningsfel och kassationer. Det kvalitetsförbättrande kontrollsystemet kallas för praktisk problemlösning. Utöver rapporteringssystemen finns det även papperssystem, grannkontroll, driftprovning och andra åtgärder som skall säkerställa kvalitet.

#### 4.1.1 Rapporteringssystem och intern uppföljning

Företagets interna system för att rapportera samt följa upp kvalitet och kostnader kopplade till kvalitet i produktion består som nämnt tidigare av tre olika system, produktrevision, kassationer samt provningsfel. Dessa registreringar utförs i egenutvecklade program där data läggs in i affärssystemet. I efterföljande avsnitt beskrivs de olika systemen mer ingående.

Det har framkommit via intervjuer av anställda på företaget samt via observationer att systemen som finns idag är komplicerade och otydliga avseende felorsakskoder som finns speciellt för provningsfel, frågan som ofta ställts är vilken felkod som skall användas. Detta resulterar i att felen rapporteras som ett "generellt fel" med fri text eller rapporteras inte alls. Införande av kontrollanter resulterade i att antal rapporteringar från operatörerna minskade. Detta kan vara ett problem vid användning av ackord, där antal producerade enheter sätter lönen. För att systemen skall fungera krävs det att system och styrning är genomtänka samt underhålls. Det skall dock lyftas att det råder delade meningar om rapporteringssystemet där vissa upplever det dåligt och andra bra.

Något som skall fungera parallellt till de digitala rapporteringssystemen är följekort i pappersformat. Pappret skall följa med enheten genom hela processen och vid olika steg skall en godkänd enhet signeras. På lappen står serienummer så att lappen är kopplad till en specifik enhet. Vid observation verkar det inte som att detta används, lappar sitter på enheterna men fylls inte i, detta är något som också har bekräftats under intervjuer av anställda på företaget. Det finns krav att dessa skall sparas och kunna uppvisas vid en extern revision. Här verkar det som att det inte har framgått vad dess syfte är och hur de skall hanteras utifrån observationer och intervjuer.

Nedanstående exempel är för provningsfel men generellt fungerar rapportering på följande sätt: På varje terminal som kör den egenutvecklade mjukvaran finns det en huvudmeny. I huvudmenyn finns det en valmöjlighet som heter prov/ fel rapportering. Efter att prov/ fel har valts efterfrågas anställningsnumret som skall matas in. Vidare skrivs tillverkningsnummer in och därefter väljs "rapportera fel". Vid rapportering av fel skall felkod väljas där det även finns möjlighet att skriva in en fritext, där går det att rapportera tidsgång och man kan även välja om felet kräver åtgärd.

Tidsåtgången för att rapportera eventuella fel varierar beroende på hur van personen är som rapporterar. Tider som har observerats är allt från en dryg minut till fler minuter. Tidsfaktorer som inte vägs in är om personen som skall rapportera måste gå till en terminal för att rapportera. Kontrollanterna rapporterar oftast mer än ett fel när de är vid terminalerna.

I dagsläget utförs det inga uppföljningar på om en insats eller investering i kvalitetshöjande åtgärder ger resultat. Däremot genomför företaget stickprov för uppföljning på åtgärder som har utförts i förbättringsprogrammet d.v.s. praktisk problemlösning. Detta var en av parametrarna som ligger till grund till att fokus läggs i själva rapporteringen istället för införande av en digital kontrollstation. Eftersom en eventuell förbättringsåtgärd inte skulle kunna mätas direkt utan skulle eventuellt vidkännas i en minskning av antal totalrapporteringar går det ej att utesluta att utomstående påverkande faktorer påverkar en så kallad minskning i antal rapportering. Därmed kan man inte med säkerhet dra en slutsats om förbättringsåtgärden gav önskad effekt.

#### 4.1.1.1 Produktrevision

Produktrevision är ett av de primära kontrollsystemen där ett bestämt antal producerade enheter plockas ut ifrån produktionslinjen samt plockas isär. Antal granskade enheter skall motsvara 1,5 % av totalt antal producerade enheter. För kontrollsystemet finns det uppsatta mål så som antal enheter med avvikelser samt antal avvikelser per enhet. Tillvägagångssättet är följande: en produktrevisor gör en fullständig kontroll av slutprodukten vilket innebär granskning av allt från emballage, manualer, energidekaler, vikt i affärssystem mot faktiskt vikt, information på hemsida, sammansättning, funktion, finish, med mera. Är det något som inte uppfyller satta krav, eller är felaktigt, så rapporteras detta i systemet under olika så kallade "deviation codes" eller översatt till svenska "avvikelsekoder". Vidare poängsätts problemen utifrån en skala på hur allvarliga problemen är. Förutom inrapportering i affärssystemet så skrivs en rapport. Uppföljning av produktrevision och dess utfall sker löpande och visualiseras för alla på en tavla som är en del av företagets TPU arbete.

Begränsningar som upplevs i detta system är att om det förekommer fler än ett fel för samma avvikelsekodgrupp går det inte att mata in på samma rad, d.v.s. man kan endast rapportera ett fel per huvudgrupp. Upptäcks det fler fel inom samma avvikelsekodgrupp så är det enda sättet att synliggöra felet genom att lägga det på en felaktig felkod som fritext. Där skrivs avvikelsekoden först och vidare fritext. I (figur 7) visas ett exempel på detta. I detta exempel ska bara problem gällande huvudgrupp 20 existera, men här förekommer det en avvikelse från huvudgrupp 30. Detta har observerats vid ett flertal gånger i referensdata.



Deviation text 20	
21	
21	
32	

Figur 6, Utdrag Produktrevision, felaktig rapportering.

Författarens tanke var till en början att ställa upp statistik över de olika huvudgrupperna, för att på så sätt få fram underlag på vilka de främsta problemområdena är samt vilka som är återkommande. I och med att rapportering är så blandad, så är det svårt att ställa upp efter avvikelsekodernas huvudgrupper för att få fram en större mängd tillförlitliga data.

Avvikelsekoderna är tydligare än i de andra rapporteringssystemen men beskrivningen av olika koder och exempel på när de skall användas saknas. Detta resulterar i att olika kontrollanter inte utför exakt samma indelning.

En produktrevisor har direkt kontakt med kvalitetstekniker, arbetsledare och operatörer, för att allvarliga fel direkt ska åtgärdas eller fångas upp. Vidare kan kortsiktiga åtgärder införas av en kvalitetstekniker för att på så sätt säkerställa kvaliteten innan långsiktiga åtgärder implementeras. De långsiktiga åtgärderna involverar oftast ett PPL ärende.

#### *4.1.1.2 Kassationer*

Kassationer rapporteras i den egenutvecklade programvaran samt vid varje resurs där det finns en tavla där kassationerna skall fyllas i manuellt. I mjukvaran registreras kassationer separat i affärssystemet. Vidare räknar mjukvaran fram kostnader för de kasserade komponenterna. Enligt intervjuer skall kostnader vara beroende på var i flödet detaljen kasseras så att adderat värde i form av förädling skall vägas in. I systemet skiljs det på om kassationerna görs i produktionsflödet eller utanför flödet d.v.s. kassationer vid en resurs eller vid en lagerplats. Detta system har egna felkoder som inte direkt kan jämföras med produktrevision eller provningsfel. Anställda som rapporterar i detta system är operatörer, arbetsledare och kontrollanter ute i produktionen. Kassationsorsaker är generella och saknar detaljer. I detta system finns det ingen möjlighet till fritext och detta i kombination med generella felorsaker resulterar i otydlighet och svårighet angående vad själva grundorsaken är till kassationen.

Uppföljning av kassation görs utifrån kostnad per avdelning och sammanställs av kvalitetsavdelning. Där plockas det ut data varje vecka och analyseras om kassationer skenar eller inte. Vidare utförs det en månads- samt en årssammanställning på kassationer och omarbetsningskostnader. Här finns det uppsatta mål på hur stor andel som får bestå av kostnader av kassationer i förhållande gentemot värde vid försäljning. Detta system skulle kunna ge tydlig information om vilka områden som skulle behöva prioriteras. Tanken var att systemet skulle ha legat till grund för införandet av digitala kontroller där fokus skulle ligga i produktionen. Men återigen som författaren nämnt tidigare i examensarbetet så är felkoderna för generella för att fungera som ett korrekt underlag till en investeringskalkyl samt efterkalkyl.

En större andel av tiden har fokuserats på sortering och bearbetning av referensdata. Ett fel som upptäcktes i kassationskostnader hämtades av författaren via affärssystemet. Siffror inhämtad via affärssystemet stämde inte överens med kvalitetsavdelnings sammanställning för kassationskostnader. Berörda avdelningar gör viss handpåläggning gällande kassationskostnaderna. Efter en fördjupande felsökning kunde författaren jämföra värden och se att samma poster har olika värden. Det verkar som att de olika värdena är avhängande på när data inhämtas samt hur den inhämtas från affärssystemet. Differensen var i snitt 2 % per kassation. Berörda avdelningar är medvetna om problemet. Ytterligare efterforskning var inte möjlig p.g.a. tidsbrist från berörda avdelningar. Av detta skäl skall en viss försiktighet vidtas i beaktning vid analys och slutsatser kring kassationskostnader då det råder oklarhet kring vilket värde som är korrekt.

#### 4.1.1.3 Provningsfel

Vid provningsfel rapporteras fel som upptäcks av kontrollanter, operatörer eller arbetsledare. Detta system infördes för att höja kvalitén och uppnå målen som är satta vid produktrevision. Felen som rapporteras kan vara av olika sort samt skala allt från mindre fel till allvarliga fel. Tanken är att fånga upp alla fel som skulle kunna ge anmärkning vid produktrevision eller när produkten når slutkund. Systemet har egna felkoder och rapporteras in via den egenutvecklade programvaran. Systemet används frekvent av kontrollanterna ute i produktionen, här råder en viss osäkerhet om vilka orsaker som skall användas samt att mjukvaran är komplicerad och svår för att hitta passande felorsak. Enligt intervjuade anställda resulterar detta i att de flesta problemen rapporteras som generella monteringsfel med en fritext som beskriver själva problemet. Det kan vara användbart i det dagliga arbetet där kvalitetstekniker får en inblick över vad som händer, dock finns det en svårighet med ett system som baseras på fritext. Därför blir det nästintill omöjligt att föra statistik, då det är svårt att fastställa vad som faktiskt har hänt. Grundtanken med systemet som implementerats är att man i tidigt stadium kan upptäcka problem i produktionen samt åtgärda dessa.

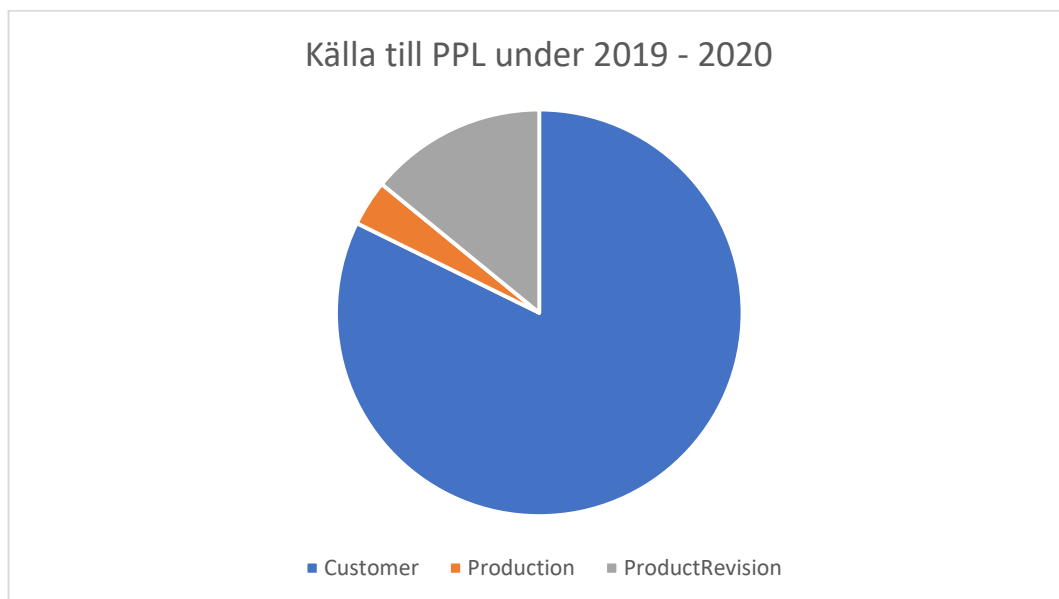
Enligt intervjuer, författarens egna observationer och utifrån referensdata från affärssystemet så fylls fältet "produktionsgrupp" automatiskt i utifrån vilken terminal man rapporterar ifrån. Detta kan bli missvisande eftersom det nuvarande arbetssättet utgår från att kontrollanter skriver ner information med penna på papper samt fortsätter till närmsta terminal, vilket inte alltid är där problemet upptäcks. Det finns ett fält i referensdata i affärssystemet som placerar vart produkten senast är rapporterad i, men den kan tyckas att det inte känns tillförlitligt då det är beroende på var produkten har blivit avrapporterad.

#### 4.1.1.4 Praktisk problemlösning – PPL

PPL är ett produktions- och kvalitetsförbättringssystem som kallas praktisk problemlösning. Systemen har som syfte att problem som är tex. återkommande samt-/eller allvarlig skall lyftas upp och avhjälpas. Underlag för ett PPL ärende kan komma ifrån fält, produktion samt produktrevision. Ett ärende skall resultera i en analys samt en lösning för att det avhjälpande problemet skall presenteras med uppföljning på att problemet inte kvarstår. Kvalitetsavdelningar är styrande i denna process och sköter hantering av ärenden. Tilldelning av ansvar för problemlösning sker gemensamt med alla involverade, den som har ansvar för ärendet samt den som skall presentera en lösning för problemet. När en lösning har presenterats så utförs det en uppföljning för att se att lösning har gett effekt, uppföljning sker oftast i form av stickprov.

Det är kvalitetsavdelning i samråd med berörda parter som bedömer om ett ärende är löst. Vissa PPL ärenden som kommer in från fält har inträffat tillbaka i tiden och då kan problemet redan vara åtgärdat eller vara svårt att identifiera. Stickprov kan göras för att fastställa att problemet ej längre kvarstår. Således kan det innebära vissa svårigheter då det finns en risk för eftersläpning.

I systemet kan PPL ursprung delas in efter kund (customer), produktrevision (productrevision) samt produktion (production). I (figur 8) nedan presenteras var ärenden kommer ifrån.



Figur 7, Källa till PPL ärenden

Systemet för PPL ärendehantering har sina begränsningar, att söka efter likande ärenden är inte möjligt. Därmed görs ingen uppföljning om felet har uppträtt innan. Varje ärende beskrivs med en kort fritext, således kan det vara svårt att härleda till vad grundorsaken var då ärenden skapades. I detta system finns inga felkoder eller kategorier som beskriver grundorsaken. Denna uppsättning av fritext ger återigen svårigheter att uppsöka tidigare fall eller föra statistik. Det har uttryckts ett flertal gånger under intervjuer att det är upp till medarbetarens "goda minne" till att härleda om det finns likadana eller likande ärenden retroaktivt.

Systemet är av äldre karaktär och är ett resultat av en sammanslagning av olika system. Förr kom till största del all PPL data via produktrevision, numera är systemen sammanflätade innehållandes rapporter, problem, reklamationer med mera ifrån fält.

Möjligheten att kategorisera grundorsaken skulle underlätta analys och jämförelse med resterande system för att dra slutsatser om till exempel: hur pass effektiva kvalitetskontroller är, finns det fel som missas i kvalitetskontrollerna med mera. Genom att förslagsvis koppla PPL till en faktorgrupp eller orsak efter analys när grundorsak är fastställd skulle det underlätta uppföljning samt uppsökning efter tidigare likande ärenden.

#### 4.1.2 Hårdvara och mjukvara

Mjukvara som används för rapportering är egenutvecklad av företagets egna IT avdelning där data läggs in i företagets affärssystem, Infor XA. Mjukvara används för kvalitetsrapportering samt övrig rapportering som till exempel tid. Hårdvara ute i produktionen består av en terminal som utgörs av en pekskärm och stationär dator. Vissa terminaler har streckkodsavläsare, dessa sitter oftast i anslutning till ett rapporteringssteg. Vid terminalerna är syftet att operatören rapporterar genom att till exempel kvittera att en läckagekontroll är utförd eller rapportera enheten som färdig. Under examensarbetets observationer samt intervjuer verkar det som att det inte finns några mobila terminaler utan endast stationära.

Problem som har nämnts under intervjuer angående hård- samt mjukvara listas nedan:

- Görs det fel kan det vara svårt att återgå till ursprungsläge. Det verkar som att det är på grund av diverse pop-up fönster som ligger i bakgrunden. Det är svårt att veta varför man inte kan klicka längre (detta var något som demonstrerades av anställda i produktionen).
- Något som har lyfts är att icke intuitiv scrollning samt avsaknad av att kunna söka efter felorsaker gör att vissa anställda automatiskt rapporterar generellt fel trots att det inte överensstämmer.
- Vid ett observationstillfälle uppfattades skärmen som långsam och okänslig vid tryck.

Begränsningar i mjukvara:

- Begränsad mängd fritext.
- Ej möjligt att söka efter felorsaker.
- Ingen möjlighet att få en kort beskrivning av felorsakerna på terminalerna.
- Uppstår problem vid rapportering av mer än ett fel per produkt och gång.

## 4.2 Kvalitetskontroller

### 4.2.1.1 *Kontroll av inköpt material*

En kvalitetskontroll utförs på inköpt material om dess ursprung är från en ny leverantör eller är en ny komponent. Efter en initial kvalitetskontroll utförs inga ytterligare kontroller såvida det inte uppstår ett problem, som kan resultera i att nya kontroller införs. Kvalitetskontroller av internleverantör är inte lika hård. På externa leverantörer introduceras krav på slutkontroll av alla enheter samt att leverantören inom ett visst tidsintervall skall presentera grundorsak och långsiktig åtgärd.

### 4.2.1.2 *Driftprovning*

I dagsläget finns det två olika driftprovningstationer, den första stationen är lokaliserad där själva kylenheten är färdigmonterad. Där drifttestas kylenheten som eventuellt skickas tillbaka till omarbetning om det skulle visa sig att enheten inte klarar provet. Det händer ibland att operatörerna vid driftprovning direkt åtgärdar fel, dock är det inte tänkt att de skall göra det. Den andra driftprovning görs på hela enheten men själva funktionen på kylenheten testas inte då den har testats i tidigare driftprovning.

Insamlad data från driftprovning knyts inte till affärssystemet utan sparas som en textfil logg på en filserver, dock rapporteras enheten som färdig i affärssystemet. För att se resultatet från driftprovningen finns det ett verktyg för att kunna söka samt läsa. Verktöget är inköpt och särskiljs från de "normala" kontrollsystem som är integrerade i affärssystemet. Det verkar framgå att endast kvalitetsavledning har tillgång till detta verktyg via ett webbinterface. Problem som uppstår vid driftprovning skall även rapporteras i provningsfel av personal vid driftprovning eller av kontrollanter, dock enligt referensdata så verkar det inte alltid vara fallet. En intressant aspekt skulle närmre undersökt kunna vara om felet upptäcktes vid en misslyckad driftprovning eller om det upptäcktes innan. Det har framkommit att aspekten upplevs missas enligt intervjuerna. En ytterligare intressant aspekt är möjligheten att kunna följa om reklamerad enhet har rapporterats för fel eller misslyckad driftprovning, således skulle det då framgå ett mått på hur effektiv provningsprocessen är. Komplexiteten i detta är att bedöma reklamation på vad som är grundorsaken till exempel om felet uppstod senare av fabrikationsfel med mera.

### 4.2.1.3 *Fast kontrollanter*

Det finns kontrollanter som sitter i slutet av resursen för att göra en kontroll över att enheten är korrekt monterad. Eventuella fel rapporteras på papper samt senare vid en terminal. Kontrollanten kan vidare ta dit operatören som monterade enheten för att åtgärda eventuella fel/avvikelser.

### 4.2.1.4 *Ambulerande kontrollanter*

I dagsläget finns det ett flertal ambulerande kontrollanter som skall gå runt i produktionen och utföra kontroller så att all montering är korrekt utförd. Kontrollanterna får oftast direktiv på vad de skall fokusera på. Kontrollanter är utbildade av en produktrevisor, utöver detta bygger övervägande kunskap på egen erfarenhet. Många av kontrollanterna kommer direkt från monteringen där de har handplockats efter bästa förmåga samt iakttagelser.

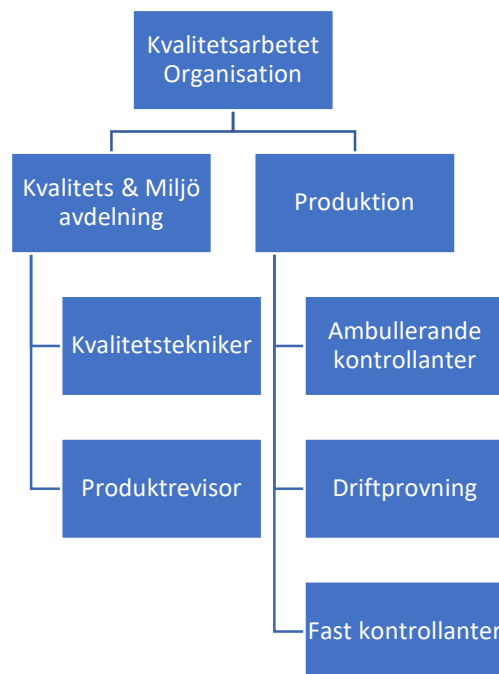


#### 4.2.1.5 Övriga kontroller

Enligt angivna arbetsinstruktioner ska operatörer utföra en så kallad grannkontroll, vid en grannkontroll byter operatörer station och granskar varandras översiktsområde. Syftet är att dubbelkontrollera enheter vid vissa utvalda stationer för att säkerställa korrekt montering. Ett exempel på kontroll är att överse om skruvar är åtdragna, det ska kvitteras med att markera kontrollerade komponenten med en färgpenna. En fråga som har lyfts av personal är varför det inte köps in röda skruvar för att slippa själva arbetsmomentet att markera, denna fråga kan vara en indikation på avsaknad av förståelse av kontrollens syfte.

#### 4.2.2 Kvalitetsarbete och dess organisation

Avdelning Kvalitet och Miljö är sin egen funktion inom företaget som jobbar med kvalitet och miljö inom hela koncernen. Avdelningen jobbar med uppgifter så som att säkerställa kvalitet, uppföljning, införa instruktioner för kontroll (kontrollinstruktioner), införa akuta åtgärder för att säkra kvalitén, driva förbättringsarbete med mera. Denna avdelning är drivande gällande kvalitetsfrågorna samt förbättringsarbeten med bland annat systemet PPL.



Figur 8, Förenklat organisationschema kvalitetsarbete inom avgränsning.

Produktionsavdelningen har som ansvar att uppfylla kvalitetsmålet samt att produktionen utförs på rätt sätt. Avdelningen för Produktionsteknik ansvarar själva över metod och hur produktionen skall utföras. Denna avdelning är mindre involverad i kvalitetsarbetet och nuddar endast vid ämnet när metod behöver ändras för att säkra kvalitén.

### 4.2.3 Utvecklingsprojekt

Under detta avsnitt presenteras förslag samt idéer som finns inom företaget och som har nämnts under intervjuer.

#### 4.2.3.1 *Utbildningsstationer*

Avdelningen i fråga har påtalat att ett eventuellt införande av utbildningsstationer för nya medarbetare skulle vara en möjlighet för att undvika "informationstapp" samt säkerställa att nyanställda får adekvat utbildning i en optimal utbildningsmiljö.

Något som har nämnts i intervjuer är att kunskap försvinner över tid eftersom allt inte står i arbetsinstruktionerna. I en intervju antydde det att återkommande fel i produktionen hänger ihop med utbildningen av nyanställda då de utbildas av seniora operatörer. Man påpekar att kunskapen glider d.v.s. det missas något i varje upplärning som vidare resulterar i försämrad kunskap över tid. Vidare menar man att detta resulterar i återkommande fel i takt med personalomsättningen.

Något som har påtalats under intervjuer och har funnits som förslag internt är att all noteringsbar kunskap dokumenteras samt att eventuella åtgärdsmanualer för olika problem bör nå fram hela vägen till arbetsinstruktioner. Arbetsinstruktioner bör innehålla information om till exempel varför vissa kontroller genomförs samt dess påverkan. Det har nämnts under datainsamling att företaget kan se en viss försämring i kunskapsnivån då nya operatörer lär sig av seniora operatörer där det ibland uppstår ett kunskapsglapp och viktig kunskap uteblir, effekten över tid blir successivt en sänkt kunskapsnivå.

#### 4.2.3.2 *Nytt grafiskt rapporteringssystem*

Det finns ett förslag i idéstadiet om ett nytt grafiskt rapporteringssystem som är tänkt att kopplas ihop med digitala arbetsinstruktioner som således ska finnas tillgängliga på skärmar vid varje station. Förslaget innebär att ett nytt system med fokus på att rapportering skall vara intuitivt och enkelt, samt kunna ge ökad detaljerad översyn över vad som är fel. Dock innefattar förslaget bara interfacet mellan den rapporterade och systemet d.v.s. att felorsaker och kategorisering skulle vara detsamma. Förslaget är fortfarande på koncept och i idéstadium, fortsatt arbete har för närvarande avstannat.

## 4.3 Referensdata

### 4.3.1 Återkommande problem

Enligt insamlad intervjudata så antyds det att fel och problem kan vara återkommande och då med ett cykliskt beteende. Man menar på att när fokus läggs på ett specifikt problem så försvinner det för att det punktmarkeras av kontrollanterna. Efterföljande kommer nya direktiv och nya problemområden, gamla fel och problem faller i skymundan och återkommer sedan. Detta är ytterligare ett tecken på att grundorsakerna till felen inte framkommer och eventuella lösningar är kortvariga.

### 4.3.2 Otydliga arbetsinstruktioner

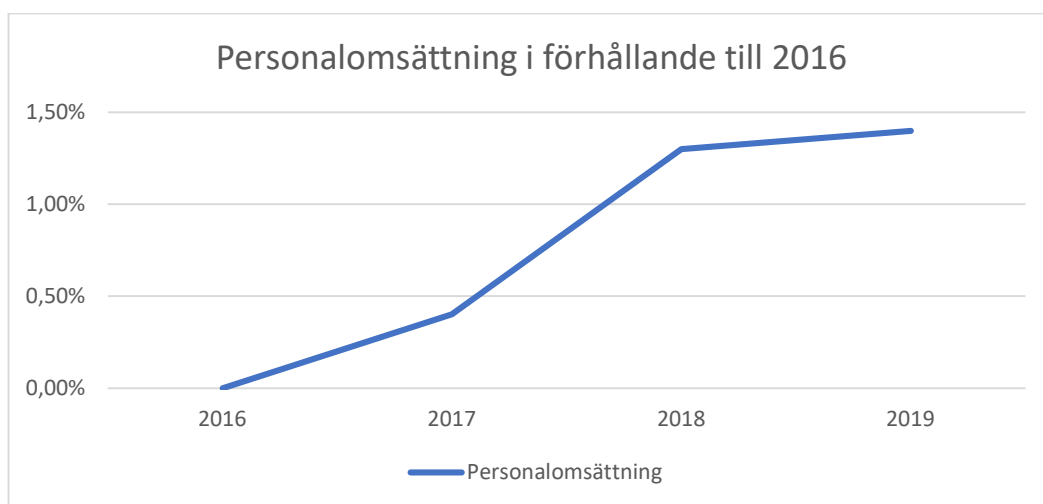
Otydliga arbetsinstruktioner har nämnts vid ett tillfälle ute i produktionen. Efter genomläsning av ett flertal arbetsinstruktioner upplevs det ur författaren synpunkt svårt att förtydliga dessa utan att riskera att de blir jättelånga, risken blir då att operatörerna inte kommer läsa så pass omfattande instruktioner. Författaren har upplevt en viss otydlighet där flera olika modeller skall behandlas i samma arbetsinstruktion. Det finns rutiner där arbetsledare och operatörer skall godkänna arbetsinstruktionerna för att avgöra om dessa är korrekta, där ska även berörd personal intyga på att de har förstått instruktionerna. Rutinerna skall medföra att eventuella otydligheter i instruktioner skall lyftas och åtgärdas.

### 4.3.3 Kassationsinstruktioner

Det finns ett kassationsdokument med beskrivande text om vad felorsaker kan bero på, innehållande exempelvis vad som skall klassificeras som en kassation. Enligt författaren är dokumentet översiktligt och bra men de generella felkoderna resulterar i att en grundorsak till problem är svår att härleda. Ett exempel på detta är "ska04" d.v.s. skadad av företagens personal, detta omfattar till exempel att personal "tappar komponent" med mera. Denna kod är otydlig med vad "skadad av personal" faktiskt innebär. Kassationsdokumentet antyder då endast att personal tappar en detalj som leder till kassering. Under denna post ligger även ett högt antal kompressorer, kompressorer måste kasseras om de har vält. Återigen är kassationskoderna väldigt generella och ger ingen mer detaljerad information om själva grundorsaken till kassation.

#### 4.3.4 Personalomsättning

Vidare har författaren studerat företagets personalomsättning, detta för att se om en korrelation kan dras till referensdata från de olika rapporteringssystemen. Tanken grundades i om det gick att se en ökning i antalet rapporterade fel korrelerat till ökad personalomsättning. I sådana fall skulle en slutsats kunna dras att detta kan härledas till upplärning av ny personal. Något som har nämnts i intervjuer är att kunskap försvinner över tid eftersom allt inte står i arbetsinstruktioner. I en intervju antyds det att återkommande fel i produktionen hänger ihop med utbildningen av nyanställda då de utbildas av seniora operatörer. Man antyder att kunskapen glider d.v.s. man missar något i varje upplärning som resulterar i försämrad kunskap över tid, detta är något som inte har gått att styrka utifrån referensdata. Operatörer har egna tillvägagångssätt, fel som har gjorts lyfts muntligen men dokumenteras inte. Således resulterar detta i att kunskap som finns hos individen kan gå förlorad för att det inte dokumenteras. Som tidigare nämnts finns det ett förslag till att införa en utbildningsstation där grundutbildning utförs i lugn och ro, där ny personal tillåts att göra fel utan att det ska kunna påverka produktionen i märkbar omfattning.



Figur 9, Personalomsättning vid företaget.

Personalomsättningen har stigit de senaste fyra åren men stabiliserats något mellan 2018–2019, vad detta beror på är svårt att härleda. Dock ska det noteras att nivåerna inte sticker ut på företaget. Detta går emot påståendet som tidigare nämnts att kunskap i produktion blir sämre utifrån tid och personalomsättning. Viktigt att notera är att personalomsättningssiffrorna är fördelade mellan tre olika fabriker och inte endast avser berörd avdelning. Enligt uppgifter från personalavdelningen så är omsättningen jämnt fördelad mellan fabriker.

Författaren har inte kunnat hitta en tydlig koppling till personalomsättning och antalet rapporterade fel. Personalomsättningen ligger på en rimlig nivå. Grundtanken med att jämföra antalet fel med personalomsättning är för att se om utbildning av nya medarbetare påverkar eller inte och därigenom analysera om kompetens försvinner eller inte. Uppföljning framöver skulle även kunna vara extra detaljerad, innehållande typ av problem och återkommande problem som skulle kunna vägas ihop i korrelation till företagets personalomsättning. Författaren anser att det är ett intressant nyckeltal att ha med för att få

en bild om utbildning och kompetens är på önskad nivå eller om insatser måste göras. Detta är någon som passar in i TQM.

#### 4.3.5 Nyckelord

Utifrån fritexten i referensdata så har författaren försökt identifiera nyckelord för att försöka sortera och kategorisera. Ursprungligen var tanken att till en början undersöka om det gick att sortera på fritexten, detta har visat sig svårt. Anledningen grundas i att stavningar är varierande och olika termer används från person till person. Exempel på olika stavning är till exempel clips eller klipps. Även olika förkortning skapar ett visst problemmoment i denna metod, dock har detta resulterat i att vissa nyckelord har identifierats under arbetets gång.

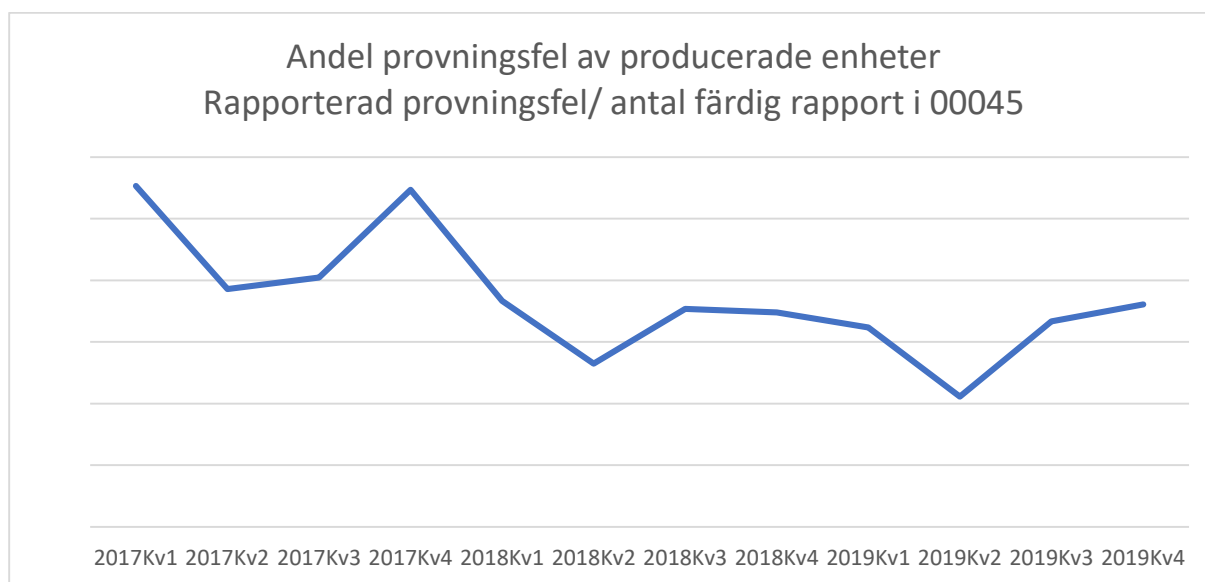
Tillvägagångsättet för att identifiera nyckelord i rådata inhämtad via affärssystemet bygger på att författaren har använt en självskapad formel och en nyckelordstabell i Excel för att på så sätt stegvis sortera ut nyckelord via fritextfälten. När ett nyckelord har identifierats så döljs raderna och på så sätt minskas antalet som inte har blivit kategoriserade. Excel formlerna som användes presenteras i appendix B. I appendix C presenteras nyckelord som har identifieras med metoden som har nämnts ovan.

Under examensarbetets gång har två olika formler testats med resultatet att alternativ "två" som utgörs av en index formel som söker i fritext fältet och i en nyckelordtabell är den snabbare och enklare lösningen av de två. Alternativ "ett" bygger på att orden läggs in i en formel och detta visade sig bli omständligt desto fler nyckelord som identifierades.

Metoderna som beskrivs ovan ger vissa svårigheter i att fånga upp all väsentlig data i nyckelorden. Nyckelord är rätt generella och kräver förtydligade om de skulle användas i ett framtidsscenario.

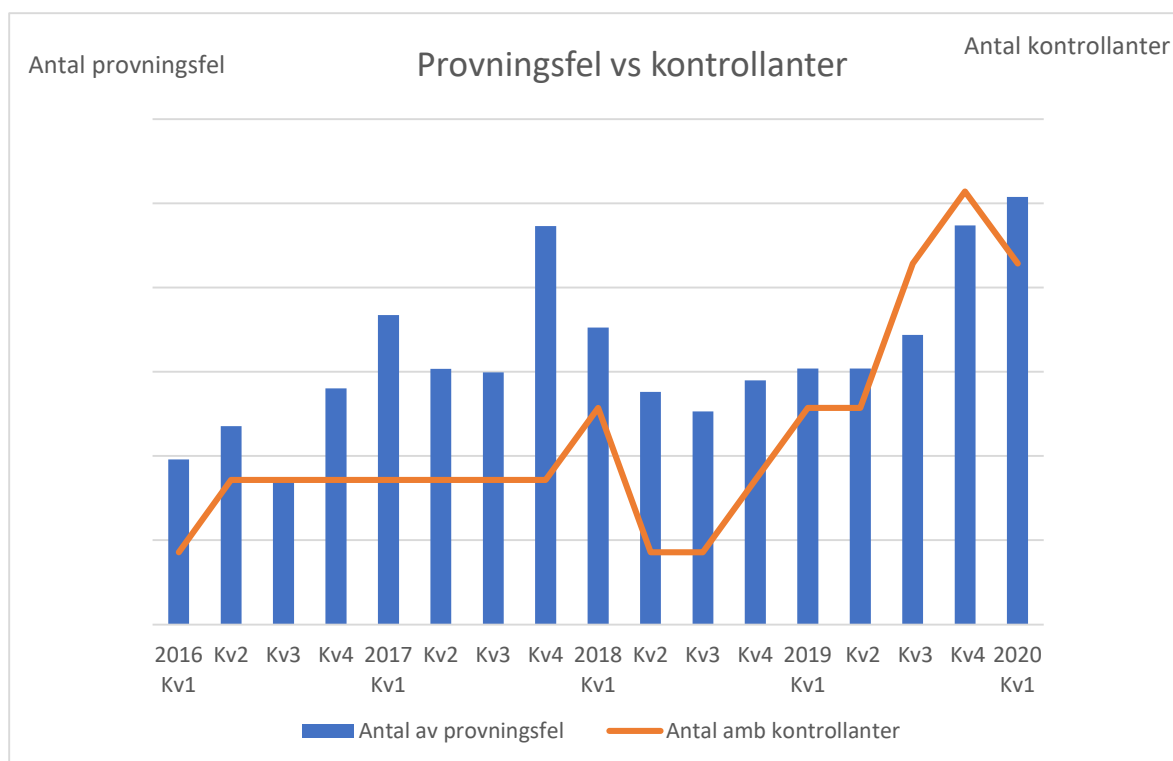
#### 4.3.6 Provningsfel

Systemet provningsfel används för att rapportera och dokumentera fel ute i produktionen. Ett påstående som har nämnts under intervjuer av anställda är att felen har förflyttats från produktrevision till provningsfel. Enligt nedanstående diagram i (figur 11) kan påståendet ses som möjligt betraktat antalet rapporteringar. Ser man istället till andel provningsfel av producerade enheter jämfört med produktrevisionsandel enheter med avvikelser per producerade enheter, så ser man att provningsfel samt produktrevision har en nedåtgående trend med en pik i kvartal fyra år 2019 som inte återspeglas i provningsfel. Om påstående hade återspeglats i referensdata skulle andel provningsfel öka samt produktrevisionsandel enheter med avvikelser minska. Vidare om detta stämmer eller inte är svårt att avgöra då handpåläggning görs i Excel och antal producerade enheter har hämtas via affärssystemet i form av antal rapporterade enheter vid slutstation i produktionsflödet.



Figur 10, Andel provningsfel per kvartal 2017-2019.

I ovanstående (figur 11) presenteras andel provningsfel av producerande enheter. Här ses en positiv trend i minskad andel fel. Således bör denna trend även vara synlig i produktrevision då fler kontrollanter har införts.

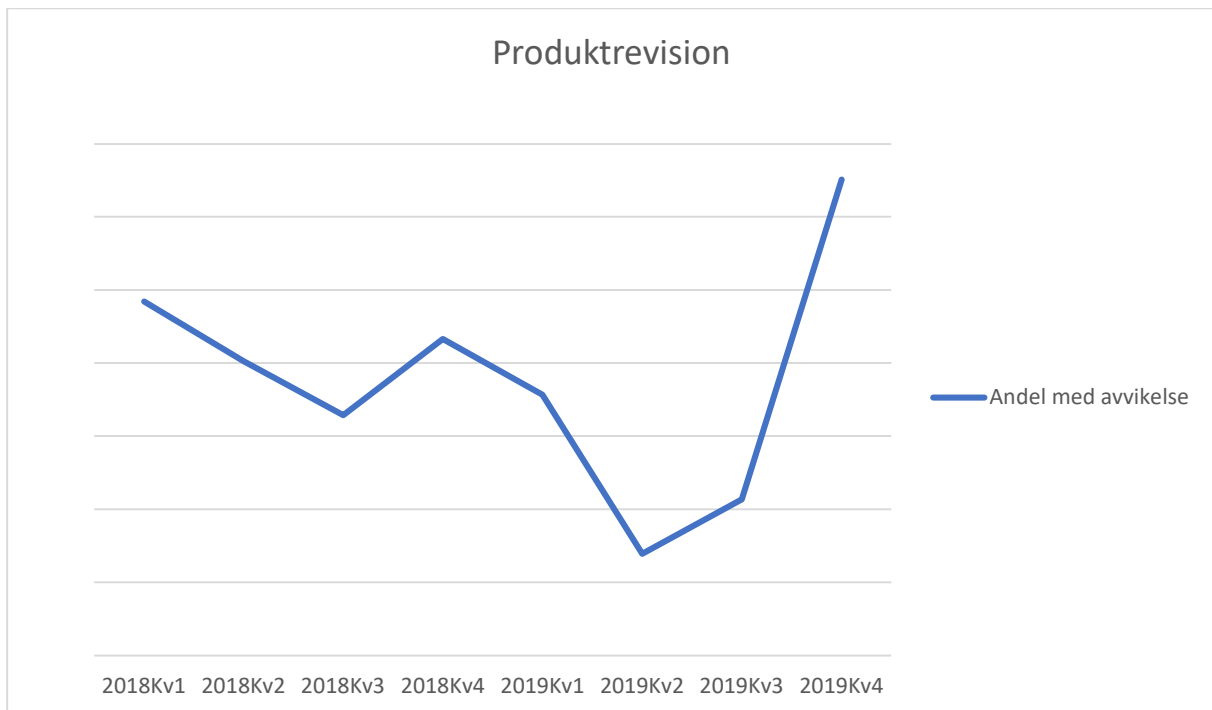


Figur 11, Antal provningsfel.

I (figur 12) bör det kunna ses en ökning i antal provningsfel i takt med att fler kontrollanter införts, detta konkluderat utifrån insamlad data via intervjuer och observationer. Dock är detta inte fallet, en märkbar ökning av antalet provningsfel kan inte utläsas i jämförelse till antal rapporterade kontrollanter i (figur 12). En frågeställning som därmed uppkommer är om införandet av fler kontrollanter ger önskad effekt.

#### 4.3.7 Produktrevision

Nedan i (figur 13) redovisas produktrevision data inhämtad för fabriken, här kan en markant ökning noteras av andel enheter i kvartal fyra år 2019, huruvida detta korrelerar med ökat antal genomgångna enheter är svårt att avgöra. Utifrån figurerna 11, 12 och 13 kan ingen korrelation skådas mellan antal samt andel provningsfel korrelerat till andel avvikelse i produktrevision. Andel avvikelse steg under kvartal fyra trots ökat antal kontrollanter ute i produktion. Syftet med att införa fler kontrollanter är för att uppnå uppsatta mål. Som tidigare nämnt bör det ses en ökning i antal rapporterade provningsfel i takt med att fler kontrollanter tillkommer samt en minskning i antal avvikelser vid produktrevision, dock kan detta inte avläsas i insamlad data.



Figur 12, Produktrevision Andel med avvikelse per kvartal 2017-2019.

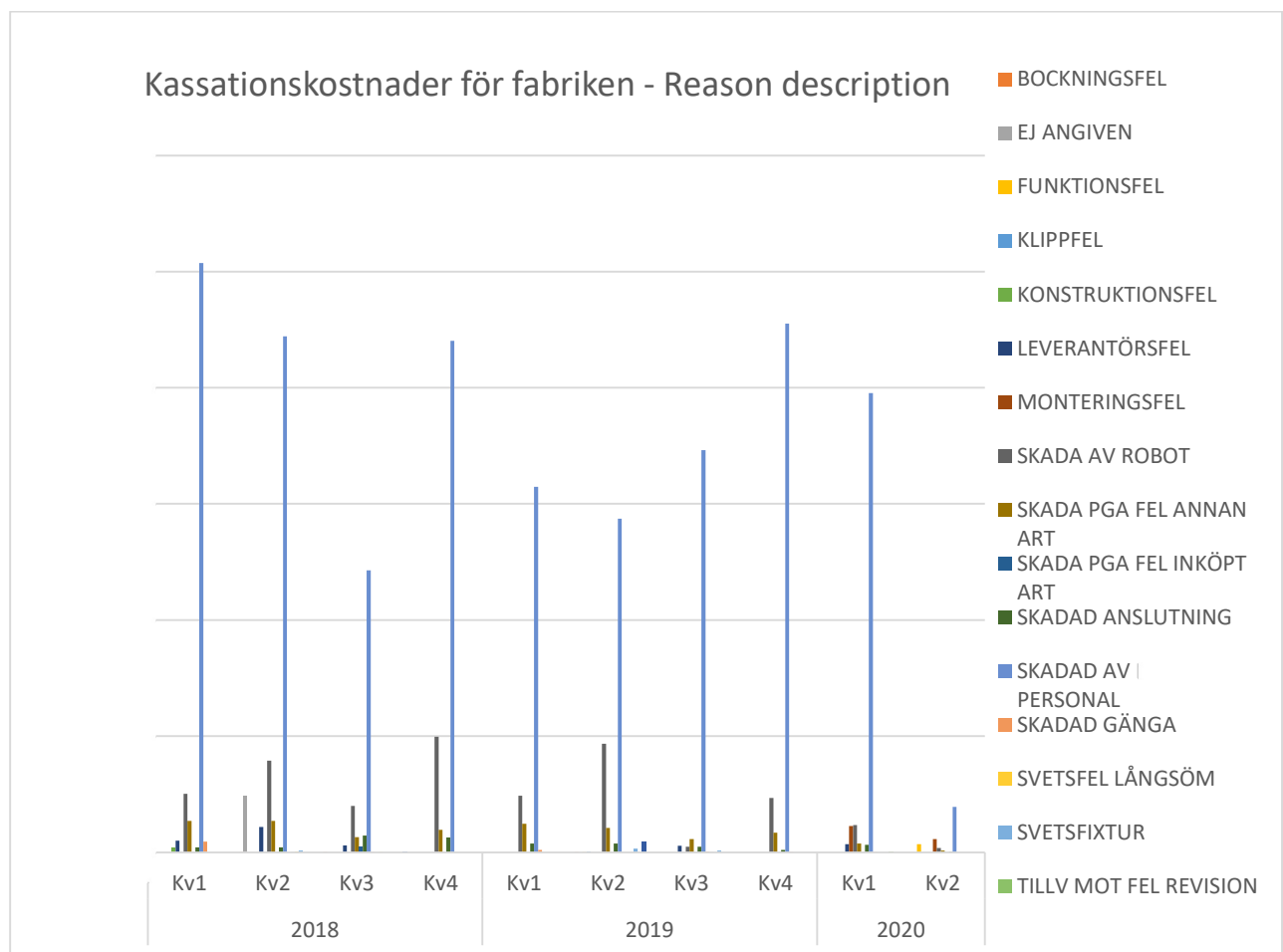


#### 4.3.8 Kassationer och dess kostnader

Nedan redovisas i figur 14 och 15 sammanställd data för kassationer och dess kostnader. Kassationskostnaderna är hämtade via företagets affärssystem. Enligt diagrammet nedan i (figur 14) så utläses det att "ska004" eller även benämnt "skadad av personal" är den högsta posten gällande kostnader och den näst största posten är "skada av robot".

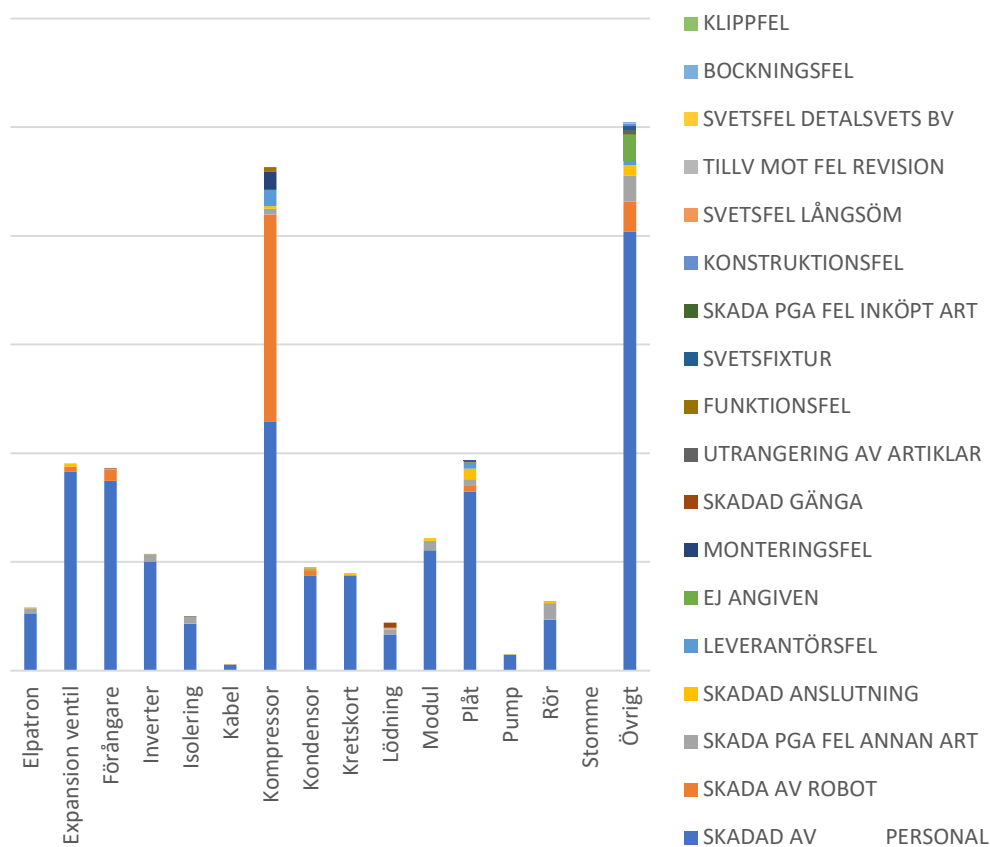
Något som har nämnts under intervjuer med företagets anställda är att kassationer på grund av monterings/ inkopplings fel orsakar höga kostnader, speciellt om kompressorer är felkopplade elektrisk och körs genom driftprovning. Resultatet blir att enheten är antingen förstörd eller måste omarbetas. Detta påstående går emot data ifrån affärssystemet eftersom kostnaden beroende av "skada av personal" är betydligt större än "monteringsfel" sett i (figur 14).

Enligt författarens uppfattning skall "skada av personal" vara skada vid hantering av en detalj till exempel kompressor som välts eller tappats. Detta stämmer med kassationskodsdocument som hittades i företagets filsystem, dock skall det noteras att dokumentet inte verkar vara uppdaterat på ett tag. Denna tolkning av kassationskoden stämmer inte överens med data ifrån intervjuerna då felkoppling pekas ut som en anledning för höga kassationskostnader.



Figur 13, Diagram kassationskostnader sorterat utifrån kassationskod.

## Kassationskostnader 2018-2020 kv 2 Grupperat efter detalj - Nyckelord efter description



Figur 14, Diagram Kassationskostnader utifrån nyckelord sortering och kassationskod.

Det har framkommit under intervjuer av anställda på företaget att kompressorer är en av de dyraste kassationskostnader, för att verifiera detta ställdes kostnader upp per nyckelord. Enligt utläsning av diagrammet ovan (figur 15) så stämmer påståendet. I påståendet antyds det att felkoppling är ett problem som utgör en större andel av de stora kostnaderna för kasseringen av kompressorer. Dock, ser man till referensdata och till kassationskod så är "skada av robot" eller "Företagets personal" de främsta anledningarna för kassationerna. Detta diagram är grupperat efter nyckelord. En slutsats som kan dras är att sett till värde så är kassation av kompressorer en stor del av kostnaderna. Ytterligare en intressant iakttagelse är att kassationer av kompressorer utgörs även till stor del av "skada av robot" i jämförelse med de andra posterna som bara beror till stor del av "skada av personal". Men som nämnt tidigare går det inte dra några slutgiltiga slutsatser om vad som har orsakat kassationer "skada av personal".

## 5 Diskussion och Slutsats

Målet bör vara att minska eller bibehålla antalet kontrollanter för att uppnå uppsatta mål. Istället för en ökning av kontrollanter bör målen nås med hjälp av andra medel så som; utvecklingsarbete med design och kvalitet i åtanke, produktionsförbättring där produkterna tillverkas rätt från början så att förbättring uppnås samt att höja kompetensen, d.v.s. att begreppet kvalité introduceras i hela företaget. Vidare bör bättre tillförlitligt data finnas som kan verka som underlag till beslutfattande samt utvärdering om kvalitetsarbetets status.

### 5.1 Utmaningar i examensarbete

Målen och önskemålen kring vad examensarbetet skulle mynna ut i såg annorlunda ut i starten på examensarbetet. Fokus prioriterades till att hitta kontrollmetoder för på så sätt få en stabilisering i att kvalitetssäkra produktionen. En stor del av nedlagd tid i examensarbetet gick åt att samla in data samt bearbeta insamlad data för att således få en överblick och skapa ett underlag till nulägesanalysen. Som tidigare nämnt i rapporten var målet med referensdata insamlingen att påståenden skulle styrkas och problemområden belysas. Här framkom insikten i ett tidigt stadie att datainsamling skulle bli en utmaning, speciellt att få fram en tydlig överblick på ett underlag över vilka problemområden som var aktuella och dess grundorsak. Författaren gjorde försök för att se om data i nuvarande system skulle kunna användas som underlag till analysen med viss handpåläggning, men registrerad data i nuvarande system var bristande, således resulterade detta i att examensarbetet fick ändra perspektiv.

Arbetet försvårades av en del påståenden som framkom under intervjuerna som visade sig vara motstridiga, men dessa motstridiga påståenden kunde inte styrkas med data. Författaren kom till insikt att ett stort hinder för att bedriva ett effektivt och framgångsrikt kvalitetsarbete var själva rapporteringssystemet. Företaget lägger mycket tid och resurser på rapportering samt utförande av multipla kontroller, utan att insamlad data ger underlag för djupare analys av huruvida en metod fungerar eller om fel är åtgärdade till dess grundorsak.

Ytterligare en utmaning under examensarbetets gång har varit faktorerna kring Coronapandemin, vilket gjorde att viss information angående projekt, utvecklingsidéer och rapporteringssystem framkom sent i examensarbetet. Trots rådande omständighet var en märkbar negativ påverkan på företaget mindre än förväntat.

## 5.2 Förslag

Nedan presenteras förslag och idéer på hur kvalitetsarbetet skulle kunna förbättras.

### 5.2.1 Modifierad PSM

Det huvudsakliga förslaget är att införa felorsaker/koder likt PSM metoden som är framtagen av Ståhl (2012) som bas för rapporteringssystemet. Målet med förslaget är att skapa faktorgrupper/ felorsaker som är universella men samtidigt ger en tydligare samt mer exakt grundorsak och som kan brukas mellan de olika kontrollsystemen. Detta för att möjliggöra och underlätta uppföljning och på sätt skapa ett visualiseringsverktyg för att tydliggöra problemområden samt få möjlighet att åtgärda dessa.

Som tidigare nämnt i avsnittet teori så är utformning av PSM huvudsakligen riktad mot metallbearbetning, således hade det i detta fall varit lämpligt med en modifierad modell.

En modifierad modell skulle även möjliggöra att flera skulle kunna använda data inhämtad via rapporteringssystem utan eventuell missvisande handpåläggning. Ett exempel på andra användningsområden för inhämtad data är att skapa korrekt underlag för senare ta fram åtgärdsplaner i behövande områden samt ge korrekt data för att skapa och analysera investeringskalkyler.

Företagets önskemål från start var att hitta möjliga lösningar för digitala inspektionssystem för att på så sätt säkerställa kvalitet. Dock fanns det, såsom tidigare påtalats, ingen tillförlitlig rådata för att på ett korrekt sätt skapa ett underlag för en investeringskalkyl samt för att kunna integrera ett nytt inspektionssystem och dess rapportering på ett bra sätt. Följden blev en stor risk för att eventuella beslut skulle grundas på felaktiga data. Att införa mer inspektionsutrustning går emot filosofierna inom Lean och TQM, filosofierna bygger på att kvalitet skall komma från botten upp, d.v.s. ur företagets perspektiv, minska antalet fel som sker i operatörers led.

Nedan presenteras förslag på tillvägagångssätt för framtagning av faktorgrupper, orsaker samt resultatparameter:

- Vilka av nuvarande faktorgrupper eller koder är lämpliga att ta med i ett nytt system?
- Analysera om det finns lämpliga faktorgrupper inom nyckelord likt analysen i avsnitt 4.2.7.
- Utifrån samtal med operatörer, kontrollanter med mera konstatera vad som saknas.

Det är av yttersta vikt att faktorgrupperna återspeglar verkligheten och grundorsaken presenteras. Finns det en viss osäkerhet kan Lean verktyget "Five Whys" användas. Verktyget kan även användas för underhåll av rapporteringssystem där man analyserar rapportering under grupp H enligt PSM d.v.s. okända faktorer.

### 5.2.2 Utbildning om kvalitetsarbetet för tjänstemän och operatörer

Under examensarbetet har material gällande utbildning för tjänstemän och operatörer påträffats på företagets intranät. Författaren ställde frågan om anställda inom produktionsteknik har varit på en utbildning inom kvalitetsarbete, dock verkar så inte vara fallet för intervjuade tekniker, detta gällde inte enbart produktionsteknik. Utifrån observationer och intervjuer så kan slutsatsen dras att företaget hade gynnats av utbildning inom kvalitetsarbete för att skapa en bättre förståelse och för att införa en tydligare dialog om kvalitetsarbetet. Ett förslag är att implementera en obligatorisk grundutbildning för alla inom bolaget, framförallt inom utveckling och produktion, för att på så sätt förankra begreppet kvalité på alla nivåer och i hela företagskulturen. Detta är något som ingår i konceptet TQM. Vidare skulle en uppdateringskurs hållas med jämna mellanrum för att på så sätt informera och vidareutbilda samtliga anställda om eventuella förändringar och status inom kvalitetsarbetet.

Nedan presenteras olika punkter som författaren upplever hade varit av vikt för anställda att ta del av för att få en bredare förståelse.

- Olika typer av kvalitetskontroller.
- Presentation av mjukvara.
- Nyckeltal och hur de räknas ut.
- Mål.
- Lagkrav.
- Förklaring av felorsaker.
- Vikten av att rapportera rätt.
- Användandet av till exempel grupp H okända faktorer eller kanske i nuvarande fall generellt monteringsfel.
- Presentation generellt kring organisation och kvalitetsarbete.
- Demonstration av rapportering i mjukvara. Hands on.

### 5.2.3 Rapportering och rapporteringssystem

Utifrån författaren synpunkt fungerar dagens rapporteringssystem inte optimalt. Data som finns i systemen är inte tillräckligt detaljerade för att skapa underlag till mer djupgående slutsatser. Författaren anser att företaget med en bättre optimerad rapportering skulle få följd effekter med mer tillförlitlig data som bör resultera i att arbetet blir effektiviserat. Följd effekterna sparar både tid och möjliggör att resurser kan frigöras för att fokusera på områden som tillför värden istället för till exempel handpåläggning. Ytterligare en fördel med ett väl fungerande rapporteringssystem är att problemområden kommer belysas, på så sätt kan problemområden åtgärdas d.v.s. höja kvalité vid montering och således eventuellt minska eller stagnera antalet kontrollanter. Nuvarande system resulterar, utifrån författarens perspektiv, i att problem förflyttats från produktionsrevision till provningsfel och dess kontrollanter utan att grundorsakerna har belysts eller åtgärdats. Det kan även noteras att problemen kvarstår trots ökat antal kontrollanter, vilket således bör tyda på att ökad antal kontrollanter inte ger en önskvärd effekt. Det är viktigt att mäta och skapa en korrekt nulägesbild för att på så sätt få ett bra underlag för eventuella beslut till att åtgärda/förbättra problemområden.

Utifrån författarens perspektiv bör därav fokus läggas på att från grunden skapa ett nytt system i vilket orsakskoder, interface med mera redogör för brister. Att kombinera tidigare data med ett nytt system med en annan kodbas ses inte som möjligt. I efterföljande underavsnitt presenteras olika idéer och förslag.

#### 5.2.3.1 Nytt system

Något som kan diskuteras är svårigheterna med att byta koder för rapporteringssystem på grund av den påverkan det har på uppföljningen och det dagliga kvalitetsarbetet. I författarens mening bör det inte finnas några hinder för att byta system, speciellt då företagets system används på ett felaktigt sätt samt saknar uppföljning av själva grundorsakerna. Det är viktigt i ett eventuellt byte av system att utreda exakt vilken uppföljning som görs i dagsläget och utifrån detta utgå från vilka krav som ska ställas på det nya systemet.

Vid utformning av ett nytt rapporteringssystem bör studier göras där bland annat parametern "tid" vid till exempel tidsåtgång för felrapportering bör mätas. Framförallt för operatörerna ute i produktion där systemen måste vara lättanvända och snabba. En idé skulle kanske vara att separera rapporteringssystemet från affärssystemet d.v.s. ingen direkt koppling, detta då affärssystem inte alltid är lämpliga för att direkt hantera data ifrån ett rapporteringssystem. Ett affärssystem är oftast "stelbent" d.v.s. innehar begränsningar i informationshantering. Därav kan det vara lämpligt att ha ett separat system med databas där data lagras, sen kan viss information hämtas in i affärssystemet i den mån att systemet stöder det, detta skulle resultera i att systemet kan bli mer flexibelt (Sjöström, 2020).

Företagets affärssystem verkar ha sina begränsningar så som underhåll av rapporteringssystem (felorsaker), svårighet att rapportera fler än ett fel, hantering av bilder med mera. Det skulle vara lämpligt att implementera ett liknande förslag om grafiskt rapporteringssystem och sedan hämta in data som behövs till affärssystemet. En åtgärd enligt idén skulle innebära att vissa detaljer om ett specifikt ärende inte skulle behöva lyftas in i affärssystemet.

Systemen bör utformas på ett sådant sätt så att felorsak skall vara relativt nära grundorsaken så att uppföljning av gjorda investeringar och pilotprojekt som till exempel digitala arbetsinstruktioner kan följas upp. Värt att notera är att under examensarbetets gång har det framkommit motstridig information om test skärmen som sitter ute i produktionen. Vissa anställda påstår att skärmen används, vissa antyder dock att den endast används vid utbildning och upplärning och vissa påstår att den inte används alls. Således skulle det i den motstridiga information om skärmens användningsområde vara bra att enkelt få möjlighet att jämföra huruvida någon effekt uppnås vid användning av skärm. Utifrån författarens korta observationer som har gjorts så används skärmen i väldigt sällsynta fall. Placeringen är inte naturlig och det verkar som att operatörer behöver scrolla igenom eller trycka igenom instruktioner för att få fram information. Detta är något som en operatör troligtvis sällan gör om hen går på ackord då det är tidskrävande och då det saknas information om dess nyttjande ger en önskad förbättring utan att påverka ackorden negativt. Således är skärmens verkliga effekt oviss och dess användbarhet och värde i aktuellt sammanhang kan ifrågasättas.

#### *5.2.3.2 Arbetssätt för rapportering*

Arbetssättet som kontrollanterna rapporterar på idag kan diskuteras då det finns en risk för att kontrollanter glömmar bort detaljer vid en retroaktiv rapportering. Det nuvarande rapporteringssättet bjuder även in till att detaljer kan blandas ihop när kontrollanter väl ska inrapportera flera saker samtidigt. Således enligt författaren, bör ett mobilt rapporteringsalternativ undersökas inklusive möjligheten att bifoga bilder och utöka möjligheten för fler anteckningar vid behov.

Kontrollanten aktuell innan kyldeldsdriftprovingen bör ha en terminal nära till hands för att få möjligheten att snabbt och direkt rapportera. Det blir ett väldigt spring bland kontrollanter som sannolikt inte bidrar till full potentiell effektivitet.

#### *5.2.3.3 Standardisering av rapporter*

Ett fungerade system skulle kunna ge standardiserade rapporter och minska handpåläggning som kvalitetsavdelningen behöver göra. Detta gäller framförallt för kassationsrapporter som hämtas in veckovis.

#### *5.2.3.4 Ansvarsområden rapporteringssystem*

Viktigt med ett rapporteringssystem är att definiera vilka ansvarsområden som finns, speciellt gällande drift och underhåll av systemet. Författarens förslag är att sätta upp och förtydliga ansvarsområden gällande underhåll, uppföljning med mera av rapporteringssystemen. Exempel på definierade ansvarsområden är: systemexpert, administrativ ansvarig, lokalt ansvarig med mera.

#### *5.2.3.5 Identifiering vid rapporteringssystem*

I dagsläget matas unika anställningsnummer in som identifiering. Något som har nämnts under datainsamlingen är att vissa anställda använder någon annans anställningsnummer som kan matas in snabbare, således resulterar det i ett icke tillförlitligt system. Författaren har själv upplevt att hans tillfälliga anställningsnummer har använts av någon annan för att göra en lagerflytt. Författarens förslag är att de rapporterande skall använda passerkort för att identifiera sig och således minska risken för användandet av andras identiteter. Det nuvarande systemet gör att anställningsnumret kopplat till rapportering inte kan litas på till hundra procent. Däremot så har det kommit upp vid en informell intervju att integration med passerkort i en annan kontrollprocess inte var möjligt ur företagets IT-synpunkt.

#### *5.2.3.6 Dokumentation av rapporteringssystem*

Ett förslag för dokumentation av rapporteringssystem är att sätta upp en sida i företagets intranät där instruktioner och förklaringar finns att tillgå angående olika rapporteringssystem. Sidan bör vara tillgängligt för alla berörda avdelningar. På så sätt bör missförstånden minska om det finns fastställt material som tydligt definierar användning av system. Materialen bör finnas lättillgängliga om osäkerhet skulle uppstå. Författarens åsikt är att systemet kan användas av fler än endast avdelningar inom kvalitet och produktion, till exempel skulle materialet kunna användas inom produktionsteknik för att identifiera förbättringsområden samt för att kunna använda relevant data i en investeringskalkyl.

#### 5.2.3.7 Underhåll och utveckling

Enligt författaren är det av vikt att ha ett tätare samarbete med IT och driva ett kontinuerligt utvecklingsarbete med rapporteringssystemet. Det innebär även att det är viktigt att system underhålls, att problem identifieras och åtgärder implementeras. Diskussioner bör föras om den nuvarande interna IT-avdelning hinner med utveckling och underhåll eller om extern programvara skall tas in. Det lyfter resursfrågan om berörd IT avdelning har tid och finns tillgängliga som stöd, annars finns det en risk att underhållet av systemen brister samt att system riskerar att användas på fel sätt eller inte alls. Det är således särskilt betydelsefullt att bygga upp ett förtroende för systemen igen.

#### 5.2.4 Vidareutveckling av kvalitetskontroller

Om en automatiserad inspektionslösning implementeras så är det viktigt att data kan bli integrerat då det underlättar uppföljning ur en investeringssynpunkt och för analys.

#### 5.2.5 Uppföljning och hantering av data

För uppföljning samt hantering av data av rapporteringssystem bör tydliga instruktioner finnas för hur data skall kunna hämtas, speciellt gällande exportering av data ut till bland annat Excel. Detta för att fler skall kunna ta del av och nyttja den data som finns. Instruktioner/ utbildning bör således vara obligatorisk för nyanställda tjänstemän, däribland bör kvalitetstekniker samt produktionstekniker prioriteras. Enligt författaren är det viktigt att anställda innehar en viss förståelse för rådata för att undvika felaktigt presenterad data med förekommen handpåläggning. Handpåläggning kan skapa viss förvirring vid analysering av data speciellt vid kassationskostnader som kan bli missvisande. Som nämnt tidigare förekommer vissa fel speciellt vid handpåläggning som skapas i Excelfiler.

Vidare till uppföljning av rapporteringssystem, så bör det enligt författarens mening generas en uppföljning av vilka typer av fel som uppkommer och dess faktorer. Det bör även inkluderas satta mål i olika huvudgrupper, det vill säga inte bara ha övergripande mål för andel fel. Vid uppföljning av återkommande fel och huruvida en åtgärd har gett önskad effekt så bör systemen vara utformade för möjligheten att jämföra grundorsaker och därmed möjliggöra jämförelse mot tidigare åtgärder. Systemet skall inte förlita sig på anställdas minnen om likande problem har förekommit eller ej.

Något som framkommit är att systemen inte alltid används på samma sätt av samtliga anställda, rapportering särskiljs från person till person. För att motverka detta bör det finnas en arbetsinstruktion för hur en korrekt rapportering ska genomföras och det bör givetvis ingå i grundutbildningen om hur systemen skall användas.



### 5.3 Data och kvalitet på inhämtade data.

Diagram och referensdata som är presenterade i rapporten är uthämtade från affärssystemet och det har som tidigare nämnt krävt en del handpåläggning och databehandling, viss handpåläggning har gjorts så som kvalitetsavdelningen gör. Vid handpåläggning använder kvalitetsavdelningen kontrollanters anställningsnummer för att sortera beroende på om det är en kontrollant eller operatör som har rapporterat. Här kan det uppstå förvirring gällande data då anställda som byter position från till exempel operatör till kontrollant bibehåller sitt unika anställningsnummer, detta riskerar att rapportering och sortering kan bli missvisande då affärssystemet inte kan särskilja nya positioner.

På grund av utformning och kvalitén på referensdata så har författaren varit försiktig i sina slutsatser, detta då det kan finnas ytterligare parametrar i referensdata som inte har vägts in som kan påverka resultaten. Dock kan slutsatserna ge en indikation på nuläge samt trender, vidare finns det risker avseende handpåläggning huruvida den är korrekt eller inte. Under examensarbetet har jämförelser gjorts mot kvalitetsavdelningsrapporter där en del av författarens uppställningar återfinns inte i kvalitetsavdelnings rapporter.

#### 5.4 Rekommendationer

Ett förbättringsarbete eller en implementering av förslag bör ledas av kvalitét- och miljöavdelningen som sedan plockar in lämplig kompetens efter behov. Ur författarens synvinkel så behöver rapporteringssystemen ses över, där vikt bör läggas på att rapportering ger fler detaljer med en koppling till grundorsak och resultat så att viktiga slutsatser kan dras. Författarens rekommendation är att sätta upp helt nya faktor-/orsakgrupper samt resultatparametrar likt PSM-metoden enligt Ståhl (2012). Detta nya kodsysteem skall innefatta alla rapporteringssystem vilket resulterar i ett enhetligt system där jämförelse kan skapas mellan de olika systemen.

Huruvida det bör vara ett inköpt eller eget utvecklat system är en svår fråga. Det är viktigt att väga in i bedömningen av ett nytt system, om hur underhåll och utveckling av systemet skall fungera så att systemet hålls aktuellt. Systemet måste vara lättarbetat. Vid egenutveckling av system finns det fördelar så som möjligheten att anpassa det efter preferens och behov. Däremot finns risken att systemet inte underhålls eller utvecklas då till exempel nya projekt eller arbetsuppgifter kan komma i vägen hos den utvecklande avdelningen. I företaget i fråga är det något som har anmärkts på under examensarbetets gång, att berörd avdelning verkar ha fullt upp, vilket medför att ändringar dröjer och nedprioriteras. Ur författarens synpunkt är det viktigt att få en fungerande och tillförlitlig bas gällande data för kvalitetsarbete, detta för att kunna fatta rätt beslut baserat på korrekt data.

Utbildning och introducering av kvalitetsbegrepp i alla steg och avdelningar inom företaget är en viktig del av förändringsarbetet, utbildning om kvalitetsarbete och dess frågor bör således vara obligatoriska för alla inom företaget.

Sammanfattningsvis, vägen till ett nytt system kommer ta tid. Det är av yttersta vikt att alla berörda avdelningar och dess personal inkluderas i både arbetet med kodbas, interface samt standardisering av rapporter. Enligt författaren är valda teorier, mätningar och insamlad data grunden till ett framgångsrikt kvalitetsarbete samt en nyckel för att lyfta kvalitetsarbetet till nästa nivå.

## Litteraturförteckning

- Cengel, Y. A. & Boles, M. A., 2011. *Thermodynamics - An engineering approach*. 6:e upplagan red. New York: McGraw-Hill.
- Dahlgaard, J. J., Khanji, G. K. & Kristensen, K., 2005. *Fundamentals of Total Quality Management*. 1 red. u.o.:Routledge.
- Höst, M., Regnell, B. & Runeson, P., 2006. *Att genomföra examensarbete*. Lund : Studentlitteratur AB, Lund.
- Kiran, D., 2017. *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies*. u.o.:Elsevier Inc.
- Narusawa, T. & Shook, J., 2009. *Kaizen Express - Fundamentals for your Lean Journey*. Cambridge, MA, USA : u.n.
- Ohno, T., 1988. *Toyota Production System - Beyond Large-Scale Production*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Sjöström, M., 2020. *Rådgivande affärsutvecklare, AFRY, Division Infrastructure Digitalization Management* [Intervju] (13 02 2020).
- Ståhl, J.-E., 2012. *Industriella tillverkningsystem del 1, Material och tillverkningsmetoder*. 1:a upplagan red. Lund: Industriell Produktion, LTH.
- Ståhl, J.-E., 2012. *Industriella tillverkningsystem, DEL II - Länken mellan teknik och ekonomi*. Lund: Industriell produktion, Lunds universitet.
- Ståhl, J.-E., 2015. *NEXT STEP a Philosophy concerning Development of Manufacturing Systems – The link between technology and economics*. Lund: Lund Universitet.
- Zairi, M., 1991. *Total Quality Management for Engineers*. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

## Appendix A, VBA kod ifrån Microsoft Excel

Denna metod går ut på att man loopar igenom varje cell och sen söker och ersätter cellen. I detta fall är det mellanslag som tas bort. Denna metod visade sig mycket tidskrävande och prestanda krävande för större mängd data.

Sub format()

```
Dim r As Range
Dim i As Integer
Dim c As ListObject
Set c = Worksheets("raw").ListObjects("raw") 'Här sätts vilket blad och tabell som programmet ska behandla.

For i = 3 To 3 Step 1 'Parameterar för vilka kolmuner som ska behandlas. Step används för att används för att kunna ta varannan kolumn om så behövs.

    For Each r In c.ListColumns(i).DataBodyRange
        r = Replace(r, " ", "")
    Next r
    c.ListColumns(i).Range.NumberFormat = "yyyy-mm-dd" 'Här läggs in vilken format som celler ska ha. Tal utan decimal är "0".
    c.ListColumns(i).DataBodyRange.Calculate
Next i
MsgBox "KLART"
```

End Sub

Rekursiv metod mer lämplig att hantera stora mängder data. Här behövs inte calculate för att få cellerna att uppdatera sig.

```
Sub format()
```

```
    Dim r As Range
```

```
    Dim i As Integer
```

```
    Dim c As ListObject
```

```
    Set c = Worksheets("raw").ListObjects("raw")
```

```
    For i = 3 To 3 Step 1 'Parameterar för vilka kolmuner som ska behandlas. Step används för att används för att kunna ta varannan kolumn om så behövs.
```

```
        Call clean(c, r, i)
```

```
        c.ListColumns(i).DataBodyRange.NumberFormat = "0"
```

```
    Next i
```

```
    MsgBox "KLART"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub clean(c As ListObject, r As Range, i As Integer)
```

```
    Set r = c.ListColumns(i).DataBodyRange
```

```
    r.Replace _
```

```
        What:=Space(1), _
```

```
        Replacement:=""
```

```
    Set r = r.Find(What:=Space(1))
```

```
    If Not r Is Nothing Then
```

```
        Call clean(c, r, i)
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

## Appendix B, Formler för nyckelordsökning

### Alternativ 1

```
=OM(ÄRTAL(SÖK("Jord";[@TEXT]));"Jord";OM(ÄRTAL(SÖK("Kardel";[@TEXT]));"Kardel";OM(ÄRTAL(SÖK("Givar";[@TEXT]));"Givare";OM(ÄRTAL(SÖK("Iso";[@TEXT]));"Isolering";OM(ÄRTAL(SÖK("Bytt";[@TEXT]));"Bytt";OM(ÄRTAL(SÖK("Inverter";[@TEXT]));"Inverter";OM(ÄRTAL(SÖK("Plåt";[@TEXT]));"Plåt";OM(ÄRTAL(SÖK("Lödn";[@TEXT]));"Lödning";OM(ÄRTAL(SÖK("Krets";[@TEXT]));"Kretskort";OM(ÄRTAL(SÖK("ven";[@TEXT]));"Ventil";OM(ÄRTAL(SÖK("Kond";[@TEXT]));"Kondensator";OM(ÄRTAL(SÖK("pump";[@TEXT]));"Pump";OM(ÄRTAL(SÖK("fyll";[@TEXT]));"Fyllmängd";OM(ÄRTAL(SÖK("kab";[@TEXT]));"Kablar";OM(ÄRTAL(SÖK("komp";[@TEXT]));"Kompressor";OM(ÄRTAL(SÖK("nit";[@TEXT]));"Nit";OM(ÄRTAL(SÖK("motor";[@TEXT]));"Motor";OM(ÄRTAL(SÖK("Prog";[@TEXT]));"Program";OM(ÄRTAL(SÖK("clip";[@TEXT]));"Clips";OM(ÄRTAL(SÖK("stift";[@TEXT]));"Stift";OM(ÄRTAL(SÖK("elpa";[@TEXT]));"Elpatron";0))))))))))))))))))
```

Alternativ 2, som letar nyckelord i tabellen keyword istället för formeln.

```
=OMFEL(INDEX(keyword[Nyckelord];PASSA(SANT;ÄRTAL(SÖK(keyword[Söktext];[@TEXT]));0));"Övrigt")
```

## Appendix C, Nyckelord

Inhämtat från provningsfel excel fil.

Söktext	Nyckelord
Anod	Anod
Avluft	Avluftning
Bytt	Bytt
clip	Clips
klip	Clips
kipp	Clips
Disp	Display
elpa	Elpatron
etik	Etikett
Dekal	Etikett
skylt	Etikett
ettik	Etikett
Felkopp	Fel kopplad
Fel kopp	Fel kopplad
Fel mont	Fel monterat
Felmont	Fel monterat
Filter	Filter
repa	Finish
finsch	Finish
repig	Finish
märke	Finish
Frontlucka	Frontlucka
Fyll	Fyllmängd
gasbrist	Fyllmängd
gasmängd	Fyllmängd
föra	Förångare
Giv	Givare
Häck	Häckskada
Inkopp	Inkopplingsfel
Inv	Inverter
Iso	Isolering
Jord	Jord
kab	Kablar
slad	Kablar
Kardel	Kardel
Kläm	Klämd
Komp	Kompressor
Kond	Kondensor
kont	Kontakt
duttad	Kontroll
Koppling	Koppling

Krets	Kretskort
kort	Kretskort
Läck	Läckage
Lödn	Lödning
Lödd	Lödning
nit	Nit
packning	Packning
Plåt	Plåt
Pres	Pressostat
Prog	Program
Pump	Pump
stift	Stift
Stom	Stomme
Termo	Termostat
usb	USB
ven	Ventil
ej kopp	Ej kopplad
Motormod	Motormodul
Motor mod	Motormodul



## Appendix D, Kodning kassationer utifrån orsak och rapporterade avdelning.

Detta är inhämtat från kvalitetsavdelning som en del i handpåläggningen.

ID	Kod	Avd.	Kodas som
BOC0012303	BOC001	2303	2303
BOC0012901	BOC001	2901	2901
BOC0014402	BOC001	4402	2401
LAG0012301	LAG001	2301	4302
LAG0012302	LAG001	2302	4302
LAG0012303	LAG001	2303	4302
LAG0012304	LAG001	2304	4302
LAG0012305	LAG001	2305	4303
LAG0012401	LAG001	2401	4402
LAG0012402	LAG001	2402	4402
LAG0012403	LAG001	2403	4402
LAG0012404	LAG001	2404	4402
LAG0012405	LAG001	2405	4402
LAG0012901	LAG001	2901	4302
LAG0014302	LAG001	4302	4302
LAG0014303	LAG001	4303	4303
LAG0014305	LAG001	4305	4305
LAG0014402	LAG001	4402	4402
LAG0014405	LAG001	4405	4405
LAG0014902	LAG001	4902	4902
SKA0012301	SKA001	2301	2301
SKA0012302	SKA001	2302	2302
SKA0012303	SKA001	2303	2303
SKA0012304	SKA001	2304	2304
SKA0012305	SKA001	2305	2305
SKA0012401	SKA001	2401	2401
SKA0012402	SKA001	2402	2402
SKA0012403	SKA001	2403	2403
SKA0012404	SKA001	2404	2404
SKA0012405	SKA001	2405	2405
SKA0012901	SKA001	2901	2901
SKA0014303	SKA001	4303	2305
SKA0022301	SKA002	2301	2301
SKA0022302	SKA002	2302	2302
SKA0022303	SKA002	2303	2303
SKA0022304	SKA002	2304	2304
SKA0022305	SKA002	2305	2305

SKA0022401	SKA002	2401	2401
SKA0022402	SKA002	2402	2402
SKA0022403	SKA002	2403	2403
SKA0022404	SKA002	2404	2404
SKA0022405	SKA002	2405	2405
SKA0022901	SKA002	2901	2901
SKA0024303	SKA002	4303	2305
SKA0032301	SKA003	2301	2301
SKA0032302	SKA003	2302	2302
SKA0032303	SKA003	2303	2303
SKA0032304	SKA003	2304	2304
SKA0032305	SKA003	2305	2305
SKA0032401	SKA003	2401	2401
SKA0032402	SKA003	2402	2402
SKA0032403	SKA003	2403	2403
SKA0032404	SKA003	2404	2404
SKA0032405	SKA003	2405	2405
SKA0032901	SKA003	2901	2901
SKA0034303	SKA003	4303	2305
SKA0042301	SKA004	2301	2301
SKA0042302	SKA004	2302	2302
SKA0042303	SKA004	2303	2303
SKA0042304	SKA004	2304	2304
SKA0042305	SKA004	2305	2305
SKA0042401	SKA004	2401	2401
SKA0042402	SKA004	2402	2402
SKA0042403	SKA004	2403	2403
SKA0042404	SKA004	2404	2404
SKA0042405	SKA004	2405	2405
SKA0042901	SKA004	2901	2901
SKA0044303	SKA004	4303	2305
SKA0062301	SKA006	2301	2301
SKA0062302	SKA006	2302	2302
SKA0062303	SKA006	2303	2303
SKA0062304	SKA006	2304	2304
SKA0062305	SKA006	2305	2305
SKA0062401	SKA006	2401	2401
SKA0062402	SKA006	2402	2402
SKA0062403	SKA006	2403	2403
SKA0062404	SKA006	2404	2404
SKA0062405	SKA006	2405	2405
SKA0062901	SKA006	2901	2901
SKA0064303	SKA006	4303	2305
TRA0012301	TRA001	2301	4302
TRA0012302	TRA001	2302	4302

TRA0012303	TRA001	2303	4302
TRA0012304	TRA001	2304	4302
TRA0012305	TRA001	2305	4303
TRA0012401	TRA001	2401	4402
TRA0012402	TRA001	2402	4402
TRA0012403	TRA001	2403	4402
TRA0012404	TRA001	2404	4402
TRA0012405	TRA001	2405	4402
TRA0012901	TRA001	2901	4302
TRA0014302	TRA001	4302	4302
TRA0014303	TRA001	4303	4303
TRA0014402	TRA001	4402	4402
TRA0014902	TRA001	4902	4902
TRA0022301	TRA002	2301	4302
TRA0022302	TRA002	2302	4302
TRA0022303	TRA002	2303	4302
TRA0022304	TRA002	2304	4302
TRA0022305	TRA002	2305	4303
TRA0022401	TRA002	2401	4402
TRA0022402	TRA002	2402	4402
TRA0022403	TRA002	2403	4402
TRA0022404	TRA002	2404	4402
TRA0022405	TRA002	2405	4402
TRA0022901	TRA002	2901	4302
TRA0024302	TRA002	4302	4302
TRA0024303	TRA002	4303	4303
TRA0024402	TRA002	4402	4402
TRA0024902	TRA002	4902	4902
TRA0032301	TRA003	2301	4302
TRA0032302	TRA003	2302	4302
TRA0032303	TRA003	2303	4302
TRA0032304	TRA003	2304	4302
TRA0032305	TRA003	2305	4303
TRA0032401	TRA003	2401	4402
TRA0032402	TRA003	2402	4402
TRA0032403	TRA003	2403	4402
TRA0032404	TRA003	2404	4402
TRA0032405	TRA003	2405	4402
TRA0032901	TRA003	2901	4302
TRA0034302	TRA003	4302	4302
TRA0034303	TRA003	4303	4303
TRA0034402	TRA003	4402	4402
TRA0034902	TRA003	4902	4902
TRA0042301	TRA004	2301	4302
TRA0042302	TRA004	2302	4302

TRA0042303	TRA004	2303	4302
TRA0042304	TRA004	2304	4302
TRA0042305	TRA004	2305	4303
TRA0042401	TRA004	2401	4402
TRA0042402	TRA004	2402	4402
TRA0042403	TRA004	2403	4402
TRA0042404	TRA004	2404	4402
TRA0042405	TRA004	2405	4402
TRA0042901	TRA004	2901	4302
TRA0044302	TRA004	4302	4302
TRA0044303	TRA004	4303	4303
TRA0044402	TRA004	4402	4402
TRA0052303	TRA005	2303	2901
MAS0012303	MAS001	2303	2303
PRE0072901	PRE007	2901	2901
SVE0072405	SVE007	2405	2405
VAL0012901	VAL001	2901	2901
SVE0222401	SVE022	2401	2401
PRE0052901	PRE005	2901	2901
PRE0062901	PRE006	2901	2901
MAS0012901	MAS001	2901	2901
FIX0022401	FIX002	2401	2401
PRE0072401	PRE007	2401	2401
MAS0012402	MAS001	2402	2402
SVE0162401	SVE016	2401	2401
BOC0012401	BOC001	2401	2401
KLI0012401	KLI001	2401	2901
SVE0015402	SVE001	5402	2405
SVE0225903	SVE022	5903	Ange resp. avd
BOC0012402	BOC001	2402	2401
SVE0222402	SVE022	2402	2401
BOC0012404	BOC001	2404	2401
BOC0015402	BOC001	5402	Ange resp. avd
MAS0012302	MAS001	2302	2302
SKA0044402	SKA004	4402	4402
SKA0044302	SKA004	4302	Ange resp. avd
SKA0054303	SKA005	4303	2305
TRA0015301	TRA001	5301	4303
MÅT0012901	MÅT001	2901	2901
PRE0072405	PRE007	2405	2405

## Appendix E, Sortering för produktionsgrupp

```
=OM(VÄNSTER([@[Finished item number]];2)="64";"LVP";OM(VÄNSTER([@[Finished item number]];2)="65";"MVP";OM(VÄNSTER([@[Finished item number]];2)="66";"FVP";OM(VÄNSTER([@[Finished item number]];2)="67";"Reserv";"ÖVRIGT")))))
```

## Appendix F, Sortering Anställningsgrupper

Med en letarad formel söks anställningsnummer upp i tabell hämtad ifrån affärssystem och returnerar anställningsgrupp. Tabell är sammansatt från olika hämtningar via affärssystemet, dels, d ifrån anställningsregister och dels ifrån Facilities.

```
=OMFEL(LETARAD([@[ Employee number]];Tabell7[#Alla];7;FALSKT);"Övrig")
```