

CHALMERS



Six Sigma - Undersökning av bakomliggande orsaker till kvalitets- och effektivitetsproblem på ett medelstort tillverkningsföretag

Six Sigma - An investigation of underlying causes for quality and efficiency problems at a medium sized manufacturing enterprise

**EXAMENSARBETE FÖR HÖGSKOLEINGENJÖRSEXAMEN INOM
MASKININGENJÖRSPROGRAMMET**

Gustav Kamperin

Pogos Pogosjan

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik

Avdelningen för Avancerad förstörande provning / Högsparningsteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sweden, 2014

Examinator: Peter Hammersberg Examensarbete No. 118/2014

Förord

Som avslutning på vår utbildning på högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik vid Chalmers tekniska högskola utfördes vårt examensarbete omfattande 15hp på företaget Eribel Production AB som är kontraktstillverkare av kretskort.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare på Chalmers, Peter Hammersberg som gett oss mycket goda råd samt stöd genom hela projektets gång. Vi vill också rikta ett stort tack till handledarna Alen Juric och Börje Karlsson på Eribel som möjliggjorde projektet och för de råd och det stöd som de gett oss. Ett stort tack till alla operatörer, Martin Hedlund samt Kristofer Larsson på ytmonteringsavdelningen som varit mycket tillmötesgående och hjälpsamma samt ett gott sällskap under projektets gång.

Sammanfattning

I stora företag och organisationer är kvalitetsarbete allmänt vedertaget och något som ses som en naturlig del i den dagliga verksamheten. SME (Small and Medium-sized Enterprises) ligger inom detta område i allmänhet efter större företag, vilket även är fallet för Eribel Production AB, där projektet genomfördes.

Syftet med projektet var att finna de bakomliggande orsakerna till kvalitetsproblemen samt den låga maskinutnyttjandegraden vid Eribels ytmonteringsavdelning, med emphasis på det sistnämnda samt att ge förslag på lämpliga förbättringsåtgärder. Detta med hjälp av DMAIC-metodiken (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) som ingår i Lean Six Sigma. På grund av tidsbegränsning har endast delarna Define, Measure och Analyse i DMAIC genomförts.

Både kvalitativ och kvantitativ data har samlats in och analyserats med hjälp av ett antal av de ingående verktygen i Six Sigma. Eribel har huvudsakligen två typer av stopp som inverkar på maskineffektiviteten, det ena är omställningsstopp och det andra är stopp under drift. Analys av dessa moment visade att omställningstiderna är så långa som de kan förväntas vara och att endast en systematisk förändring i grunden kan förkorta omställningstiderna avsevärt. Utifrån de stopptider som observerats under drift beräknades maskinkostnaden för de oplanerade stoppen till 723 800 kr för ett helt år. Orsaker till stopp under drift är av varierande slag och av varierande längd. Styrdiagram över stopptider under drift indikerar att stopp längre än tio minuter kan vara av värde att följa upp och om möjligt eliminera. Stopp kortare än tio minuter tillhör processens normala variation och åtgärdsförsök riskerar att orsaka överstyrning vilket kan resultera i försämringar och större variation.

En huvudslutsats som drogs av projektet var att det första steget bör vara att företaget förbättrar och utökar sitt mätsystem. När detta gjorts blir det lättare att se vilka problem som ska åtgärdas först och främst. Ett mindre projekt av detta slag ger en god inblick i företags situation men det ger inte nödvändigtvis tillräcklig grund för att specifika åtgärder ska kunna implementeras i produktionen.

Nyckelord: DMAIC, SME, TQM, styrdiagram

Summary

Quality management (QM) is well established in large companies and organisation, in SMEs (Small and Medium-sized Enterprises) however, QM is still in the early stages of introduction, which correlates with Eribel Production ABs situation.

The aim of the project was to examine and identify the root causes to the quality issues and the low efficiency at Eribels surface-mount unit, with emphasis on the low efficiency. Furthermore, the aim was to give advice on appropriate improvement actions by using the DMAIC (Define, Measure, Analyse, Implement, Control) methodology, provided by Lean Six Sigma. Due to the limited time at hand, only Define, Measure and Analyse parts of DMAIC were executed.

Both qualitative and quantitative data was collected and analysed, by using several tools from the Six Sigma toolbox. There are two types of stops that contribute to the low efficiency, one is due to setup changes, and the other is due to failures during production. Following analyse of the time to carry out setup changes, shows that it is stable and that a thorough change of the process is needed in order to substantially reduce the setup change time. The machine cost due to failures during production was calculated to 723800 SEK a year by assuming that the stoppage times following failures in production observed over a shorter period of time was representable for the whole year. The causes for the stoppage time following failure in production are varying both in nature and duration. A control chart, monitoring the stoppage times, indicates that stops running longer than ten minutes are probably worth investigating more closely and if possible eliminating. Stops running shorter than ten minutes belong to the process' natural behaviour, and trying to adjust these risks to cause over steer the process, which results in added variation.

One of the main conclusions that were drawn during the project was that Eribel should expand and improve the existing measuring system as their first action for improvement. A well functioning measuring system will clarify the different quality issues on Eribels surface-mount unit and make it more simple to prioritise whiche issues that should be tackled first. Finally, a project of this kind and size gives a good insight into the company's situation but it does not necessarily provide a sufficient basis for suggesting specific actions in production.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Problemdiskussion	2
1.3 Syfte	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Precisering av frågeställning	3
2. Teoretisk referensram	4
2.1 Kvalitetsbegreppet - TQM	4
2.1.1 Sätt kunden i fokus	4
2.1.2 Arbeta med processer	5
2.1.3 Basera beslut på fakta	5
2.1.4 Arbeta ständigt med förbättringar	5
2.1.5 Skapa förutsättningar för delaktighet	6
2.2 Kvalitetsarbete i SME	7
2.3 Generellt om mätsystem i SME	7
2.3.1 Variation	8
2.3.2 Stryrdiagram	8
2.3.3 Beslutsfattande med hjälp av styrdiagram	9
2.3.4 Revidering av styrdiagram	10
3. Metod	11
3.1 Litteratursökning	11
3.2 Datainsamling	11
3.3 Analysmetod	11
3.4 Tillämpning av Six Sigma: DMA	12
3.4.1 Define	12
3.4.2 Measure	13
3.4.3 Analyse	13
4. Resultat	15
4.1 Resultat Define	15
4.1.1 Processbeskrivning	15
4.1.2 Resultat från KJ Shiba-övning	19
4.1.3 SIPOC	20
4.2 Resultat Measure	20

4.2.2 Ekonomisk beräkning av maskinkostnad per år	20
4.3 Resultat Analyse.....	21
4.3.1 Styrdiagram för omställningstider	21
4.3.2 Fiskbensdiagram för omställningstider.....	22
4.3.3 Resultat av stopptider under produktion.....	23
4.3.4 Styrdiagram för stopptider under produktion	25
4.3.5 Företagets nuvarande visualisering av effektivitet	27
4.3.6 Styrdiagram för effektivitet.....	28
5. Diskussion	30
5.1 Allmän Diskussion.....	30
5.2 Diskussion av frågeställningar.....	30
5.2.1 Företaget upplever att ställtiderna i dagsläget är för långa och vill undersöka vilka svårigheter som föreligger och vilka möjligheter det finns för att optimera ställ.....	30
5.2.2 Vad är orsakerna till att Siemens-linan står stilla stora delar av den planerade produktionstiden?.....	31
5.2.3 Under projektets gång ska hänsyn tas till hur bemanningen runt Siemens-linan ser ut och ge underlag för optimal fördelning av personal.	32
5.2.4 Företaget ville undersöka om material i form av sticks faktiskt är ett stort problem för produktionen samt se om det sparas mycket då man köper material på sticks kontra köp av rulle.	32
5.2.5 Ge en utomstående objektiva syn på produktionen rent allmänt.....	33
6. Slutsatser	34
7. Referenser	35
8. Bilagor	36

1. INLEDNING

I detta kapitel presenteras bakgrunden till det valda projektet och hur nuvarande situationen ser ut. Vissa för- och nackdelar med Lean Six Sigma i små och medelstora företag presenteras i problemdiskussionen och slutligen presenteras syftet till rapporten samt vilka avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

Eribel Production AB är ett medelstort företag beläget i Sjömarken strax utanför Borås. Företaget har cirka 80 anställda och omsättningen för år 2013 var 127 miljoner kronor. Huvudverksamheten är kontraktstillverkning av kretskort, både yt- och hålmonterade men även färdiga produkter tillverkas. Slutkunderna finns främst inom medicin-, jordbruk- och marinelektronikbranschen.

Företaget har sedan 2002 växt stadigt och dåvarande lokaler i Fritsla blev för små, och därför flyttade företaget i fjol till större lokaler i Sjömarken. På grund av ökad omsättning ställs nu högre krav på kvalitet och effektivitet, och därför har ett Lean-arbete initierats. Eribel har anställt en ingenjör som är ansvarig för detta arbete och tanken är att detta projekt ska komplettera Lean-arbetet med Sex Sigma, vilket har blivit allt vanligare på senaste tiden. Eribel upplever att konkurrensen inom branschen är hård och att man därför behöver effektivisera produktionen för att kunna vara fortsatt konkurrenskraftiga.

På avdelningen för ytmontering känner Eribel att det finns störst behov för förbättringsarbete. De har två produktionslinor: en Siemens-lina som används vid produktion av högvolymserier och en My100-lina för produktion av mindre serier.

I dagsläget är företaget certifierade mot ISO 9001 som är en internationell standard för kvalitetsledningssystem och ISO 13485 som är ett kvalitetsledningssystem för medicintekniska produkter.

1.2 Problemdiskussion

Hög konkurrens och höga krav gällande kvalitet från kunder, som ofta utgörs av stora företag tvingar många gånger Small and Medium-sized Enterprises (SME) att arbeta med Quality management (QM), som har till syfte att ständigt förbättra och effektivisera en organisation. Verktyg som ofta används inom QM är: Lean Production och Six Sigma, men dessa verktyg är ursprungligen framtagna för stora organisationer och företag, och är inte alltid tillämpbara på små och medelstora organisationer och företag. Somliga forskare menar att QM alltid är gynnsamt och nödvändigt för SME, men forskning visar också på att många försök med att implementera QM i SME oftast misslyckas på grund av diverse olika anledningar. Marcus Assarlind har i sin forskning identifierat många kritiska faktorer som bör tas i beaktning för en lyckad implementering av QM på ett medelstort företag. I den teoretiska referensramen beskrivs vilka de kritiska faktorerna är samt vanliga problem med att initiera och implementera QM-arbete i SME mer ingående (Assarlind, 2014).

1.3 Syfte

Syftet med projektet var att finna de bakomliggande orsakerna till kvalitetsproblemen samt den låga maskinutnyttjandegraden vid Eribel AB:s ytmonteringsavdelning, med emphasis på det sistnämnda samt att ge förslag på lämpliga förbättringsåtgärder. Detta med hjälp av DMAIC-metodiken (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) som ingår i Lean Six Sigma.

1.4 Avgränsningar

Projektet avgränsas till enbart Eribels ytmonteringsavdelningen. På grund av tidsbrist kommer projektet enbart kunna fokusera på Definiera-, Mäta- och Analysera-delarna i Six Sigma. Ett krav från företaget var att produktionen inte fick störas hur som helst under projektets gång.

1.5 Precisering av frågeställning

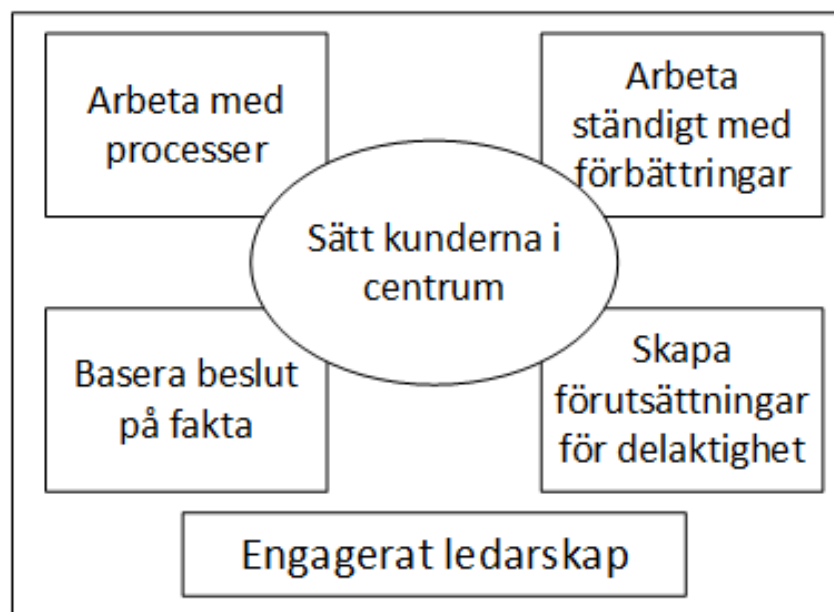
- Vad är orsaken till att Siemens-linan står still stora delar av den planerade produktionstiden?
- Företaget upplever att ställtiderna är för långa i dagsläget och vill undersöka vilka svårigheter som föreligger och vilka möjligheter det finns för att optimera ställ.
- Under projektets gång ska hänsyn tas till hur bemanningen runt Siemens-linan ser ut och ge underlag för optimal fördelning av personal.
- Företaget ville undersöka om material i form av sticks faktiskt är ett stort problem för produktionen samt undersöka om det sparas mycket då material köps på sticks kontra då material köps på rulle.
- Ge en utomstående objektiva syn på produktionen rent allmänt.

2. TEORETISK REFERENSRAM

I detta kapitel presenteras relevant forskning inom området kvalitet och annan teori som är relevant för problemet.

2.1 Kvalitetsbegreppet - TQM

Kvalitet är svårdefinierat och har flera dimensioner beroende på sammanhanget, där alla dimensioner syftar till att tillfredsställa kundens krav och önskemål. I denna del behandlas Total Quality Management (TQM) vilket är en filosofi för kvalitetsarbete där man sätter kunden i fokus och identifierar de egenskaper som behövs för att tillfredsställa denne, genom att ständigt förbättra dessa egenskaper. Grundförutsättningen för TQM är ett *engagerat ledarskap* som ser till att kvalitetstänket blir en naturlig del i företagets kultur. En annan huvuddel i TQM är att *kunden ska sättas i fokus* med stöd av fyra hörnstenar enligt nedanstående figur (Bergman och Klefsjö, 2007).



Figur 2. 1 Visar TQM:s struktur enligt Bergman och Klefsjö, 2007.

2.1.1 Sätt kunden i fokus

När man talar om att sätta kunden i fokus förs tankarna ofta till den externa kunden och dess behov och önskemål som företaget försöker identifiera och uppfylla eller överträffa. I denna

rapport sätts fokus istället på den interna kunden som utgörs av avdelningar/enheter och medarbetare i företaget. För att en avdelning eller enhet inom ett företag ska prestera så bra som möjligt måste företaget och dess ledning uppfylla deras behov och önskemål samt ge de förutsättningar som krävs för att lyckas (Bergman och Klefsjö, 2007).

2.1.2 Arbeta med processer

För att lättare kunna möta kundens krav och önskemål bör företag och organisationer arbeta med processer. Bergman och Klefsjö definierar en process som ” *En process är ett nätverk av sammanhängande aktiviteter som upprepas i tiden. Den transformerar vissa resurser till resultat som ska tillfredsställa processens kunder med så liten resursåtgång som möjligt.* “. Exempelvis kan en producerande enhet på ett företag ses som en huvudprocess där processen utfall påverkas i stor grad av de resurser som tillförs till processen. En resurs till en huvudprocess kan antingen komma från en stödprocess (t.ex. material) eller en ledningsprocess (t.ex. planering). Det är viktigt att dessa stöd- och ledningsprocesser meddelas om vad som krävs för att huvudprocessen ska leverera ett tillfredsställande resultat (Bergman och Klefsjö, 2007).

2.1.3 Basera beslut på fakta

Det görs i allmänhet många mätningar på ett företag, den är dock inte till någon nytta om erhållna data inte analyseras och tolkas på ett meningsfullt sätt. Beslut runt processen tas ofta utan tillräcklig faktagrund, vilket kan resultera i oönskade konsekvenser. Det finns en handfull enkla verktyg som kan vara till stor hjälp för att visualisera mätningar för att underlätta beslutstagande. De mätverktyg som är lämpliga är de sju ledningsverktygen (för kvalitativ data), samt de sju förbättringsverktygen (för kvantitativ data) (Bergman och Klefsjö, 2007).

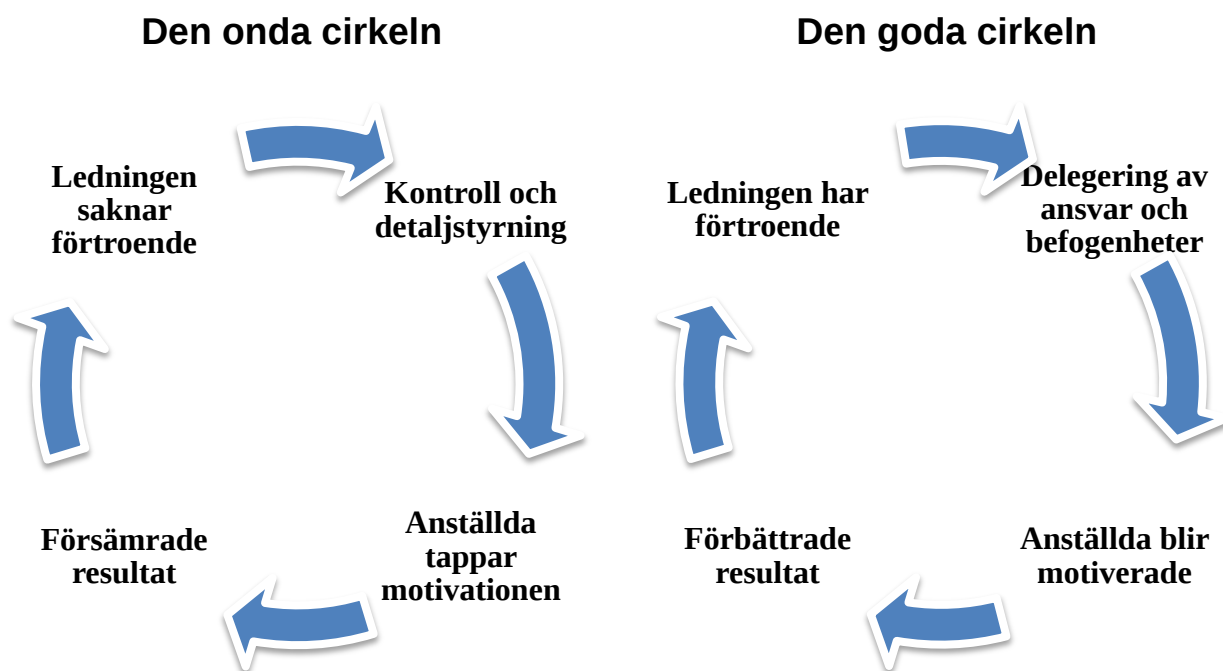
2.1.4 Arbeta ständigt med förbättringar

Grundtanken i ständiga förbättringar är att en process aldrig ska anses vara tillräckligt bra, utan strävan ska alltid vara att förbättra den, d.v.s. det är alltid möjligt att åstadkomma bättre resultat med en lägre insats. Detta blir viktigare i en allt mer föränderlig marknad där konkurrensen är hård. En process som inte är optimal kostar mer pengar än nödvändigt,

förbättras processen, om än minimalt, sparas det alltid pengar. Dessutom finns det problem med processer som är opålitliga, då det medför att produkter måste lagerhållas, detta för att möta kundens krav om leveransprecision (Bergman och Klefsjö, 2007).

2.1.5 Skapa förutsättningar för delaktighet

Ledningen i ett företag har ett stort ansvar i kvalitetsarbetet, men kan inte ensamt göra hela jobbet, utan det är av stor vikt att medarbetarna görs delaktiga i det dagliga förbättringsarbetet. Genom att involvera medarbetarna i kvalitetsarbetet erhålls inte enbart ekonomisk vinst, utan det är också sannolikt att medarbetarna blir mer engagerade samt motiverade till sitt eget arbete samt mer benägna att ta egna initiativ i kvalitetsarbetet. Medarbetare som tilldelas ansvar tenderar att bli mer motiverade i sitt arbete, vilket ger goda resultat. I de fall då arbetet detaljstyrs, resulterar det i att medarbetarna tappar motivationen till sitt arbete. Figuren nedan illustrerar två olika scenarion av ansvarsgivning (Bergman och Klefsjö, 2007).



Figur 2. 2 Illustrerar hur ansvarsdelegering påverkar de anställda enligt Bergman och Klefsjö, 2007.

2.2 Kvalitetsarbete i SME

EU-kommissionen har definierat SME (Small and Medium-sized Enterprises) som ett företag med mindre än 250 anställda samt har en omsättning som inte överskrider 50 miljoner euro. Dessa riktlinjer är dels till för att avgöra hur företag ska beskattas samt för att avgöra vilka stödprogram de är berättigade till. Utöver dess kvantitativa kriterier finns det ett antal mer beskrivande kännetecken för SME. Några av dessa är att SME har begränsade resurser (gällande ledarskap, bemanning och kapital), är beroende av ett fåtal kunder, lösningar på problem görs ofta kortsiktigt och har stor förbättringspotential (Assarlind, 2014)

I stora företag och organisationer är kvalitetsarbete(QM) allmänt vedertaget och något som ses som en naturlig del i den dagliga verksamheten. SME ligger på detta område i allmänhet efter större företag och QM är ännu inte en självklarhet, men på grund av ökad konkurrens är det nu av stor vikt att påbörja ett sådant arbete för att överleva på marknaden. På senare tid har det blivit allt vanligare att SME initierar ett sådant arbete men avsaknad av hängivenhet gör att arbetet ofta stannar av när man stöter på hinder. Det är viktigt att inte blint följa en metod som främst är riktade till stora företag då dessa har andra förutsättningar. Eftersom SME är en heterogen grupp så finns det inget generellt tillvägagångssätt för att genomföra QM men enligt Assarlind finns det vissa nyckelfaktorer som är till hjälp vid genomförandet. Det är viktigt att ledningen visar sitt engagemang i ett kvalitetsarbete och sätter upp tydliga, realistiska mål för personalen att arbeta mot så att de blir delaktiga i kvalitetsarbetet. I de fall det krävs ska personalen utbildas, extern hjälp tas in och när förändringar gjorts så ska resultatet följas upp. Framsteg som görs ska redovisas kontinuerligt för att personalen ska se nyttan med kvalitetsarbetet (Assarlind, 2014).

2.3 Generellt om mätsystem i SME

I princip alla SME mäter på ett eller annat sätt sin/sina processer för att kunna övervaka den/dessa samt för att få data som grund för beslutsfattande. Ofta används bristfälliga mätmetoder som endast förmedlar en del av sanningen om processen. Korrekta mätmetoder är kritiska för att överhuvudtaget kunna ha möjlighet att förstå sin process och fatta lämpliga beslut angående densamma. Det är vanligt förekommande att företag sätter upp ett mål av

något slag och avvikelser från det uppsatta målet tenderar att överskattas och det är vanligt att förhastade slutsatser dras av utfallet. Exempelvis är ett av de vanligaste sätten att tolka en process att jämföra två efterföljande datapunkter med varandra (t.ex. att jämföra månadens resultat med föregående månad) och om utfallet är negativt söker man förklaringar till detta och försöker då ofta åtgärda något som egentligen inte är av stor betydelse. Det är av stor vikt att de mätningar som görs sätts i ett sammanhang för att kunna erhålla mer långsiktiga resultat. Här är det viktigt att kunna skilja på om den observerade variationen i processen beror på sluppen eller om den är systematisk (Danielsson och Holgård, 2010).

2.3.1 Variation

Alla processer har en naturlig variation som beror på sluppen och denna kallas ofta för brus, det är viktigt att skilja brus från variation som är systematisk, även kallad "special causes", i en process som signalerar om att något speciellt har inträffat i processen som inte beror på sluppen. Vid förbättring av en process ska fokus ligga på att åtgärda special causes då det är enklare att identifiera och eliminera dessa. Det finns ett antal verktyg till hjälp för att kunna särskilja brus och special causes, några exempel är histogram och styrdiagram, där det senare är mer lämpligt och vetenskapligt beprövat. Om man i en process endast har brus och inga special causes kallas det att processen är under statistisk kontroll. Är processen under statistik kontroll presterar den så bra som den är kan förväntas göra, ytterligare försök att minska bruset kallas "överstyrning" och leder i allmänhet till ökad variation (Elg, Mattias 2013).

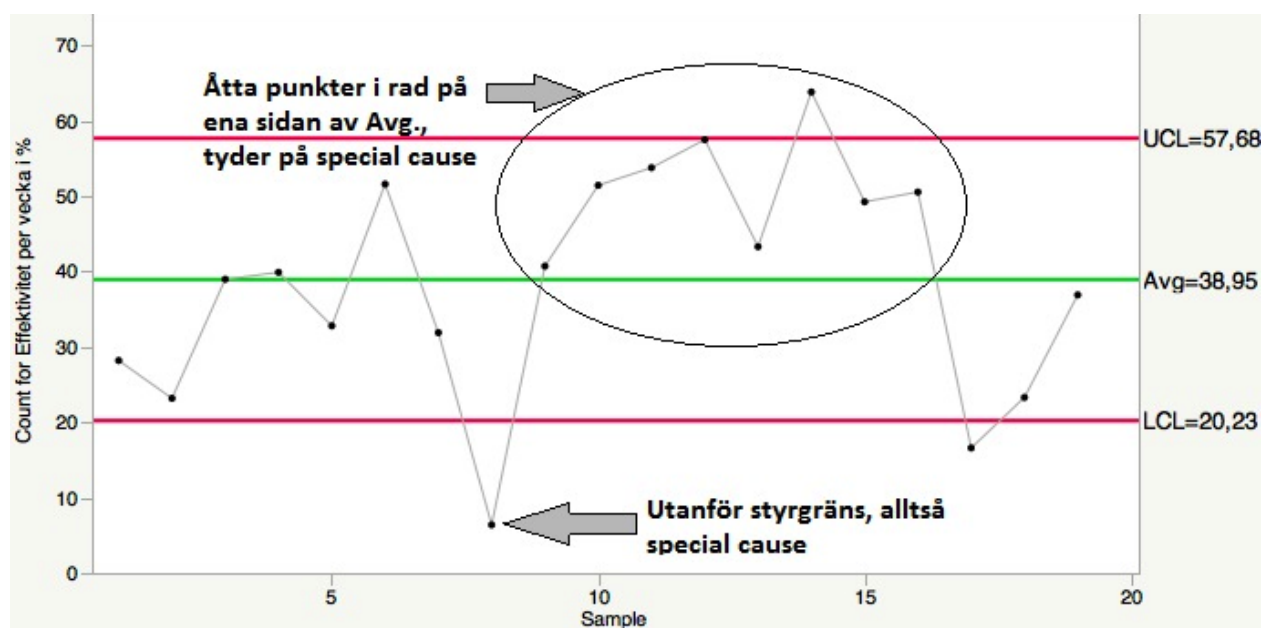
2.3.2 Stryrdiagram

Styrdiagram är ett av de sju förbättringsverktygen och är ett mycket effektivt och användbart verktyg för att övervaka processen, där en god översikt över processen erhålls. Primärt väljs vilken parameter som ska övervakas, därefter plottas ett flertal värden av denna parameter i ett diagram, där man anger tiden på x-axeln och värdet på den uppmätta parameteren på y-axeln. Sedan beräknas medelvärdet (Avg) av mätpunkterna varefter en linje motsvarande medelvärdet dras i diagrammet. Slutligen beräknas den övre (UCL) och den undre (LCL) styrgränserna samt linjer dras som motsvarar dessa i diagrammet. Ett väl utformat styrdiagram ger detaljerad information om processen samt möjlighet att förutse hur processen kommer bete sig i framtiden, vilket kan underlätta beslutsfattande (Elg, 2013).

2.3.3 Beslutsfattande med hjälp av styrdiagram

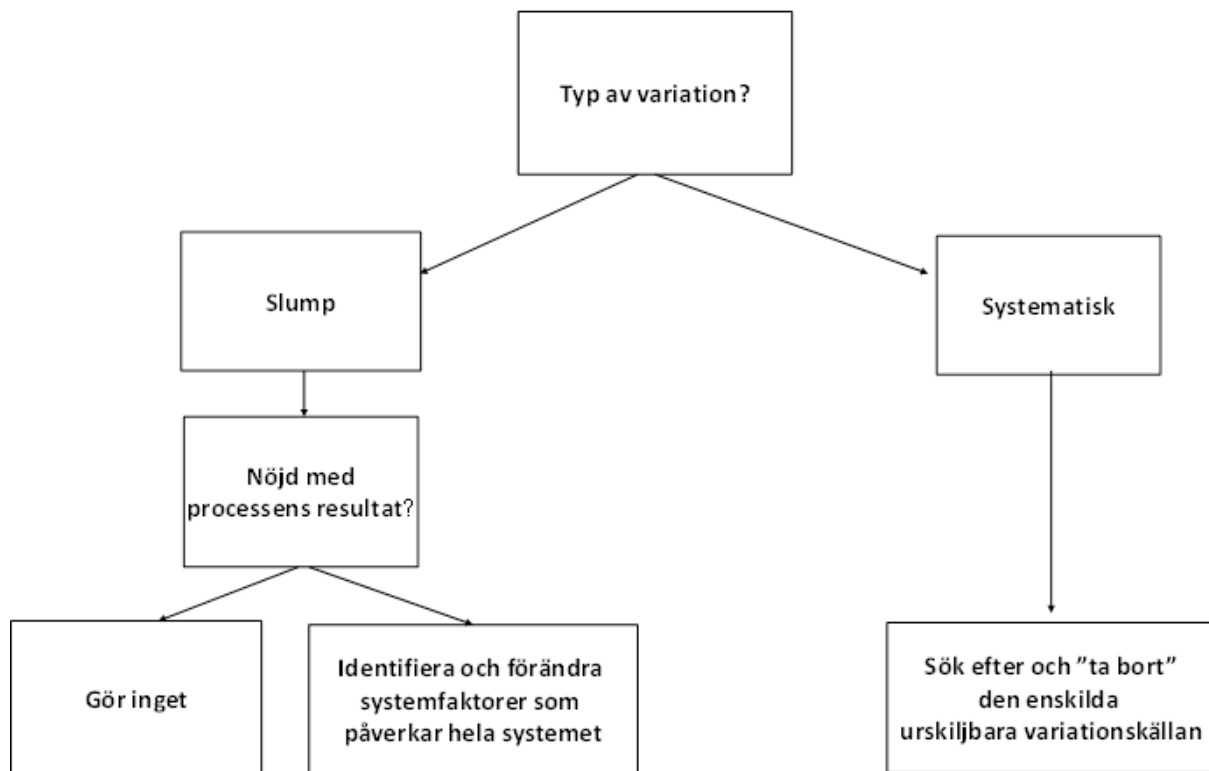
Det finns olika riktlinjer för tolkning av ett styrdiagram, de mest grundläggande är att om:

- en datapunkt hamnat utanför någon av styrgränserna tolkas det som en signal
- sex till nio efterföljande datapunkter ligger över eller under Avg tolkas det som en signal
- sex efterföljande datapunkter som ökar eller minskar tolkas det som en signal



Figur 2. 3 Illustrerar ett styrdiagram över en process som inte är under statistisk kontroll, där en punkt som är utanför styrgränserna utpekats med pil åt vänster samt åtta efterföljande punkter som ligger över Avg är inringade med en cirkel.

Genom att följa ovan nämnda riktlinjer urskiljs brus från special causes. I nästa steg ska beslutas om hur denna special cause eller brus ska hanteras. Professor Elg illustrerar ett lämpligt tankesätt som visas i nedanstående figur (Elg, 2013).



Figur 2. 4 Visar hur beslut kan tas utefter variationstyp (Elg, 2013).

2.3.4 Revidering av styrdiagram

Styrgränserna i ett styrdiagram bör revideras vid vissa omständigheter för att hålla dem à jour, dessa beskrivs nedan (Elg, Mattias 2013).

- Vid införandet av styrdiagram där styrgränser och centrumlinje baserats på mindre än 20 mätpunkter så bör dessa räknas om och uppdateras.
- Om det efter införandet av styrdiagrammet upptäcks special causes och dessa exkluderas ur styrdiagrammet, ska gränserna räknas om.
- I de fall systematiska ändringar gjorts i en process, kan deras resultat kontrolleras genom att nya styrgränser sätts in för att undersöka om processen stabiliseras till önskad nivå.
- Om det vid övervakning av processen upptäcks en långvarig förändring i dess beteende ska nya styrgränser sättas upp för att undersöka hur processens nya beteende ser ut.

3. METOD

I detta kapitel redovisas de olika metoder som använts för att besvara syftet och de olika frågeställningarna.

3.1 Litteratursökning

För att samla in information om ämnet som rapporten behandlar användes vissa sökmetoder, vilka beskrivs kortfattat i detta stycke. Strävan var att använda Chalmers biblioteksdatabas Summon i så stor grad som möjligt. De sökord som användes var: *Six Sigma*, *Lean Sigma*, *SME*, *Six Sigma + SME*, *DMAIC*, *SMED*, *OEE*, *OEE + SME*, *Styrdiagram*, *Control chart*. För att begränsa antalet träffar, sattes sökfilter till att endast visa vetenskapliga artiklar på engelska, publicerade från och med år 2000. Utifrån erhållna sökresultat valdes sedan ett dussin artiklar, vilka var relevanta för rapporten. Information som inte hittades i Summon söktes på Google samt i kurslitteratur. Slutligen erhöles tips om information från handledaren Peter Hammersberg, som även var kontaktlänk med Marcus Assarlind som tillhandhöll mycket relevant information om kvalitetsarbete i SME.

3.2 Datainsamling

Insamling av kvalitativ data gjordes med informella intervjuer med berörd personal samt med hjälp av en brainstormingsövning. Kvantitativ data samlades in genom att observera produktion vid ytmonteringsavdelningen genom att anteckna samt ta tid på kritiska moment.

3.3 Analysmetod

Insamlad data analyserades med vissa hjälpmedel för att strukturera upp data som erhöles och för att sätta dessa i ett större sammanhang. De hjälpverktyg som användes var Microsoft Excel, Microsoft Office Visio, SAS JMP, släktskapsdiagram, fiskbensdiagram, paretodiagram, SIPOC.

3.4 Tillämpning av Six Sigma: DMA

3.4.1 Define

I ett första möte med handledarna på Eribel AB presenterades olika projektförslag som företaget ville genomföra. Det ena projektet fokuserade på företagets lager och processerna kring detta, det andra fokuserade på ytmonteringsavdelningen och dess problem med kvalitet och effektivitet. Efter en kortare diskussion kom projektgruppen fram till att ytmonteringsavdelningsprojektet skulle väljas då företaget hade störst potentiell vinning av det projektet.

När projektet hade definierats, observerades processen i några dagar för att ge en grundläggande förståelse för den. I samband med detta gjordes en processbeskrivning över ytmonteringsavdelningen samt vilka likheter och skillnader det fanns mellan Siemens- och My100-linan. Sedan gjordes en brainstormingsövning, kallad KJ Shiba, där två operatörer från Siemens-linan, en operatör från My100, en anställd från materialförsörjningen samt en drifttekniker deltog i. Frågan som skulle besvaras under övningen var: *Vad är det som hindrar oss från att minska stopptiderna i Siemens- och My100-linorna? (Alltså så maskinerna går så mycket som möjligt)*. Eftersom övningen var obekant för deltagarna krävdes det vägledning under övningens gång. Efter avslutad övning sammanställdes resultatet och fördes in i ett paretodiagram.

Efter att resultatet från övningen presenterats för handledaren på företaget bestämdes att fokus borde läggas på Siemens-linan på ytmonteringsavdelningen samt att tre punkter skulle undersökas närmare. Dessa punkter var att:

- Undersöka arbetet vid ställbyte och ge förbättringsförslag
- Undersöka tidsförluster på ytmonteringsavdelningen till följd av material som kommer på sticks-form istället för på rullform.
- Undersöka personalbehovet vid olika arbetsmoment vid ytmonteringsavdelningen.

Sedan gjordes ett SIPOC-diagram där huvudstegen i processen vid Siemens-linan beskrevs samt vilka ingående x som påverkar utgående Y. I slutet av Define-fasen gjordes en plan för hur Measure-fasen skulle genomföras.

3.4.2 Measure

Utöver de dagar som spenderades på företaget under Define-fasen, spenderades totalt 17 arbetsdagar på Measure-fasen. Produktionen observerades under dagtid och fokus lades primärt på att identifiera ingående arbetsmoment i ett ställbyte samt dess kringgående arbetsrutiner. Totalt följdes tolv omställningar, tiden för de två första omställningarna mättes inte utan följdes bara kvalitativt. Tiden för resterande tio omställningar mättes under 17 dagar, dock kunde inte en av mätningarna fullföljas. Parallellt observerades även stopptiderna under produktionen, där stoppets längd (i minuter) och orsak antecknades. Värt att notera är att stopptider som mättes var oplanerade stopp. Till en början var syftet med observationen av stopptiderna att: *Undersöka tidsförluster på ytmonteringsavdelningen till följd av material som kommer på sticks-form istället för på rullform*, men då sticks endast utgjorde en mycket liten del av totala antalet komponenter, adderades frågan: *Vad är orsaken till att Siemens-linan står still stora delar av den planerade produktionstiden?*

Under observationstidens gång togs även personalbehovet vid olika arbetsmoment i beaktning, samt arbetstid som gick åt för diverse kringaktiviteter, såsom hur lång tid det tar att ta fram material till ett bord efter laddlista, ladda klart ett bord, tid som går åt att skarva ihop två rullar samt att ladda på sticks. Utöver författarnas mätningar, erhöles företags egna mätningar över maskineffektivitet för Siemens-linan.

3.4.3 Analyse

All insamlad kvantitativ data bearbetades i Excel, där vissa faktorer antecknades om de ansågs vara av betydelse, den bearbetade kvantitativa datan finns sammanställd i Bilaga 1. De kvantitativa resultaten från observationerna av ställbyten analyserades sedan i JMP där två olika styrdiagram konstruerades, skillnaden mellan dem var att en mätpunkt exkluderades i det ena. De motsvarande kvalitativa resultaten analyserades med hjälp av ett fiskbensdiagram för att identifiera troliga orsaker till de långa ställtiderna.

Även stopptiderna under produktion analyserades i JMP där två olika typer av paretdiagram konstruerades, ett för antalet stopp per feltyp och ett för total stopptid per feltyp.

Paretodiagrammet för total stopptid per fel kompletterades också med ett cirkeldiagram. För att visualisera fördelningen av stopptider indelat efter material- och feltyp konstruerades en tabell i JMP. Tre olika styrdiagram konstruerades över oplanerade stopptider i JMP där special causes successivt exkluderats. För att överskådliggöra Siemens-linans effektivitet över tid konstruerades två styrdiagram, där datapunkter exkluderades i det senare. Slutligen tecknades en tabell över tidsåtgången för vissa viktiga arbetsmoment.

4. RESULTAT

I detta kapitel presenteras de resultat som erhållits uppdelat för respektive fas i DMAIC som tillämpats i denna rapport.

4.1 Resultat Define

4.1.1 Processbeskrivning

4.1.1.1 Likheter och skillnader mellan Siemens- och My100-linan

En treveckors produktionsplan styr hur många enheter som ska tillverkas av vilken sort och inom vilken tid. Varje morgon har gruppledarna för respektive område ett möte (typ daglig styrning) där de går igenom eventuella problem/hinder i produktionen och vad som ska göras. Sedan har vare gruppleddare ett kort möte med sin egen enhet där mer intern information delges/diskuteras. Typ/storlek på order avgör i vilken maskin den ska köras i.

Ytmonteringen har två linor, en Siemens-lina och en My100-lina, båda linorna är snarlika i sin funktion men vissa skillnader finns och dessa beskrivs kortfattat nedan.

Vid dagtidsproduktion bemannas My100-linan med tre operatörer medan Siemens-linan bemannas med fyra operatörer. My100 är en produktionslina som används för produktion i mindre serier medan Siemens är till för högsvolymsproduktion. Operatören har i My100 större möjligheter att under produktionens gång justera inställningar jämfört med Siemens-linan. My100 kräver en mer aktiv operatör som är närvarande under hela körningen bland annat för att minimera antalet onödiga stopp då matningen av komponenter sker på ett annat sätt än i Siemens-linan. My100 har en lägre produktionshastighet då den endast har ett plockhuvud som monterar komponenter på kretskortet i jämförelse med Siemens som består av flera maskiner och plockhuvuden. När en körning väl har justerats in i Siemens-linan är den mer självgående och mycket snabbare än My100 och därför mer lämplig för körningar av större batcher. Siemens-linan behöver en större säkerhetsmarginal på komponenter då den i högre grad kasserar komponenter. My100 har större möjlighet att köra på exakt antal komponenter, däremot leder det till hastighetsförluster. Ytterligare en skillnad är att Siemens-

linan har en pastaapplicerare som anses vara bättre och mer pålitlig än My100-linans motsvarighet. Dessutom skiljer sig ugnarna som används för att löda fast komponenterna på kretskortet åt, i både fysisk längd och ugninställningar.

4.1.1.2 Processbeskrivning som berör Siemens-linan på Eribel AB:s ytmonteringsavdelningen

Säljavdelning

Eribel AB har en marknadsdivision som har hand om försäljandet av dess produkter.

Inköpsavdelning

Inköpsavdelningen leds av en inköpschef som har tre medarbetare, deras huvudsysselsättning är att köpa in det förbrukningsmaterial som behövs vid tillverkningen av kretskort.

Komponenter som är dyra och har låg årsförbrukning eller inte finns att köpa på rulle köps på sticks-form, dock förekommer det att även komponenter som har relativt hög årsförbrukning köps på sticks-form. Ett av skälen till varför man köper komponenter på sticks-form är att leverantörerna generellt har en minsta orderkvantitet (MOQ) vid köp på rullform, vilket gör att kapitalbindningen blir hög om förbrukningen är låg. Hur stor MOQ är varierar beroende på komponentslag och leverantör. Företaget har idag cirka 120 olika leverantörer av komponenter och en anledning till detta är att en och samma leverantör inte har möjlighet att leverera samtliga komponenter. Dessutom varierar tiden mellan beställning och leverans väldigt mycket och kan sträcka sig upp mot 20 veckor. Det förekommer att marknadsavdelningen tar på sig en order med kort tidsfrist, vilket ger inköpsavdelningen problem då man måste frångå sina rutiner vid köp av komponenter.

Produktionsplanering

Företaget har en produktionsplaneringsenhet som består av en planeringschef samt ett antal produktionsplanerare, vilka styr hur och vilka produkter som ska tillverkas och sätter en treveckorsplan för detta. De faktorer som styr deras beslutsfattande är tillgänglighet av komponenter, utlovat leveransdatum samt vissa andra faktorer som påverkar bytet mellan körningar.

Produktionsavdelning

Materialförsörjningsenheten

Här arbetar två anställda på heltid med att lagerföra nyinkomna komponenter samt att försörja ytmonteringen med material inför och under körning. Material som plockas fram överlämnas till ytmonteringen i lådor där komponenterna är sorterade efter nummerordning för att underlätta laddning. Det material som blivit över efter samt det som kasserats vid körning tas om hand och placeras i lager. Innan en körning laddas tar materialförsörjningen fram material som behövs till körningen utefter en laddlista. Det finns ett lagerprogram som håller koll på vilket saldo man har av varje komponent, detta är dock inte helt pålitligt, vilket gör att materialförsörjningsenheten får vara uppmärksam på komponentbrist och kommunicera detta med inköp för att inköp av komponenter ska kunna göras så fort som möjligt.

Yttre ställ

Detta arbetsmoment utförs av operatörer och/eller dedikerade laddare. Utefter laddlista tas lämpliga matare fram och monteras på sex bord. Utifrån samma laddlista tas sedan material (i rullform) för respektive bord fram och laddas i matarna. Slutligen laddas matarna med komponenter i sticks-form samt med komponenter som är luftkänsliga. Att ta fram material efter laddlista, montera matare på bord samt ladda matare med komponenter tar i genomsnitt 60 minuter att genomföra för ett fullt bord.

Inre ställ

Detta arbetsmoment utförs av operatörerna på Siemens-linan och de jobbyten som observerats har i genomsnitt tagit 100 minuter att slutföra (då har en omställning exkluderats eftersom dess omställningstid var betydligt längre än övriga). Bemanningen varierar vid omställning, allt ifrån en till fyra operatörer arbetar med det inre stället. I det inre stället ingår många arbetsmoment, för att göra beskrivningen av dessa mer överskådlig skrivs de i punktform och denna kan ses i bilaga 2.

Produktion i Siemens-linan

Siemens-linan består av en maskin som flyttar omonterade kretskort från kortställ till pastaappliceraren (kallad DEK), DEK applicerar lödpasta på kretskortet som sedan transporteras (med transportband) in i den första av tre monteringsmaskiner (S25, CS och CF). När samtliga komponenter monterats på kretskortet transporteras det till första kontrollstationen (manuell avsyning) och därefter in i ugn för lödning. Detta arbetsmoment kräver minst en operatör, som kontinuerligt förser maskinerna med nytt material samt hanterar olika larm och fel från dessa. För en detaljerad beskrivning av detta arbetsmoment samt processkarta över Siemens-linan se bilaga 4.

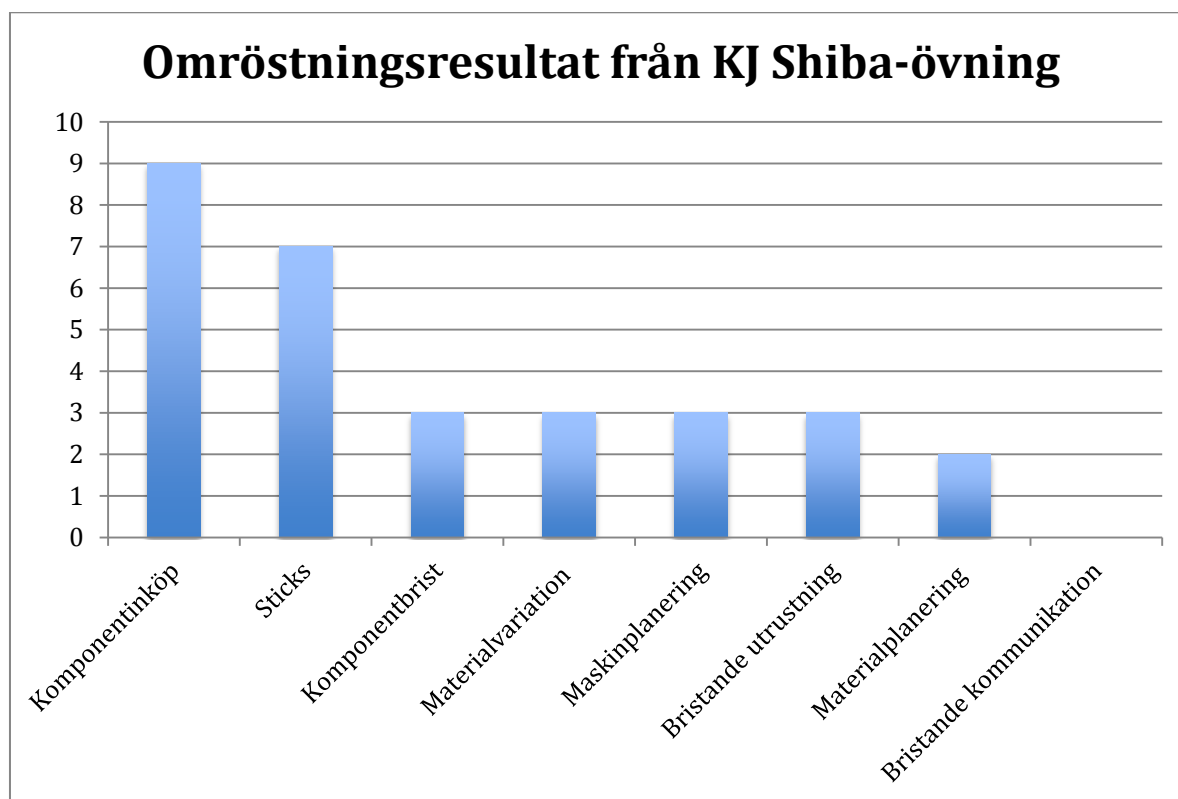
AOI (Automatisk Optisk Inspektion)

Kretskort som monterats klart och gått igenom ugnen skickas vidare till AOI för kontroll av riktningar och lödningar. AOI-maskinen tar bilder på kretskortet och jämför sedan komponenternas position och lödning med en referensritning för att hitta eventuella fel. Maskinen har förmåga att kontrollera de flesta komponenttyper men det finns ett fåtal som den inte klarar av att kontrollera, dessa måste då kontrolleras manuellt.

Våglödning, Eftermontering och Slutkund

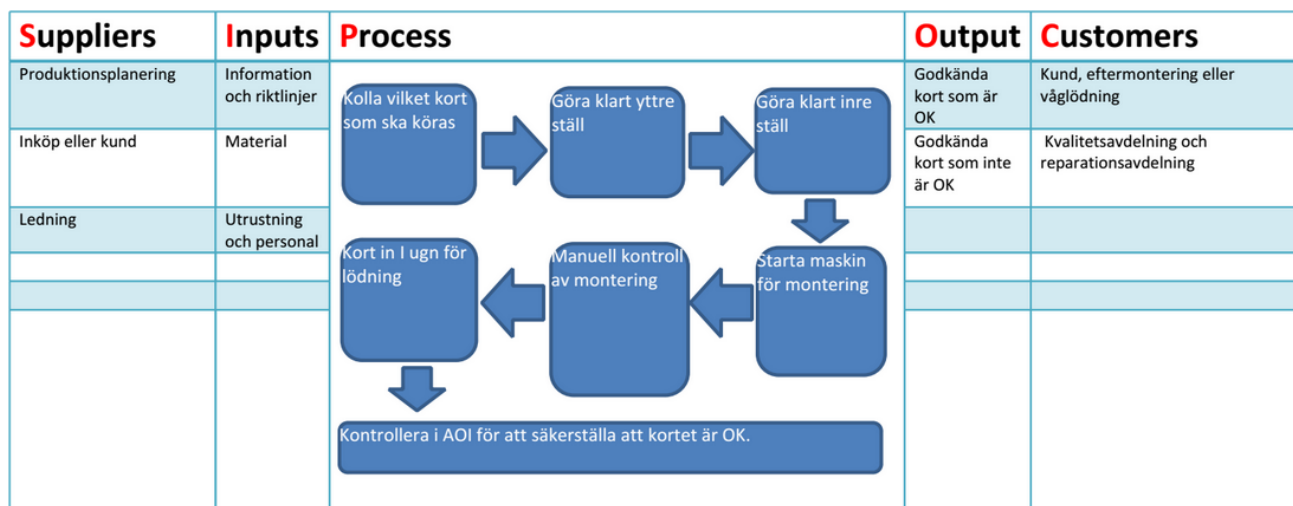
De kort med hålmonterade komponenter måste gå igenom en våglödningsmaskin för att lödas fast. De utan hålmonterade komponenter skickas antingen till eftermontering där ytterligare moment utförs, alternativt är korten färdiga för leverans till kund.

4.1.2 Resultat från KJ Shiba-övning



Figur 4. 1 Visar omröstningsresultat från KJ Shiba-övningen. Staplarna representerar olika problem som övningsdeltagarna ansåg hindrade dem från att minska stopptiderna i Siemens- och My100- linorna. Y-axeln visar totala röstningspoängen för respektive kategori. Kategorinamnen är förkortade, de fullständiga namnen samt närmare beskrivning av dessa visas i bilaga 3.

4.1.3 SIPOC



Figur 4. 2 SIPOC Diagram för processen av “Montering av komponenter på kretskort”. Figuren visar vilka inputs Siemens-linan behöver för att kunna leverera krävd output samt vilka enheter, på företaget eller externt, som levererar inputs och vilka som mottager outputs.

4.2 Resultat Measure

4.2.1

I Bilaga 1 finns data över uppmätta stopptider och relevant kompletterande information.

4.2.2 Ekonomisk beräkning av maskinkostnad per år

Under totalt 100 timmars observation har det totalt noterats 11timmar stopp under produktionens gång, dvs. oplanerade stopp. Nedan görs en uppskattad beräkning av vad dessa stopp kostar företaget på ett år.

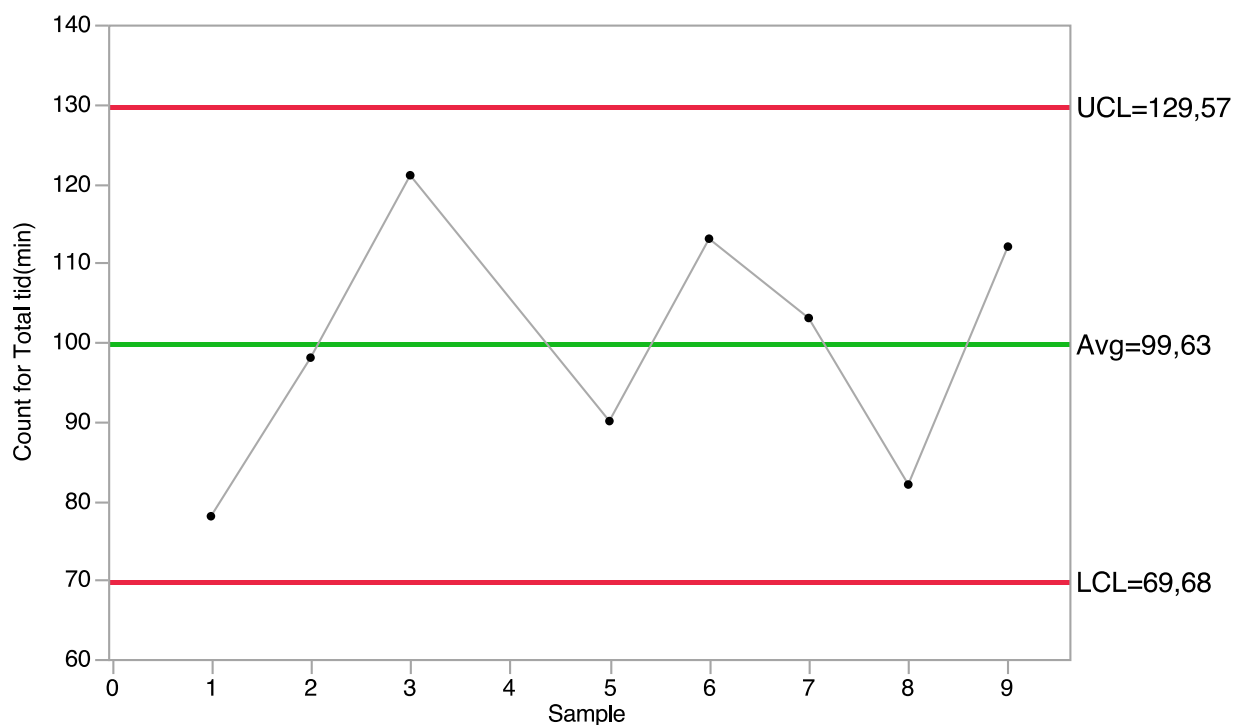
1. Maskinkostnad per timme = 3500kr
2. Total produktionstid per år(dagtid)= 1880h
3. Total observationstid = 100h
4. Total oplanerad stopptid under observationstid = 11h

Uppskattad ren maskinkostnad till följd av oplanerade driftstopp per år:

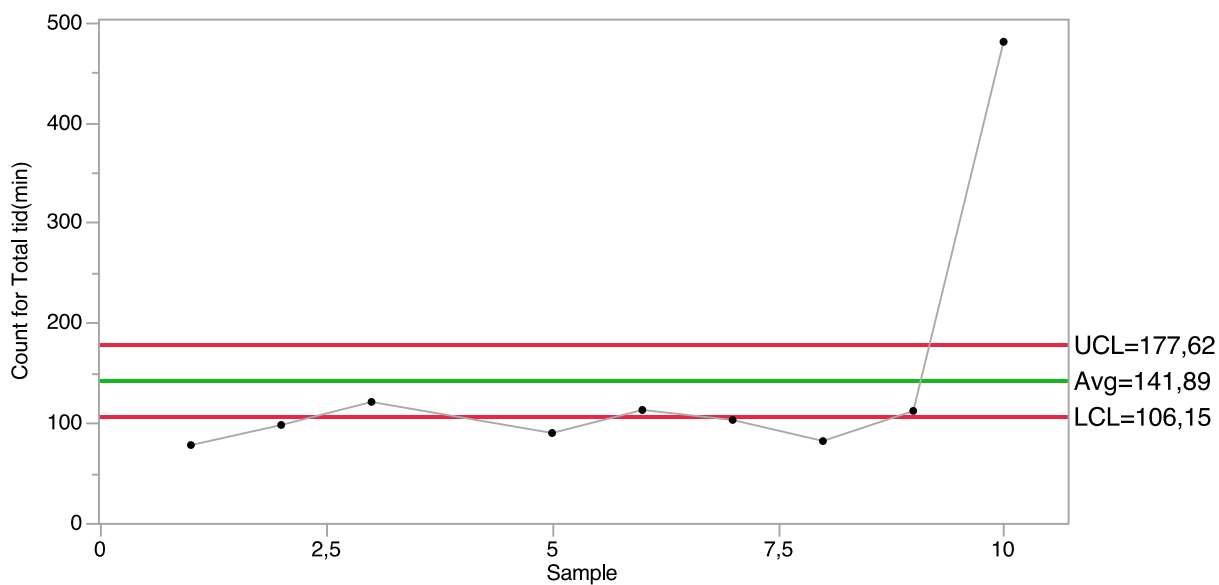
$$(11h \div 100h) \times 1880h \times 3500kr/h = \mathbf{723\ 800kr}$$

4.3 Resultat Analyse

4.3.1 Styrdiagram för omställningstider

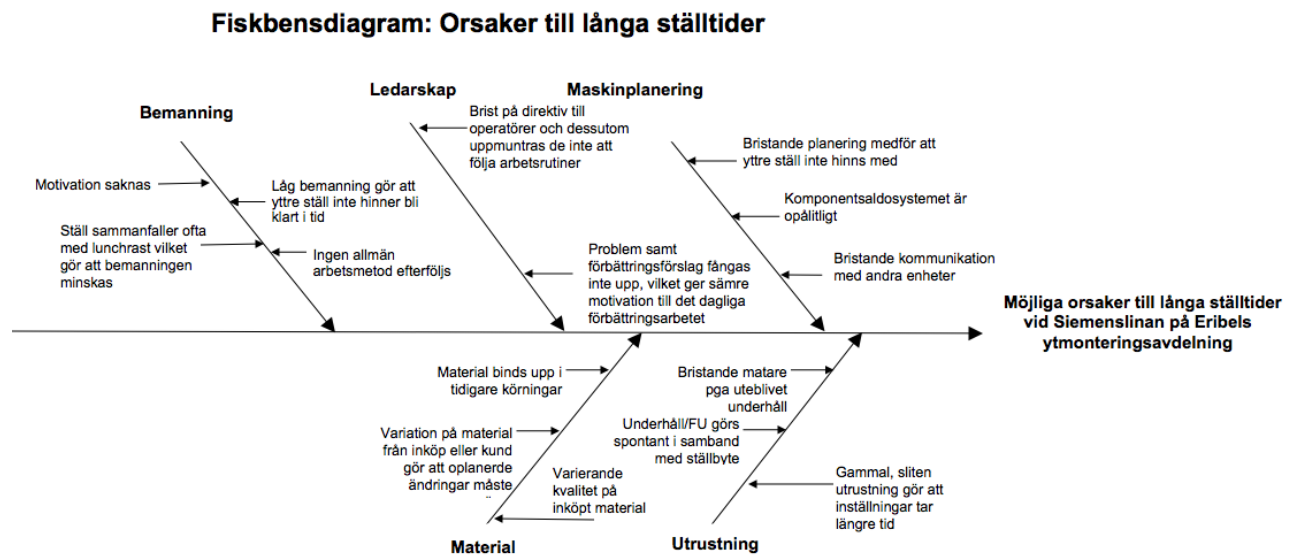


Figur 4. 3 Styrdiagram över observerade omställningstider, där uppmätt omställningstid för H är exkluderad.



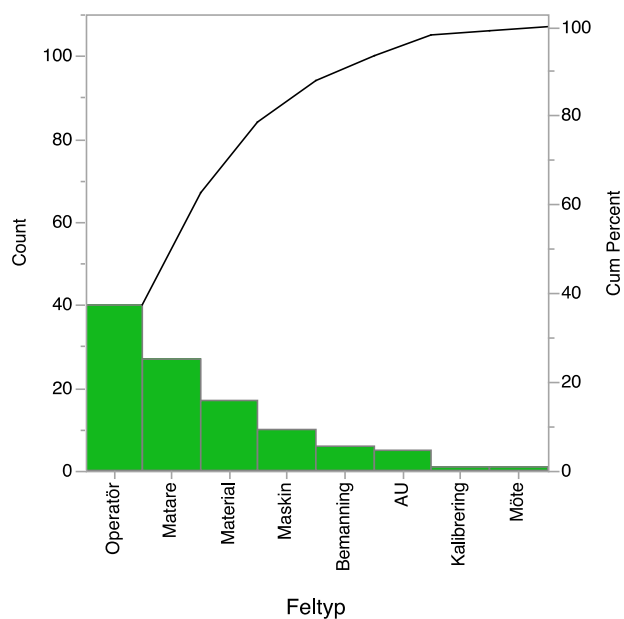
Figur 4. 4 Styrdiagram över observerade omställningstider, där uppmätt omställningstid för H är inkluderad.

4.3.2 Fiskbensdiagram för omställningstider

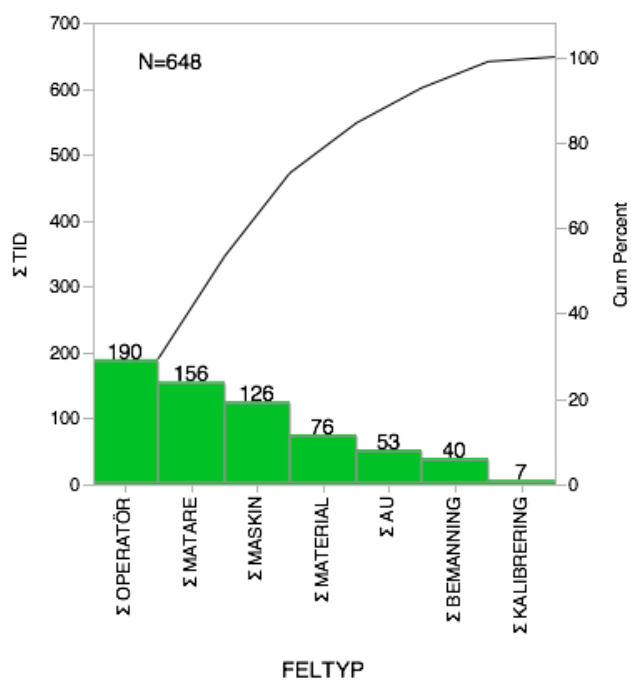


Figur 4. 5 Visar författarnas tankar om orsaker till de långa omställningstiderna.

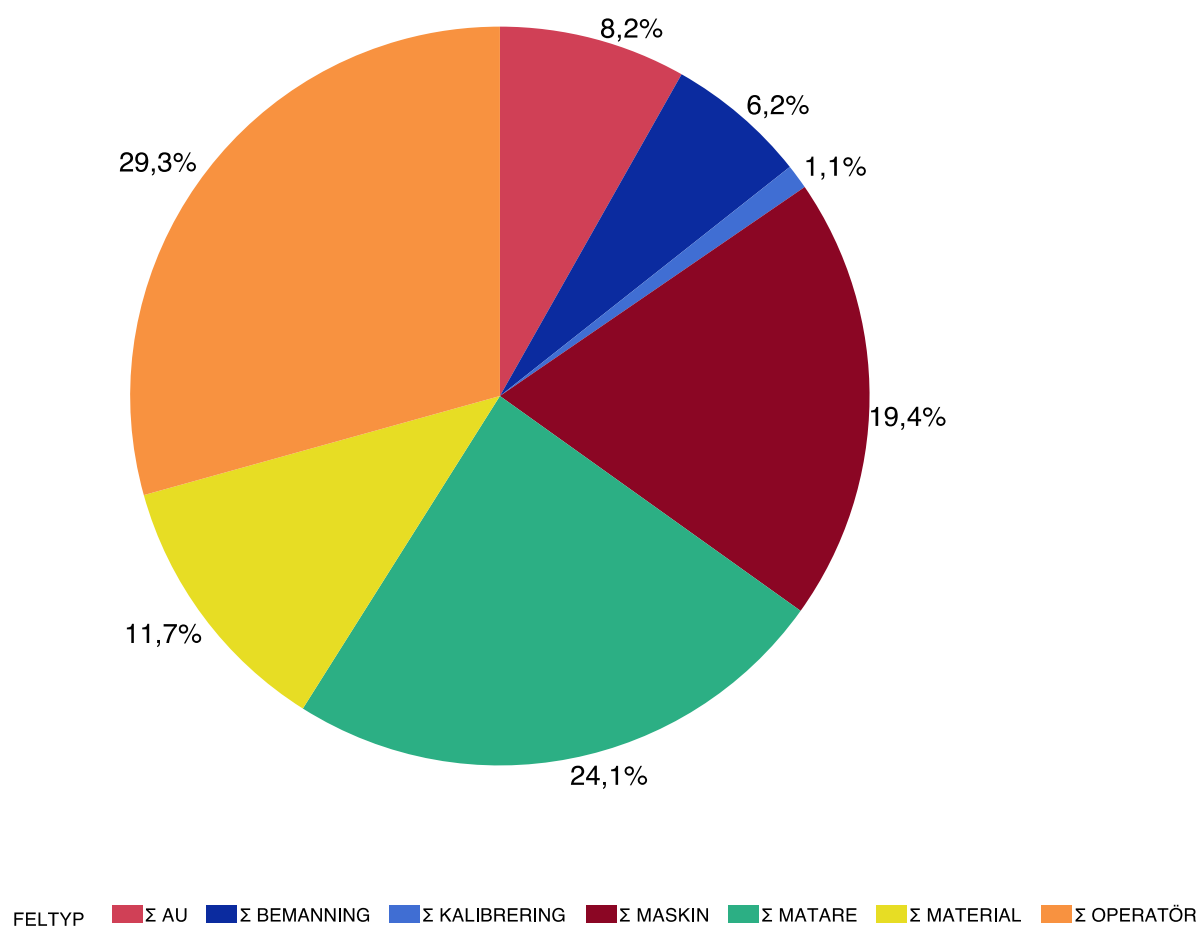
4.3.3 Resultat av stopptider under produktion



Figur 4. 6 Visar hur antalet stopp är fördelade över de olika feltypskategorierna.



Figur 4. 7 Visar hur den totala stopptiden är fördelad över de olika feltypskategorierna.

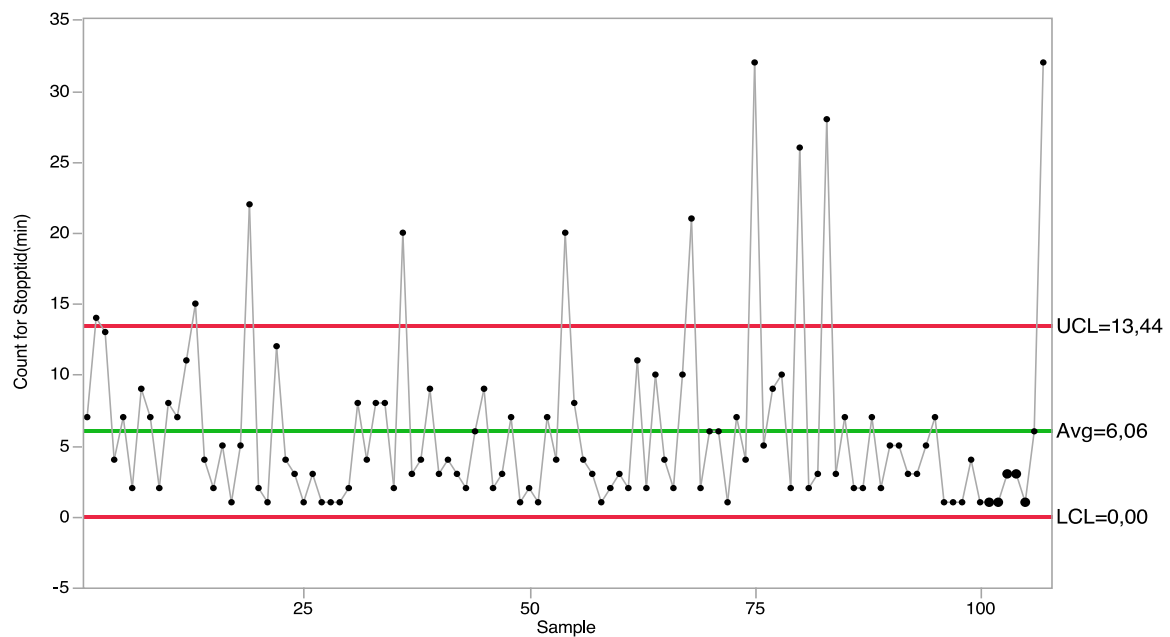


Figur 4. 8 Visar procentuella fördelningen av den totala stopptiden för de olika feltypskategorierna.

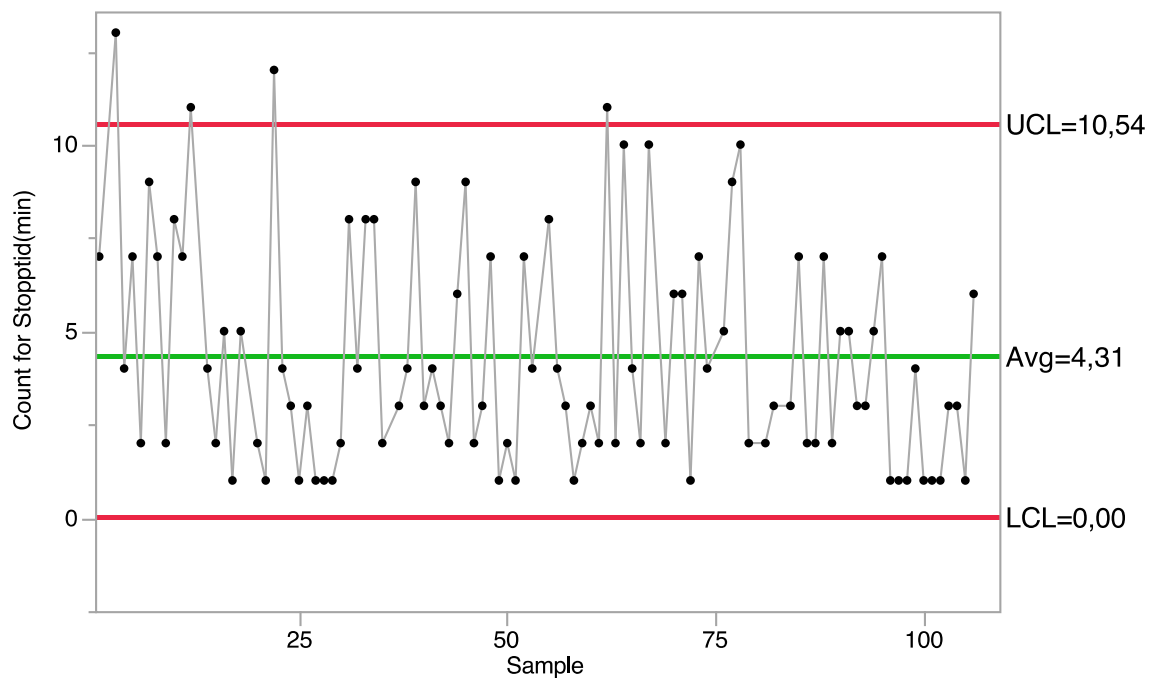
Tabell 4. 1 Visar fördelningen av stopptider indelat efter material- och feltyp.

		Materialtyp				
		Rulle		Sticks		
		Feltyp		Feltyp		
		Matare	Operatör	Matare	Material	Operatör
Stopptid(min)	Sum	112	119	28	15	29

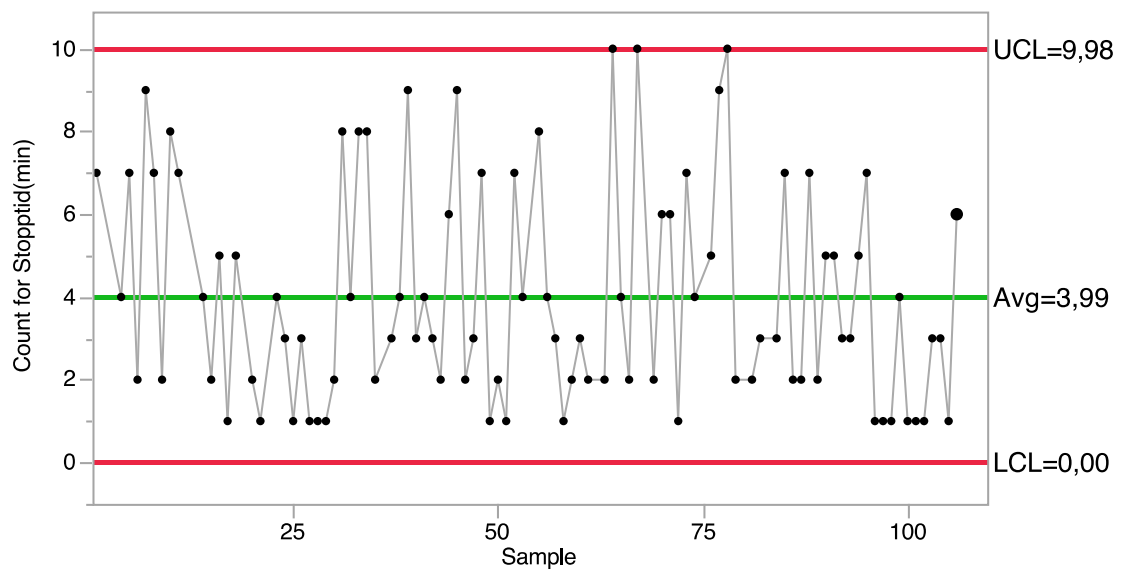
4.3.4 Styrdiagram för stopptider under produktion



Figur 4. 9 Styrdiagram över stopptider under produktion, som visar processen är instabil då flera punkter hamna utanför UCL. Närmare undersökning av dessa punkter visar att 70 % är maskinrelaterade.

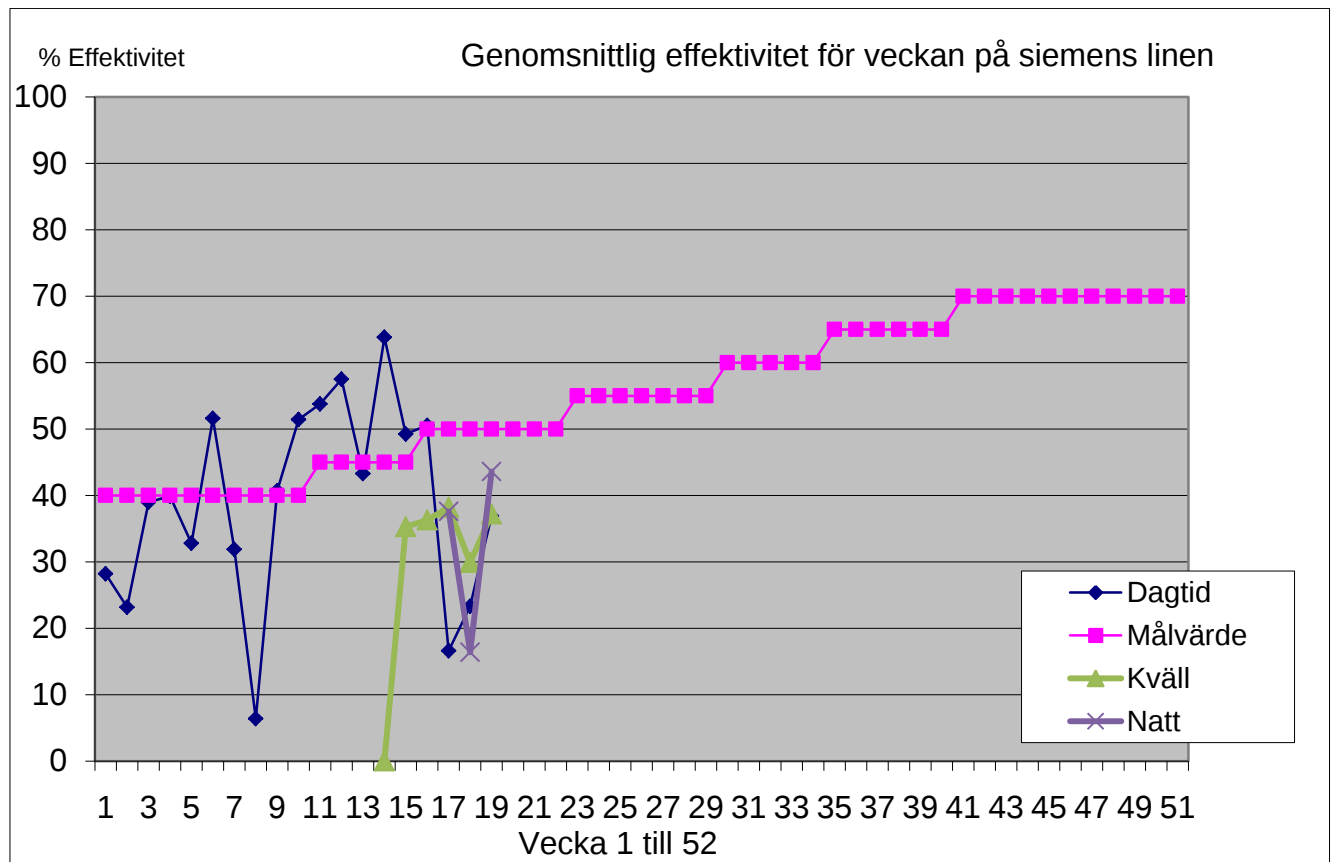


Figur 4. 10 Illustrerar modifierat styrdiagram av Figur 4.9 ovan, där orsaker till tio signaler har identifierats och exkluderats från beräkningarna.



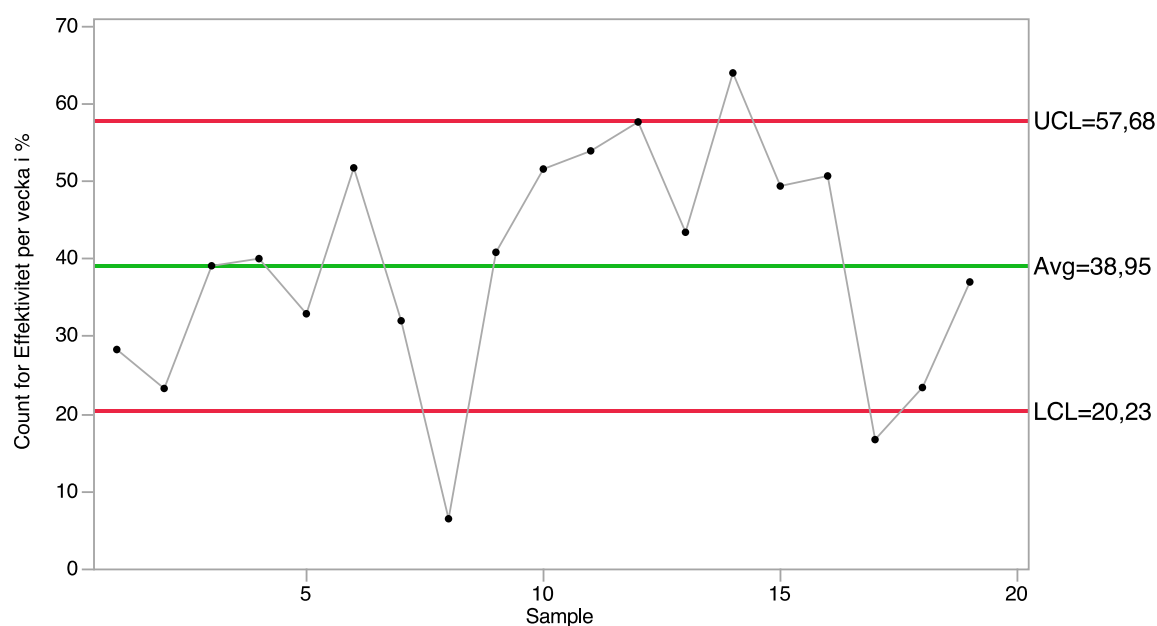
Figur 4. 11 Visar styrdiagram som modifierats ytterligare, som visar att processen är under statistisk kontroll, d.v.s. är stabil.

4.3.5 Företagets nuvarande visualisering av effektivitet

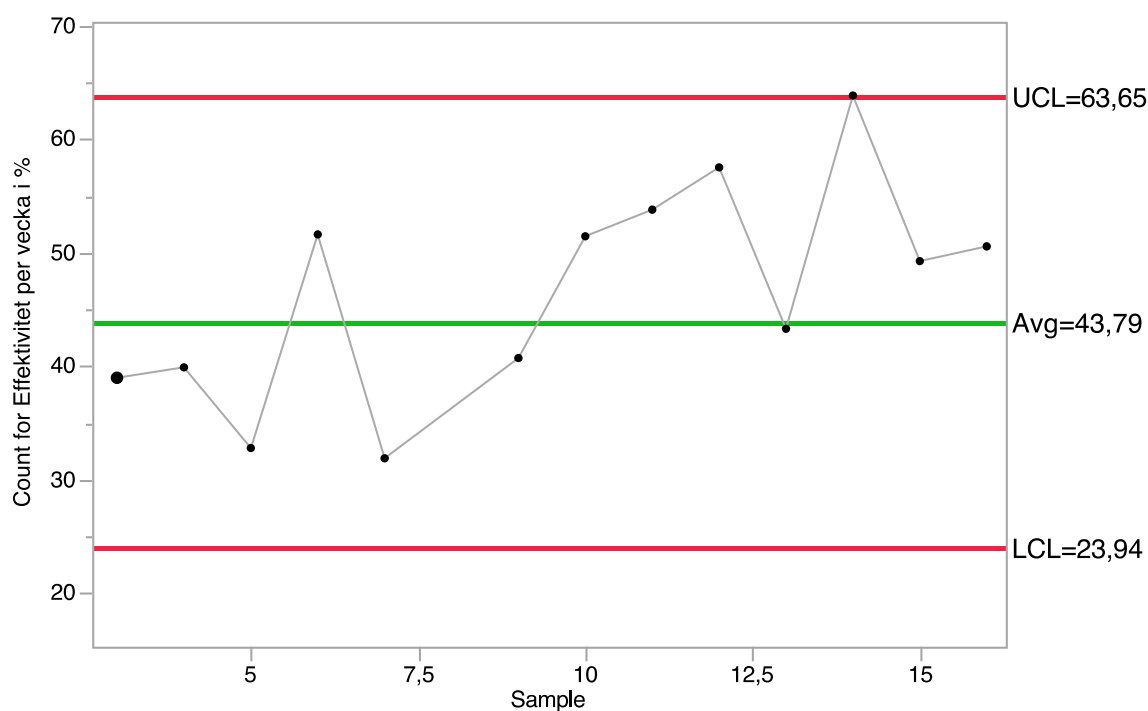


Figur 4. 12 Visar företagets nuvarande visualisering av effektivitet veckovis. Från vecka 14 tillkommer det data över effektivitet för kvälls- och nattskift.

4.3.6 Styrdiagram för effektivitet



Figur 4. 13 Visar styrdiagram för effektivitet (så som företaget mäter effektivitet) per vecka. Data som analyserats i styrdiagrammet är företagets egna mätvärden över effektivitet.



Figur 4. 14 Illustrerar styrdiagram för effektivitet (så företaget mäter effektivitet), där tre veckor har exkluderats då de anses vara orsakade av special causes.

Tabell 4. 2 Visar tidsåtgången för diverse arbetsmoment som är relaterade till yttre ställ.

Arbetsmoment	Tid (i min)
Ta fram material från framplock till ett fulladdat bord enligt laddlista	10
Ladda klart ett helt bord	45
Skarva ihop två vita rullar	0,5 till 4
Skarva ihop två svarta rullar	1,5 till 3,5
Fylla på sticks	0,5 till 5

5. DISKUSSION

I syftet preciserades ett antal frågor, dessa diskuteras närmare i detta kapitel.

5.1 Allmän Diskussion

Projektet begränsades på olika sätt, dels var avsatt tid relativt kort, dels kunde inte produktionen störas i alltför stor grad. Olika störmoment såsom röda dagar, möten, kompetensutveckling, ändrad skiftform etc. har påverkat utfallet av mätningarnas resultat, i det avseende att de inte blivit konsekventa. Författarna har också haft svårigheter att besluta sig för vad som skulle mätas och vad som skulle noteras vid mätningarna. Trots dessa svårigheter har användbar data erhållits och analyserats, vilket gav god grund för att kunna dra slutsatser.

5.2 Diskussion av frågeställningar

Nedan diskuteras frågeställningarna utifrån det erhållna resultatet som i vissa fall även kopplas till exempel som inte finns med i resultatet, detta för att nyansera diskussionen, genom att koppla den till verkliga exempel som uppmärksammats under projektets gång.

5.2.1 Företaget upplever att ställtiderna i dagsläget är för långa och vill undersöka vilka svårigheter som föreligger och vilka möjligheter det finns för att optimera ställ.

Figur 4.3 visar att tiden för omställningarna är under statistik kontroll, det vill säga att omställningsprocessen beter sig så bra som den kan förväntas göra. Enligt rådande teori krävs det systematiska förändringar i processen för att åstadkomma betydande förbättringar, som tidigare nämnts föreligger det en risk att små förändringar i processen orsakar försämringar snarare än förbättringar. För att systematiskt ändra processen för omställningar bör man utgå från fiskbensdiagrammet (Figur 4.5) som strukturerat beskriver de bakomliggande delproblemen till långa omställningstider.

Återkommande problem vid omställningar är att det yttre stället inte är färdigt när det inre stället påbörjas, detta beror på både planering och bemanning. T.ex. kan en körning som tar cirka 30 minuter att slutföra, efterföljas av en körning som tar sex timmar att ladda (färdigställa yttre ställ). Bemanningsbristen och brist på material (är bundet i föregående körning) och utrustning (det finns inte tillräckligt många matare) medför också att det yttre stället många gånger inte hinner bli färdigt till nästkommande körning, vilket förlänger omställningstiden. Dessutom efterföljs inte någon utpräglad rutin vid omställningar, vilket försvårar omställningsarbetet.

5.2.2 Vad är orsakerna till att Siemens-linan står stilla stora delar av den planerade produktionstiden?

För att göra det intressant för företaget gjordes det en grov kalkyl över de observerade stopptiderna under drifttid. Det antogs att 11 timmar ren stopptid under produktion, under 100 observationstimmar var representativt för ett helt år och utifrån det kalkylerades det fram en total maskinkostnad på 723 800 kr till följd av oplanerade stopp för ett helt år. Observera att i denna kalkyl har operatörskostnader inte tagits i beaktning.

Resultatet av mätningarna av stopptider under drifttid visar att 405 minuter av totalt 648 minuters stopptid orsakats av saker som noterades som problem i KJ Shiba-övningen. Utöver detta stod operatörsrelaterade fel både för mest stopptid (3,2 timmar) och flest stopp (40 stopp). Operatörsrelaterade stopp framkom inte vid KJ Shiba-övningen, vilket kan förklaras av att operatörerna var övningsdeltagare. De operatörsrelaterade stoppen bestod till stora delar av att operatörerna missade att en rulle höll på att ta slut och därför missade att skarva denna innan maskinen stannade på grund av komponentbrist. Även komponenter på sticks-form har en inverkan på stopptiderna, detta diskuteras närmare i avsnitt 5.1.4.

Styrdiagram över stopptider under produktion visar att av de stopp som var 14 minuter eller längre var 7/10 maskinrelaterade (avhjälpande underhåll, programfel etc.), dessa maskinrelaterade stopp utgjorde 146 minuter av 648 minuter. Förebyggande underhåll (FU) av utrustningen blir extra viktigt och nödvändigt när den blivit gammal. Underhåll av matare

utförs i dagsläget inte över huvudtaget, vilket kan vara en betydande bidragande orsak till många av de fel och stopp som relaterades till matare.

5.2.3 Under projektets gång ska hänsyn tas till hur bemanningen runt Siemenslinan ser ut och ge underlag för optimal fördelning av personal.

Den största delen av de oplanerade stoppen beror på att operatören/operatörerna inte varit tillräckligt uppmärksamma på både att material håller på att ta slut samt olika larm från maskinerna. Detta kan dels härledas till att operatörerna inte är tillräckligt medvetna om vad som ska prioriteras vid produktion, t.ex. så prioriteras andra mindre viktiga arbetsuppgifter (yttre ställ, märka kort etc.) framför att säkerställa att maskinerna går.

Det har visat sig att det yttre stället blivit lidande av övergången till treskift, de laddare som jobbar dagskift ska nu istället för att endast ladda för ett eller två skift, nu ladda för tre skift med material vilket är svårt vid rådande förutsättningar. Även vid omställningar visar det sig att bemanningen brister, särskilt om omställning sammanfaller med lunch förlängs omställningstiden till följd av att en del av operatörerna då inte kan delta i omställningen.

5.2.4 Företaget ville undersöka om material i form av sticks faktiskt är ett stort problem för produktionen samt se om det sparas mycket då man köper material på sticks kontra köp av rulle.

Vid sammanställning av omröstningsresultatet av KJ Shiba-övningen framkom det tydligt att deltagarna upplevde de inköpsrelaterade kategorierna (komponentinköp, sticks, komponentbrist och materialvariation) som störst problem, men efter mätningarna erhöles inte tillräckligt med grund för att detta skulle vara det största problemet under produktion, även om det finns tendenser för att det har inverkan på produktionen. Resultatet i tabell 1 visar att sticks orsakar 72 av 303 minuter (23,8%) av de stopp som kan relateras till komponentform. Detta ska sättas i relation till att sticks endast stod för uppskattningsvis max 5 % av totala antalet komponenter i körningarna. Detta indikerar på att komponenter på sticks-form orsakar stopp klart mer frekvent än komponenter på rulle. Det uppmärksammades också att komponenter på sticks-form kräver mer uppmärksamhet från operatör för att maskinen ska kunna plocka upp komponent ordentligt, jämfört med rulle.

Det förekommer att komponentformen för en och samma komponent varierar från leverans till leverans, detta medför att tidskrävande justeringar måste göras i produktionen, vilket upplevs som ett störningsmoment. Exempelvis kom en komponent plötsligt på sticks trots att den brukade komma på rulle vilket orsakade extraarbete vid omställning, detta för en högvolymskomponent som endast kostade ett fåtal öre styck.

5.2.5 Ge en utomstående objektiva syn på produktionen rent allmänt.

Författarnas subjektiva syn på produktionen kring Siemens-linan är att en förbättrad kommunikation mellan olika enheter skulle ge en mycket bättre helhetssyn av företagets nuläge, vilket skulle göra det enklare att fokusera förbättringsinsatserna till de områden där de gör störst nytta.

Något som också noterats är att effektiviteten minskat sedan införandet av treskift, vilket kan ses både i grafen (Figur 4.12) och styrdiagrammet (Figur 4.13). Visserligen är man vid införandefasen av treskift och effektiviteten kommer förmodligen bli något bättre allt eftersom, men det bör ändå undersökas närmare om treskift är lönsamt i jämförelse med att köra tvåskift/dagtid.

De mätsystem som används för att mäta effektiviteten på Siemens-linan är inte optimal och följer inte de tekniska definitionerna för effektivitet, men fyller ändå en funktion för intern jämförelse över tid. Idag mäts effektivitet genom att ren körtid divideras med total tillgänglig maskintid (Figur 4.12). Att visualisera effektivitet på det sätt som företaget gör nu är inte optimalt av två anledningar: det ena är att det inte är enkelt att avgöra när en förändring sker i processen då det saknas styrgränser och det andra är att det inte är möjligt att jämföra företagets effektivitet med konkurrenter eftersom effektivitetsberäkningen inte är enligt standard.

Rutiner för hantering av maskinens komponentkassation bör ses över, i dagsläget skickas kasserade komponenter tillbaka till produktionen, vilket medför risker för försämrad kvalitet. Eftersom maskinerna vid Siemens-linan är gamla och därmed slitna kräver de större marginaler eftersom de slänger mer än nyare maskiner.

6. SLUTSATSER

I detta kapitel presenteras de förbättringsförslag som företaget har störst nytta av.

I projektet har många förbättringsområden identifierats, det är viktigt att på ett strukturerat sätt ta fram en prioriteringsordning för hur förbättringsåtgärder ska sättas in. I diskussionsavsnittet beskrevs de förbättringsområden som noterats under projektets gång mer ingående. I detta kapitel sållas ett fåtal av dessa ut som författarna anser bör angripas inom en snar framtid och som kan göra mest nytta för företaget.

Först och främst borde nuvarande visualiseringsverktyg för uppföljning av effektivitet kompletteras (ersättas) med ett styrdiagram för att skilja ut brus och special causes i processen vid Siemens-linan. Även för omställningstider bör ett styrdiagram införas, för att kunna jämföra och se problem samt om systematiska ändringar som införts gett resultat. Det finns färdiga Excel-mallar att ladda ner gratis, där mätvärden fylls i för att få fram styrdiagram.

För att ständigt förbättra arbetet i produktionen är det viktigt att snabbt fånga upp problem/hinder. Då operatörerna ofta är närmast produktionen och lättast kan se när problem uppstår, bör de därför involveras i förbättringsarbetet enligt TQM. Genom att involvera operatörerna i förbättringsarbete känner de sig mer delaktiga och motiverade till sitt arbete. Detta kräver en effektiv kommunikation mellan ledning och medarbetare. Ett förslag för hur problem kan fångas upp och lättare åtgärdas är att man inför en mall/ett formulär för hur förslag/problem ska kommuniceras. I formuläret kan man ha tre huvudfrågor som består av: Vad är problemet? Hur löser vi problemet (ev. förslag)? Varför uppkommer problemet? Genom att strukturera upp frågorna tvingas operatörerna att ge mer genomtänkta förslag och det blir lättare för ledningen att tolka förslagen.

Förebyggande underhåll (FU) av utrustning blir extra viktigt och nödvändigt när den blivit gammal. Underhåll av matare utförs i dagsläget inte över huvudtaget, vilket kan vara en betydande bidragande orsak till många av de fel och stopp som relateras till matare. Därför bör resurser sättas in för att förminska dessa problem samt för att förbygga förvärrade konsekvenser.

7. REFERENSER

Assarlind, Marcus. (2014). *Adoption of Quality Management in SMEs*. Diss., Chalmers Chalmers Tekniska Högskola.

Bergman, Bo och Klefsjö, Bengt. (2007). *Kvalitet från behov till användning*. 4. Uppl. Lund: Studentlitteratur AB.

Danielsson, Marcus och Holgård, Johan (2010). *Improving Analysis of Key Performance Measures at Four Middle-Sized Manufacturing Companies*. Masteruppsats, Chalmers University of Technology. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.

Elg, Mattias (2013). *Mätningar för bättre styrning - att synliggöra och hantera variation för styrning och förbättring av offentlig verksamhet*. Stockholm: Innovationsrådet.

8. BILAGOR

Bilaga 1.

Feltyp	Vecka	Veckodag	Tidpunkt	Stopptid(min)	Produktfamilj	Skifttyp	Materialtyp	Beskrivning feltyp	Dag
Operatör	v.13	Fredag	08:38	7	C	Dagtid	Sticks	Sticks slut i matare, material finns inte i plock, material måste hämtas på lager, fanns inte på sticks och måste ersättas med rulle	1
AU	v.13	Fredag	08:47	14	C	Dagtid		Byte av nozzlar (problem med nozzlar inte plockade upp komponenter)	1
Möte	v.13	Fredag	10:28	13	C	Dagtid		Avtackning av operatör	1
Matare	v.13	Fredag	10:55	4	C	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	1
AU	v.13	Fredag	11:20	7	C	Dagtid		Byte av klippare	1
AU	v.14	Måndag	08:20	2	B	Dagtid		Byte av nisse	2
Matare	v.14	Måndag	10:19	9	B	Dagtid	Rulle	Matare dålig, måste bytas mot en bättre	2
Kalibrering	v.14	Måndag	10:55	7	B	Dagtid		Ny matare som sattes in måste justeras då kameran inte kunde identifiera komponent	2
Operatör	v.14	Måndag	11:19	2	B	Dagtid		Operatör inte uppmärksam på att maskin stannat, åtgärd var att kvittera stopp	2
Operatör	v.14	Måndag	12:02	8	B	Dagtid	Rulle	Operatör uppmärksammar inte att rullen håller på att ta slut, vilket gör att påfyllning av material inte görs förens maskin har stannat.	2
Matare	v.14	Måndag	13:04	7	B	Dagtid	Rulle	Krångel med matare	2
Matare	v.14	Måndag	13:12	11	B	Dagtid	Rulle	Matare dålig, måste bytas mot en bättre	2
Matare	v.14	Tisdag	07:30	15	B	Dagtid	Rulle	Inställning av matare måste justeras	3
Matare	v.14	Tisdag	10:17	4	B	Dagtid	Rulle	Matare dålig, måste bytas mot en bättre	3
Operatör	v.14	Tisdag	10:51	2	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	3
Operatör	v.14	Tisdag	11:24	5	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	3
Material	v.14	Tisdag	11:48	1	B	Dagtid		Byta av brickor	3
Operatör	v.14	Onsdag	13:00	5	B	Dagtid	Rulle	En komponent hade tagit slut, ingen uppmärksamhet av operatör, körning innan inte färdig, klar 1308	4
Matare	v.14	Torsdag	14:05	22	B	Dagtid	Rulle	Byte av matare (plats), hög kassation av en viss komponent	5
Operatör	v.14	Fredag	08:50	2	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	6
Operatör	v.14	Fredag	08:54	1	B	Dagtid		Operatör inte uppmärksam på att maskin stannat, åtgärd var att kvittera stopp	6
Operatör	v.14	Fredag	09:38	12	B	Dagtid	Rulle	2 rullar slut, byts mot en nya, i samband med detta byts även matare	6
Operatör	v.14	Fredag	11:35	4	B	Dagtid	Rulle	2 rullar slut, byts mot en nya	6
Operatör	v.15	Måndag	11:42	3	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	7
Matare	v.15	Måndag	11:54	1	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	7
Matare	v.15	Onsdag	08:15	3	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	8

		g							
Matare	v.15	Onsda g	08:34	1	B	Dagtid	Sticks	Sticks hamnar fel pga för hög vibration i mataren, art nr: 1090267, 1090432	8
Matare	v.15	Onsda g	08:39	1	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	8
Matare	v.15	Onsda g	08:55	1	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	8
Matare	v.15	Onsda g	08:59	2	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	8
Matare	v.15	Onsda g	09:04	8	B	Dagtid	Sticks	Problem med sticks, mataren ställs in, art nr: 1090249	8
Maskin	v.15	Onsda g	09:50	4	B	Dagtid		Okänt fel på maskin, startas om	8
Matare	v.15	Onsda g	10:37	8	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras, matare tas ur och rengöring görs under, samtidigt rengörs band i CF	8
Operatör	v.15	Onsda g	10:50	8	B	Dagtid		Kort slut i ställ och operatör fyller inte på innan buffert till S25 tar slut.	8
Matare	v.15	Onsda g	13:00	2	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	8
Maskin	v.15	Onsda g	13:10	20	B	Dagtid		Okänt fel på maskin(CF), startas om	8
Operatör	v.15	Onsda g	13:50	3	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	8
Maskin	v.15	Onsda g	14:02	4	B	Dagtid		Startar om CF	8
Operatör	v.15	Torsda g	08:15	9	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny, måste leta efter rätt rull i ca 5 min, rullen låg i My100, art nr 6030027	9
Matare	v.15	Torsda g	08:27	3	B	Dagtid	Sticks	Sticks hamnar ovanpå varandra, för hög vibration	9
Operatör	v.15	Torsda g	08:34	4	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Operatör	v.15	Torsda g	08:45	3	B	Dagtid		Material slut i ställ, operatör ej uppmärksam	9
Operatör	v.15	Torsda g	08:54	2	B	Dagtid		Operatör inte uppmärksam på att maskin stannat, åtgärd var att kvittera stopp	9
Operatör	v.15	Torsda g	09:04	6	B	Dagtid	Sticks	Sticks slut, fylls på, uppmärksammas sent	9
Operatör	v.15	Torsda g	09:49	9	B	Dagtid	Rulle	2 rullar slut, byts mot en nya, samtidigt larm från ugn, art nr: 1070077	9
Materia l	v.15	Torsda g	10:00	2	B	Dagtid		Remsa av, ny skarvas på	9
Materia l	v.15	Torsda g	10:15	3	B	Dagtid		Dålig skarvning av rullar gör att de lättare går av och måste skarvas.	9
Bemann ing	v.15	Torsda g	10:15	7	B	Dagtid		För låg bemanning, handmonteringen hinns inte med och produktionen stannar	9
Operatör	v.15	Torsda g	10:24	1	B	Dagtid	Sticks	Sticks slut, fylls på, uppmärksammas sent	9
Operatör	v.15	Torsda g	10:37	2	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Operatör	v.15	Torsda g	10:50	1	B	Dagtid	Sticks	Sticks slut, fylls på, uppmärksammas sent	9
Bemann ing	v.15	Torsda g	10:15	7	B	Dagtid		För låg bemanning, handmonteringen hinns inte med och produktionen stannar	9
Operatör	v.15	Torsda g	11:23	4	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Materia l	v.15	Torsda g	11:30	20	B	Dagtid		Bristfälligt siktmärke på det sista kortet, vilket krävde justeringar för att kunna det	9

								skulle kunna slutföras	
Bemann ing	v.15	Torsda g	12:01	8	B	Dagtid		DEK inte klar, kunde undvikits med fler operatörer	9
Operatö r	v.15	Torsda g	13:15	4	B	Dagtid		Kort slut i ställ och operatör fyller inte på innan buffert till S25 tar slut.	9
Operatö r	v.15	Torsda g	13:28	3	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Operatö r	v.15	Torsda g	14:24	1	B	Dagtid		Kort slut i ställ och operatör fyller inte på innan buffert till S25 tar slut.	9
Operatö r	v.15	Torsda g	14:25	2	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Operatö r	v.15	Torsda g	15:00	3	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Operatö r	v.15	Torsda g	15:06	2	B	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	9
Maskin	v.15	Fredag	08:29	11	M	Dagtid		Problem med att plocka upp komponenter, åtgärdas	10
Operatö r	v.15	Fredag	08:58	2	M	Dagtid	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	10
Matare	v.15	Fredag	09:01	10	M	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras,	10
Materia l	v.15	Fredag	09:43	4	M	Dagtid		Problem med att hitta skitmärke på kort, ställs in	10
Materia l	v.15	Fredag	09:53	2	M	Dagtid		Problem med att hitta skitmärke på kort, ställs in	10
Materia l	v.15	Fredag	10:20	10	M	Dagtid		Problem med att hitta skitmärke på kort, ställs in, lod tas bort från från siktmärke, detta fördröjer byte av plåt	10
Maskin	v.15	Fredag	11:32	21	M	Dagtid		Maskinen har problem med att plocka upp en komponent, vilket har hänt tidigare, driftteknikern gör justeringar så att problemet inte uppkommer	10
AU	v.16	Måndag	08:24	2	R	Dagtid		Byte av nozzlar (problem med nozzlar inte plockade upp komponenter)	11
Operatö r	v.16	Måndag	09:12	6	R	Dagtid		Komponenter i brickor har placerats fel och detta åtgärdas	11
Bemann ing	v.16	Måndag	09:44	6	R	Dagtid		Åtgärd var att kvittera stopp men ingen operatör fanns närvarande	11
Matare	v.16	Måndag	13:47	1	R	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras	11
Matare	v.16	Tisdag	13:25	7	B	Dagtid	Rulle	Matare krånglar och måste justeras, detta var i samband med möte som tog lite tid, ev hade nån liten komponent hamnat under mataren	12
Matare	v.16	Tisdag	13:57	4	B	Dagtid	Rulle	Bord tas ut, städas och matare positioneras bättre	12
Operatö r	v.17	Tisdag	07:44	32		Dagtid	Rulle	Komponent slut, rulle hittades till slut och laddades på	12
Operatö r	v.17	Tisdag	08:32	5		Dagtid	Sticks	Sticks slut, fylls på, uppmärksammas sent	12
Operatö r	v.17	Tisdag	08:38	9		Dagtid		Missförstånd mellan operatör och drifttekniker	12
Materia l	v.17	Tisdag	08:52	10		Dagtid	Sticks	Stick slut, exakt antal, operatören måste återanvända komponenter som maskinen kasserat för att få klart körning	12
Materia l	v.17	Tisdag	09:13	2		Dagtid	Sticks	Stick slut, exakt antal, operatören måste återanvända komponenter som maskinen kasserat för att få klart körning	12
Maskin	v.17	Tisdag	09:16	26		Dagtid		Maskinen har problem med att plocka upp en komponent, vilket har hänt tidigre,	12

								driftteknikern gör justeringar så att problemet inte uppkommer	
Operatör	v.17	Tisdag	09:47	2		Dagtid	Sticks	Sticks slut, fylls på, uppmärksammas sent	12
Maskin	v.17	Tisdag	09:54	3		Dagtid		Ändring av koordinater på kartinställning då komponent hamnar för långt ned	12
AU	v.17	Tisdag	11:40	28		Dagtid		Underhåll av arm i S25	12
Matare	v.17	Onsdag	10:38	3		Dagtid		Matare dålig, måste bytas mot en bättre	13
Materia	v.17	Onsdag	10:45	7		Dagtid		Lödning blir inte bra på en komponent och därför ersätts den med en ny rulle	13
Operatör	v.17	Onsdag	10:59	2		Dagtid	Sticks	Sticks slut, fylls på, uppmärksammas sent	13
Materia	v.17	Onsdag	11:24	2		Dagtid		Remsa av, ny skarvas på	13
Bemann	v.17	Onsdag	11:34	7		Dagtid		Remsa av men ingen operatör närvarande	13
Materia	v.17	Onsdag	11:41	2		Dagtid		Remsa av, ny skarvas på	13
Bemann	v.17	Onsdag	13:02	5		Dagtid		Komponent slut, ingen operatör närvarande	13
Operatör	v.17	Onsdag	13:07	5		Dagtid		Komponent 6010005 slut, komponenter finns endast i påse, måste splieas och sättas på rulle, kostar 0,02kr	13
Materia	v.17	Onsdag	13:37	3		Dagtid		Remsa av, ny skarvas på	13
Materia	v.17	Onsdag	13:53	3		Dagtid	Sticks	Problem med sticks, mataren ställs in och komponenter fylls på	13
Operatör	v.18	Tisdag	18:51	5		Kväll	Sticks	Sticks slut, uppmärksammas sent, art nr 5090126 och 5090458 fylldes på	14
Matare	v.18	Tisdag	18:59	7		Kväll	Sticks	Krångel med matare, 3 sticks komponenter (5090470, 2090013, 1090140) plockas inte upp ordentligt, matare byts mot en bättre	14
Matare	v.18	Tisdag	19:08	1		Kväll	Sticks	Komponenterna gled inte ned som de skulle i rännan på mataren	14
Materia	v.18	Tisdag	19:10	1		Kväll		Remsa av, ny skarvas på	14
Maskin	v.18	Tisdag	19:13	1		Kväll		Fel i program gjorde att två komponenter inte plockades upp ordentligt	14
Maskin	v.18	Tisdag	19:24	4		Kväll		Komponent sätts fel plats och justeras i programmet.	14
Materia	v.18	Tisdag	19:37	1		Kväll		Remsa av, ny skarvas på	14
Operatör	v.18	Tisdag	19:51	1		Kväll		Operatör inte uppmärksam på att maskin stannat, åtgärd var att kvittera stopp	14
Matare	v.18	Tisdag	20:00	1		Kväll	Sticks	För få sticks i rännan gör att komponent 5090373 inte matas fram ordentligt	14
Materia	v.18	Tisdag	20:08	3		Kväll		Remsa av, ny skarvas på	14
Operatör	v.18	Tisdag	20:11	3		Kväll	Rulle	Rulle slut, byts mot en ny	14
Matare	v.18	Tisdag	20:16	1		Kväll	Sticks	För få sticks i rännan gör att komponent 5090373 inte matas fram ordentligt	14
Matare	v.18	Tisdag	20:23	6		Kväll	Sticks	Sticks fylls på i tre matare	14
Maskin	v.18	Tisdag	20:31	32		Kväll		Maskinen har problem med att plocka upp två komponenter ordentligt, ena komponenten körs på My100 och för den andra justeras programmet	14

Bilaga 2.

Ingående moment vid inre ställ vid Siemens-linan

En omställning är det som görs från det att sista kortet ur föregående körning gått ut ur S25 till dess att det första kortet i nästkommande körning godkänts vid manuell avsyning. Det antas då att det yttre stället är avklarat. Observera att detta är företagets definition av omställningstid. De huvudmoment som ingår i ett inre ställ listas nedan:

1. Ser till att alla kort från föregående körning är färdiga innan inre ställ påbörjas.
2. De gamla raklarna och plåten tas ur DEK och rengörs
3. Ny plåt samt nya raklar för aktuell körning monteras in
4. Inställningar för ny körning väljs
5. Kontrollerar att plåt och kretskort ligger rätt i förhållande till varandra,
6. Pasta läggs på plåten
7. Kontrollerar och säkerställer att bredden på transportbanden i linan stämmer överens med kortbredden.
8. När DEK är omställd, körs första kortet igenom DEK och eventuella justeringar av inställningar görs.
9. Ett antal (en till fyra) operatörer sköter omställning av de tre monteringsmaskinerna (Siemens S25, CS och CF) där sex bord byts. Vid bytet av bord ingår städning av bordets stödytor (för att bordet annars lätt kommer snett), golv och ”skräprännen”.
10. Komponenter som endast finns på en rulle och är bundna i föregående körning flyttas nu över till nuvarande körning. Även fuktkänsliga rullar samt komponenter på sticks och brickor laddas nu i maskinerna.
11. När maskinerna startas aktiveras aktuellt program i de tre maskinerna.
12. Så snart det sista kortet ur föregående körning kommit ut ur ugnen ställs den om till aktuellt program (vid byte från blyfri till blypasta stängs ugnen för att den ska kylas snabbare, detta eftersom ugnen saknar kylsystem).
13. Två operatörer kontrollerar att rätt komponent är på rätt plats i borden genom att den ena läser upp rullens nummer och den andra jämför detta med datorns positioner.
14. När omställning av monteringsmaskinerna är klar startas körning av första kortet. Vid första kortet krävs generellt mycket justeringar för att få till rätt inställningar.
15. När kortet är färdigmonterat kontrolleras dess riktningar och positioner och skickas in i ugnen. I samma stund startas montering av resterande kort.
16. När det första kortet kommit ut ur ugnen skickas detta till AOI (Automatisk Optisk Inspektion) där lödningar kontrolleras.

Bilaga 3. Problem som togs upp med KJ-Shiba övning. Nivå ett-gruppernas namn motsvara de förkortade namnen som används i figur 4.1

Nivå ett-grupp: Bristande utrustning ger stopptider

- Många gånger kommer mataren snett och måst ställas om, vilket leder till stopp.
- Bristande ställ leder till många kassationer och stopp.
- Siemensmaskinen med tillhörande matare är över 10år gamla och slitna, vilket gör att fel och stopp kommer oftare.
- Finns inte nozzlar i lager och därför måste de nozzlar som är minst dåliga! användas

Nivå ett-grupp: Bristande maskinplanering ger onödigt långa ställtider

- Korta körningar gör att nästa jobbs laddning inte hinns med.
- Bemanningsbrist vid skift-/överlappsarbete gör att man inte hinner med laddning av nästa jobb.
- Ställtiderna blir mycket längre när familjekörningar inte körs efter varandra eller när man kör två stora körningar efter varandra, då mycket material redan finns bundet i körningen innan.
- Finns inget standardiserat arbetssätt, varken generellt eller för enskilda produkter, vilket ger onödigt långa ställtider.

Nivå ett-grupp: Bristande kommunikation gör att problem inte fångas upp i tid

- Kommunikationen mellan olika enheter inom företaget är bristfällig. Upptäckta problem åtgärdas sällan eller inte alls.
- Strukturerade dagliga möten där man tar upp och diskuterar problem saknas.

Nivå ett-grupp: Bristande materialplanering ger längre och försvårade omställningar

- För få rullar(en enda) gör att material låses till en körning, trots att den behövs till flera körningar. Leder till onödigt långa ställtider.
- Material som behövs till nästa körning är upptaget. När man kör två stora körningar efter varandra, räcker matarna inte till. Detta leder till längre ställtider och stopp.
- Många gånger finns det bara en rulle av en viss komponent, trots att den ingår i flera setuper/körningar.

Nivå två-grupp: Inköp

Nivå ett-grupp: Komponenter på sticks ger längre omställningar, mer stopp och felmontering än komponenter på rulle

- Det tar lägre tid att ladda sticks än rullar.
- När komponenter köps på sticks istället för på rulle tar det längre tid att ladda och ger mer felmontering som ger kassation.
- Körning med mycket sticks tar lång tid att ladda, ger mer stopp och större risk för felmontering.

Nivå ett-grupp: Sparande vid komponentinköp ger hastighetsförluster, längre omställningar och komponentbrist vid körning

- När komponenter köps i påsar (sticks?) tar det längre tid att ladda.
- Det har hänt flera gånger att komponenter kommit på korta remsor istället för på rullar. Detta medför fler stopp än om komponenter kommit på rulle.
- Händer mycket ofta att inköp köper exakt antal, vilket ger små marginaler. Detta leder till att man måste vara försiktigare då ingen spillprocent finns, därmed långsammare körning.
- En komponentsats har ofta exakt antal komponenter. Detta medför att sista kortet saknar många komponenter. Därmed blir batchen ej komplett.

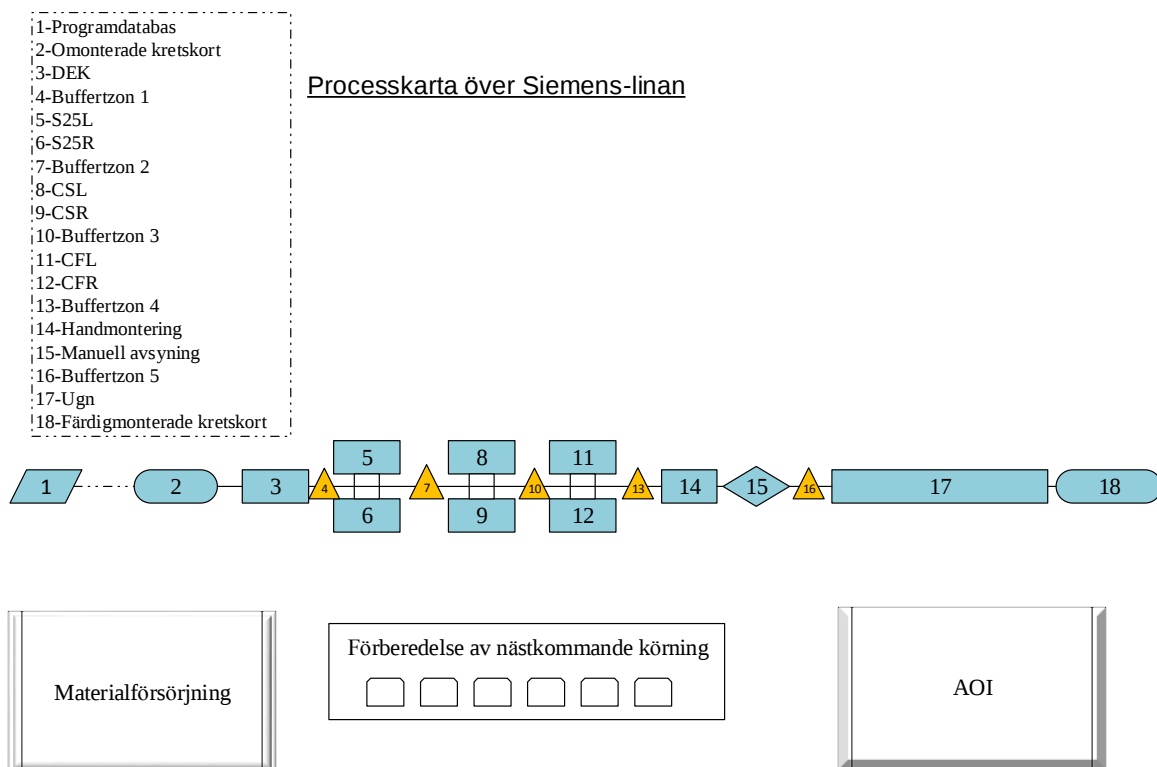
Nivå ett-grupp: Låg/ingen felmarginal leder till handmontering och komponentbrist

- Vi har idag alldeles för mycket handmontering trots att det går att minska om rätt material köps in. Handmontering tar onödigt lång tid och resurser från annan verksamhet.
- Inköp köper in exakt antal komponenter, vilket leder till små/inga marginaler under körning. Detta leder till saldobrist under drift.

Nivå ett-grupp: Materialvariation orsakar många onödiga stopp och långa ställtider

- Flera gånger har det hänt att fel material har levererats av kund eller att inköpsavdelningen köpt fel material.
- Avståndet mellan komponenter på rulle kan variera (beror på leverantörsfel) mellan beställningar. Avståndskillnaden gör att maskinen inte kan läsa av komponent vilket leder till onödiga stopp som åtgärdas manuellt.
- Samma komponentslag kan komma i olika varianter (sticks, rulle, brickor). Rulle är att föredra, då de andra leder till långa ställtider och många stopp under körning.

Bilaga 4.



Kortställ med plats för 50 kretskort laddas i maskinen och när systemet startas matas första kortet in i DEK. Efter DEK finns det en kö/buffertzon för två kretskort innan de matas in i S25 som har två bord laddade med komponenter med ett tillhörande plockhuvud vardera som utför placeringen/monteringen av komponenter på kretskortet. När monteringen i S25 är klar matas kortet vidare till buffertzon 2 med plats för ett kort där kortet inväntar att CS ska bli tillgänglig. CS är snarlik S25 med två bord och två plockhuvuden, efter CS finns buffertzon 3 med plats för ett kort, där kortet väntar på att CF ska bli tillgänglig. CF har även det två bord men endast ett plockhuvud. I stort fungerar maskinerna likadant, det som skiljer maskinerna åt är dess monteringshastighet då de har olika antal nozzlar per huvud. Ju fler nozzlar per huvud desto fler komponenter kan plockas och monteras innan huvudet måste tillbaka till bordet och hämta nya komponenter, vilket gör maskinen snabbare. S25 har två huvuden med plats för tolv nozzlar vardera, CS har två huvuden med plats för sex nozzlar vardera och CF har endast ett huvud med plats för en nozzel. När monteringen i CF är klar, matas kort vidare till buffertzon 4 med plats för tre kretskort. Kretskorten väntar här på att handmonteringsstationen ska bli ledig. Vid handmonteringsstationen monterar operatören eventuella komponenter som maskinerna av olika anledningar inte klara av att montera. Efter att handmonteringen är avslutad matas kretskorten fram till buffertzon 5 med plats för två

kort. Slutligen matas kretskorten vidare in i ugnen där kretskorten går igenom ett antal olika temperaturzoner för lödning. När kretskorten kommer ut ur ugn samlas de i ett kortställ med plats för 50 kretskort som sedan går vidare till AOI för kvalitetskontroll.