



Stockholms
universitet

Processkontroll av värmeväxlar-tillverkning

Johan Leifland

Kandidatuppsats 2011:8
Matematisk statistik
September 2011

www.math.su.se

Matematisk statistik
Matematiska institutionen
Stockholms universitet
106 91 Stockholm

Processkontroll av värmeväxlar-tillverkning

Johan Leifland*

September 2011

Sammanfattning

Syfte: En metallpress som tillverkar värmeväxlare går ofta sönder. Dessutom finns det inget mätsystem som kan samla in data om den tillverkade produkten. Syftet med denna studie är att hitta en mätprocess som ska kunna bidra till att mäta och analysera en tillverkningsprocess och samtidigt lösa ett tillverkningsproblem med hjälp av statistiska metoder.

Material och metod: Metodiken baserar sig på Six Sigma principer för att lösa problem som uppkommer vid tillverkningen. Statistiska metoder så som controlcharts används för att kunna överblicka processen.

Resultat: Variansen är hög på metallplattorna som tillverkas några dagar innan pressen går sönder. Detta är ett tecken på att pressen är på väg att gå sönder. Vissa områden av värmeväxlar-plattan varierar mer än andra och ger en mer instabil produkt. Vissa mätpunkter har inte rätt dimensioner efter att metallpressen har blivit lagad.

Konklusion: Processkontroll i form av insamlad data som överblickar variansen och hur mycket olika mätpunkter ändras över tiden, har visat sig vara ett kraftfullt verktyg och till stor hjälp för att hitta fel i tillverkningsprocessen, både på maskinen och på de tillverkade värmeväxlarplattorna.

*Postadress: Matematisk statistik, Stockholms universitet, 106 91, Sverige.
E-post: johan_leifland@hotmail.com. Handledare: Martin Sköld.

Abstract

Purpose: A metal press producing metal plates for heat exchangers often breaks. There is no measurement system that can collect data about the produced product. The purpose with this project is to find a measurement process that should be able to contribute to measuring and analysing a production process and solve a production problem with the use of statistical methods.

Material and Method: The method is based on Six Sigma principals to solve problems that are present at the production. Statistical methods such as control charts contributes with a good overview of the collected data.

Results: The variance is significantly higher on the metal plates that are produced a few days before the press breaks down. This variance indicates that the press is about to break. Some areas on the metal plate vary more than other and give an instable product. Some measurement areas differ from the original set up standard after the press have been fixed.

Conclusion: A process control gathering data, which observes the variance and the changes in different areas, has proven to be a powerful tool and a great help for finding errors in the production, both for the machine and for the produced heat exchanger plates.

Processkontroll av värmeväxlar-tilverkning

Innehåll

1	Inledning	6
2	Material och metod	6
2.1	Six Sigma.....	6
2.2	Värmeväxlare.....	7
2.3	Metallpressen som tillverkar plattorna till värmeväxlaren.....	8
2.4	Metallpressens funktion.....	9
2.5	Identifiera problemet med metallpressen	9
2.6	Utred problemet	9
3	Resultat	10
3.1	Analys av mätningar	10
3.2	Kommentarer om modellval av insamlad data.....	11
4	Analys	12
4.1	Sammanfattat om mätpunkternas tjocklek.....	14
5	Diskussion	15
5.1	Motivering för att använda en processkontroll.....	15
5.2	Förslag till Processkontroller.....	15
5.3	Hur processkontrollen fungerar idag.....	16
6	Sammanfattning	17
7	Appendix	18
8	Referenser	22

1. Inledning

I norra Italien finns en fabrik där man tillverkar och pressar metallplattor för värmeväxlare. Vid pressningen av plattorna trycks ett kanal-mönster ut i plattorna. Dessa sätts samman i värmeväxlare och i kanalerna kan man sedan transportera varma eller kalla vätskor t.ex varmt eller kallt vatten, gas, olja etc som leder till att man kan värma, kyla, kondensera eller evaporera olika produkter. Under en längre period under våren år 2010 hade framställningen av dessa metallplattor störts av att metallpressen ofta gick sönder utan att man, trots flera utredningar, inte kunde påvisa orsaken. Produktionen avbröts då, vilket ledde till problem i tillverkningskedjan och även till ekonomiska problem för företaget.

Inom företaget tillämpar man en förbättringsmetodik som heter Six Sigma. På fabriken finns en speciell avdelning som arbetar med denna metodik för att implementera den i hela verksamheten. Six Sigma innebär att man ska förbättra tillverkningen genom att eliminera variation i produktionen så att alla framställda produkter är exakta kopior av varandra. Six Sigma innebär också att man arbetar med att lösa problem av alla olika slag i tillverkningen.

Jag arbetade i Six Sigma-gruppen sommaren 2010 och min uppgift var att med hjälp av Six Sigma förbättringsmetodik finna anledningen till de frekventa produktionsstoppen. Hitintills hade man inte kunnat påvisa felkällan. Strukturerad data om tillverkningsprocessen för metallpressen behövde insamlas och analyseras. Målet var att med hjälp av denna datamängd finna förklaringen till de många produktionsstoppen och upplysning om varför apparaten ofta gick sönder. Hur kunde man förbättra produktionen genom att samla in data i form av processkontroll och vilken värdefull information kunde den ge om processen?

2. MATERIAL OCH METOD

2.1 Six Sigma

Six Sigma är en typ av metodik som skall leda fram till ett förbättringsprojekt i syfte att minska produktionen av defekta varor. Six Sigma har sitt ursprung i Japan efter andra världskriget och innebär att verksamheten skall producera högkvalitativa produkter så effektivt som möjligt med så knappa resurser som möjligt. Benämningen Six Sigma kommer från normalfördelningskurvan som innebär att ett fel i produktionen bara får uppträda för 3,4 produkter per 1 miljon tillverkade enheter (6 st standardavvikelser) vilket kan tolkas som en väldigt felfri produktion. Denna siffra kommer från en normalfördelning där detta är ett mått på en sannolikhet att hamna i ett lika eller mer extremt värde än sex standardavvikelser ifrån ett medelvärde vilket är ca 3,4 på 1 miljon. Men namnet är snarare valt efter att det ser estetiskt tilltalande ut med 6σ och det låter bra att uttala.

Ofta beror defekter eller avvikelser i en produktion på variation i tillverkningskedjan, t.ex. genom att man på något sätt avviker från vedertagen praxis i framställningen. I de allra flesta fall är det inte bara önskvärt utan också viktigt att tillverkningen av en produkt sker enligt ett strikt produktionsbeslut så att de färdiga produkterna är exakta kopior av varandra.

Till en början användes Six Sigma endast vid själva tillverkningsprocessen. Numera används det även inom t.ex. sjukvård där det fått en mycket viktig roll i kvalitetsarbetet runt

patienterna. Det nyttjas också inom försäljning och logistik där man försöker reducera kostnader genom att effektivisera arbetet. I dagens allt mer globaliserade samhälle konkurrerar företag över hela världen med varandra och avstånden spelar en allt mindre roll. Att hålla nere kostnaderna och förbättra en produkt har därmed en enormt stor konkurrensfördel.

Six Sigma-metodiken består av ett antal steg som kortfattat kallas för DMAIC och står för Define, Measure, Analyse, Improve och Control.

Define – definiera problemet. Detta kan vara lätt t.ex. en apparat som går sönder. Men det kan även vara ett komplicerat steg, då man ska definiera ett problem som inte uppfattas som en störning eftersom det ingår i en vardaglig rutin utan att man insett att det är ett överflödigt eller onödigt skeende som inte skapar ett mervärde till slutprodukten eller i processen.

Measure – mäta någon typ av process. Mätmetoden ska vara reproducerbar och så exakt och precis som möjligt. Oavsett vem som mäter ska detta inte förändra eller påverka resultatet. Genom att mäta något kan man se hur stor effekt förbättringen har haft om man jämför med data före och efter processen.

Analyse - analysera data. Visar analysen att något blivit signifikant bättre i samband med en processförändring ska denna ändring accepteras och användas.

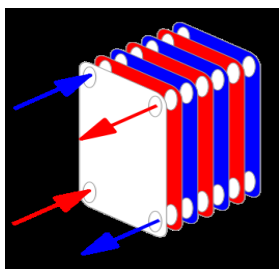
Improve – genomför förbättringen. Om analysen påvisat att en förbättring kan uppnås skall denna genomföras. Detta steg innebär också att alla som är involverade skall informeras om förbättringen.

Control – kontrollera att processen fungerar, följs och utförs efter att den implementerats i verksamheten.

2.2 Värmeväxlare

En värmeväxlare är en apparat som består av ett flertal pressade metallplattor som sitter tillsammans. I plattorna har det pressats in kanaler med hjälp av en metallpress. Genom att sätta samman flera metallplattor så erhålls rännor mellan plattorna. I dessa kanaler finns någon typ av vätska, t.ex. varmt eller kallt vatten. De varma och kalla vätskorna bebländar sig aldrig utan kanalerna avgränsas av ett metallager eller en annan barriär. Syftet är att överföra värme eller kyla från ett medium till ett annat. Vätskan förs då runt i kanalerna och leder till uppvärmning eller nedkylning. Det finns flera typer av värmeväxlare beroende på i vilket syfte de ska användas t.ex. i en bilmotor eller till uppvärmning inom livsmedelsindustrin eller ett vanligt värmeelement.

Illustration 1 visar en vätska som kommer in i en värmeväxlare. Denna process representeras av den röda pilen. En annan vätska som kommer in i värmeväxlaren vid den blå pilen. Varannan metallplatta har antingen en röd färg eller blå färg beroende på vilken vätska som passerar plattorna.



*Illustration 1:
Värmeväxlare*

Illustration 2 visar en platt-värmeväxlare. Plattorna är räfflade så att vätskan passerar en så lång väg som möjligt och har så stor yta som möjligt gränsades till de olika vätskorna för maximal värmeöverföring. Den räfflade ytan bidrar även till att flödet är turbulent istället för laminärt, vilket innebär att värmeöverföringen är maximal även inom vätskan. Över till höger syns en platta från en värmeväxlare i något förenklat format då plattorna egentligen är betydligt mer räfflade.



Illustration 2: Värmeväxlare platta

2.3 Metallpressen som tillverkar plattorna till värmeväxlaren

Metallpressen tillverkar metallplattor som benämns AC31 och AC32. Dessa staplas ovanpå varandra varannan platta AC31 och varannan platta AC32. Mellan metallplattorna finns det ett tunt lager koppar som också pressas i maskinen. När värmeväxlarna har tillverkats förs de in i en smältugn och kopparen fungerar som klister och svetsar samman plattorna. Samtidigt kommer insidan av värmeväxlaren att täckas med ett tunt lager koppar som lätt kan stå emot korrosion. Koppar leder dessutom värme väldigt bra.

Plattorna AC31 och AC32 har ett spårmonster enligt Illustration 3. Båda typerna av plattor har ett portområde i vardera änden där kylar/värme-vätska kommer in och där även vatten eller ett annat önskvärt medium som ska kylas eller värmas kommer in.



Illustration 3: Spårmonster på värmeväxlar plattor

Kylarvätskan kommer in genom hålen som på denna bild markerats med en svart ring. Det kylda mediet kommer in genom hålet längst nere till höger och passerar ut genom hålet längst upp till vänster. Det innebär att det på varannan nivå mellan plattorna finns kylarvätska respektive det medium som ska kylas..

Eftersom vätskekanalerna i plattorna är räfflade förflyttar sig vätskan en lång bit och över en stor area då den passerar genom värmeväxlaren. I de största värmeväxlarna förflyttar sig vätskan flera kilometer över den räfflade ytan. Detta innebär att värmeväxlare är väldigt effektiva vid överföring av värmeenergi eller kyla från någon typ av medium.

2.4 Metallpressens funktion

En lång rulle med metall ungefär som en stor tejprulle roterar och sänder iväg en bit metall som går in i metallpressen. Denna producerar då metallplattorna till värmeväxlaren genom att rullen får ett spårmonster trycks in i plattan. Plattorna klipps av i ändarna och får hål vid portområdena. Samtidigt som den rostfria metallen pressas, så pressas även kopparrplattor ut och placeras under metallplattorna.

När plattorna är tillverkade staplas de i så kallade units. En unit är ett antal plattor som ligger ovanpå varandra och utgör en del av en värmeväxlare. Dessa units läggs sedan in i en värmeugn med så hög temperatur att kopparen smälter men inte det rostfria stålet. Spårdjupet i kanalräfflorna på plattorna ska vara rätt på hundradels millimetrar. Ett spårdjup som avviker en hundradels millimeter och är för djupt eller för grunt innebär att produkten blir sämre.

Metallpressen är en mycket stor avancerad apparat med en tryckkraft på flera ton. Den måste vara otroligt noggrann då tillverkningen av plattorna innebär att många typer av moment måste utföras i maskinen i en löpande-band-process. Detta innebär att många olika faktorer kan påverka produktionsresultatet.

2.5 Identifiera problemet med metallpressen

Define – identifiera problemet. Define inom Six Sigma-metoden är första steget i förbättringsarbetet.

Metallpressen som tillverkar värmeväxlarplattorna AC31 och AC32 går ofta sönder. Orsaken till detta fel är okänt. Då maskinen går sönder slutar den helt att fungera eller också hakar den upp sig och stannar i ett läge. I vissa fall får plattorna inte hål i portområdena. En del tillverkade värmeväxlare blir också dåliga och fungerar sämre. Detta leder till produktionsbortfall och till ekonomisk förlust.

2.6 Utred problemet

Measure - mäta processen. Då problemet är definierat övergår man till nästa steg i Six Sigma-metodiken För att förstå en process och kunna definiera denna behövs det empirisk mätdata. Kan man förstå denna process och se vad som går fel genom att samla in data om produkten pressen tillverkar? En mätprocess som kan ge värdefull och tillförlitlig information om tillverkningsprocessen behöver utformas.

Ett mätsystem ska inte vara beroende av vem som utför mätningarna eller andra olika faktorer. Det ska vara lätt att följa och reproducerbart oavsett vem som genomför mätningen. Jag utvecklade ett mätsystem där man mäter tjockleken på vissa utvalda områden på värmeväxlarplattan. Detta system eliminerar olika mätpersoners varians. Mätsystemet är också billigt då det krävs mycket knappa materiella resurser för att utföra mätningarna. Det är inte heller särskilt tidskrävande att utföra mätningarna. Ingenting förstörs då man använder sig av detta mätsystem, produkten tar ingen som helst skada av mätningen. Mätsystemet mäter 6 olika punkter vardera på AC31 och på AC32 plattan.

3. RESULTAT

3.1 Analys av mätningar

Analysera mätdata. När mätningarna är avslutade vidtar analys av de utförda mätningarna.

Stora komplicerade maskiner som går sönder gör det ofta gradvis. Det innebär att det finns en möjlighet att upptäcka felkällan genom att bedöma variansen av datan. Att en mätpunkt ändras kan i vissa fall länkas till en begynnande produktionsnedsättning eller en synlig förändring. Därmed kan man åtgärda problemet i tid.

Har maskinen lagats efter att tidigare varit sönder, kan det innebära att den synbarligen fungerar och att produktionen av värmeväxlarplattor fortgår som vanligt utan produktionsbortfall. Men detta betyder inte alltid att allt är bra. Lagning av maskinen kan ha resulterat i en mindre felinställning så att det blir fel mått på plattorna. Maskinen förefaller fungera bra men värmeväxlarplattorna som tillverkas är inte av bra kvalitet vilket kan visa sig i ett senare skede.

Statistisk processkontroll betyder att man övervakar en process, ofta en tillverkningsprocess, där variationen och mätdata är plottade längsmed en tidsaxel. Det är vanligt förekommande att detta görs med så kallade control charts vilket ger en överblick över ett flertal faktorer samtidigt. Genom att samla in data på detta sätt kan man lätt upptäcka fel hos produkten. Med hjälp av data i kontroll charts kan man kontrollera om variationen plötsligt ökar. Man kan även bedöma om ett medelvärde minskar eller ökar långsamt samtidigt som variationen håller sig på samma nivå. Den stora fördelen med Statistisk processkontroll är att man kan se hur variationen utvecklar sig med tiden och man kan se om variationen är på samma nivå medan kanske medelvärdet ändrar sig. Man får en väldigt bra överblick av all data och ögat kan på ett lätt sätt upptäcka fel i processen. Har man gjort en förändring i tillverkningen kan man upptäcka vad det har för effekt på produkten. Om fel sker kan man se när det händer och utreda vad som gjordes annorlunda vid detta tillfälle, då processen fick ett icke önskvärt

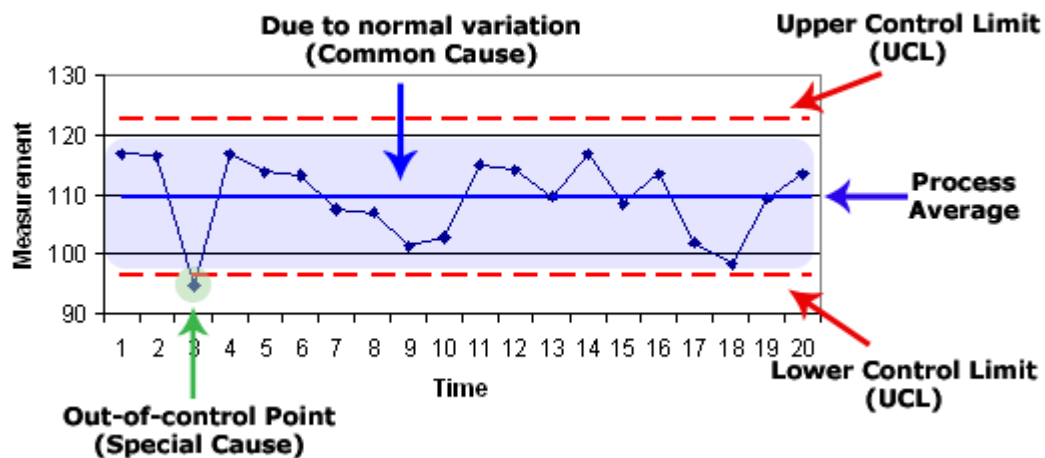


Illustration 4: Ett exempel på ett control chart
 utfall, eller kanske till och med ett bättre utfall. Illustration 4 är ett exempel på ett control chart.

Kontrollgränserna kallas för upper control limit och lower control limit. Gränserna sätts av att processen räknar ut en standardavvikelse multiplicerat med 95% -ig kvantil i detta fallet 1,96, som inte är bra att överskrida och det markeras i diagrammet.

I detta projekt betyder det att om kontrollgränserna överskrids ska man genomföra en kontroll av maskinen och se vad som har hänt och försöka åtgärda problemet som uppkommit.

3.2 Kommentarer om modellval av insamlad data

Då normalitetstest görs på alla insamlade mätningar som har utförts, visar detta att datan i dessa studier inte är normalfördelad. Därför måste man använda sig av icke parametriska metoder för att kunna räkna ut varianserna.

Trots avvikelser från normalfördelningen tas beslutet att använda t-test som approximation för att testa om skillnad föreligger mellan medelvärdena. Detta gör att man kan använda sig av en processkontroll på enskilda mätpunkter som kontinuerligt räkna ut upper och lower control limit genom en standardavvikelse baserad på all insamlad data uppdelad på mätpunkt och platt typ.

För att se om spridningen av mätpunkterna har ökat och plattorna som tillverkas skiljer sig åt allt för mycket utförs detta test med Ansari-Bradley test, Formel 1. Detta är ett icke-parametriskt test som behöver användas i detta syftet eftersom datan inte följer någon känd fördelning. Då man använder detta testet för olika grupper som i detta fallet är mätpunkterna så ska medelvärdet i en grupp subtraheras från värdena i den specifika gruppen så att alla mätdata ligger på samma nivå med medelvärdet noll för vektor X som ska jämföras med

vektor Y.

$$T^* = \frac{T - [n_1(n_1+n_2+2)/4]}{\sqrt{n_1 n_2 (n_1+n_2+2)(n_1+n_2-2) / [48(n_1+n_2-1)]}}$$

Formel 1: Anasri-Bradley test

Detta är en typ av rangtest som i detta fallet förutsätter att n_1+n_2 är ett jämt tal annars har formeln ett lite annorlunda utseende. T-värdet är rangsumman av ena test-variabeln enligt Formel 2. Det minsta värdet får lägsta rangen och det största värdet den högsta rangen.

$$T = \sum_{i=1}^n R_i.$$

Formel 2:
Rangsumman

Vektor X har n_1 stycken komponenter och stickprovet Y det jämförs med har n_2 stycken komponenter där T^* är en approximativ kvantil i en normalfördelning. Värdet som erhålls på T^* visar om det finns en signifikant skillnad mellan de två stickprovens spridningsgrad (Encyklopedia of statistical sciences, Volume 1).

Data är som sagt inte normalfördelad, eftersom man bara kan mäta minsta mått i hundradels millimeter. Dessutom utförs inte så många mätningar på många plattor utan man nöjer sig med mätningar på 3-4 stycken värmväxlar-plattor. Antalet mätningarna som utförs är av begränsade framför allt beroende på ekonomiska och tidskrävande skäl. Anledningen är att företaget önskar att mätningarna ska vara lätta och snabba att utföra. För stort antal mätningar på ett flertal plattor är tidskrävande och anses inte vara värt besväret. Approximationen att utföra t-test mellan två punkter med 3 mätningar vardera har därmed sina begränsningar, men är gångbart på ekonomiska grunder. Det är viktigt att det inte ska vara alltför komplicerat att utföra processkontrollen och att kunna utgå från detta kriterium gör hela projektet lättare att administrera.

Dessa jämförelser kan utföras på ett flertal sätt, bland annat kan man basera testen på S_{pool} och anta att alla mätningar har samma varians enligt Formel 3.

$$R_{\mu_1-\mu_2} = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_{\text{pool}} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t_{(n_1+n_2-2)}$$
$$S_{\text{pool}}^2 = \frac{(n_1-1) S_x^2 + (n_2-1) S_y^2}{n_1+n_2-2}$$

Formel 3: t-test för lika varians och poolad varians

Hypotesen att medelvärdena är lika är det som ska testas.

Detta ger $H_0: \mu_1=\mu_2$ med alternativ hypotesen $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$.

n_1 och n_2 är stickprovets antal element i vektorn X och vektorn Y där X-struket är medelvärdet för vektor X och samma sak med Y-struket. T-värdet får (n_1+n_2-2) stycken frihetsgrader. För att räkna ut S_{pool} behövs också de två stickprovets standardavvikelser räknas ut.

Eller så kan testet utföras mellan punkterna genom att anta olika varians enligt Formel 4 .

$$R_{\mu_1-\mu_2} = \frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_x^2}{n_1} + \frac{s_y^2}{n_2}}} \sim_{\text{approx.}} t(f)$$

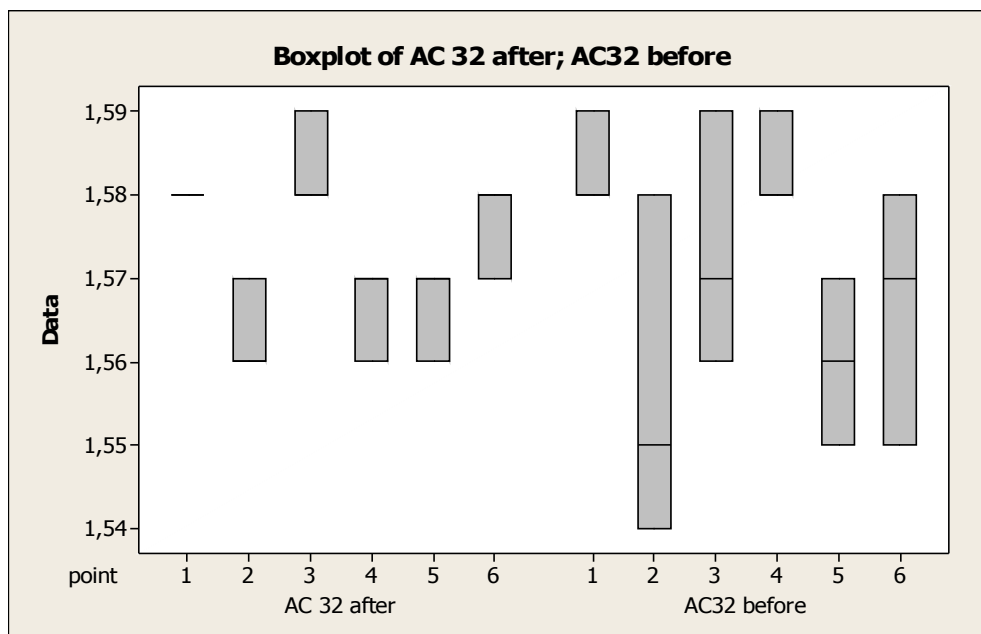
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{n_1-1} \cdot \frac{(n_2 s_x^2)^2}{(n_2 s_x^2 + n_1 s_y^2)^2} + \frac{1}{n_2-1} \cdot \frac{(n_1 s_y^2)^2}{(n_2 s_x^2 + n_1 s_y^2)^2}$$

Formel 4: t-test under antagande av olika varians stickproven emellan och antalet frihetsgrader

4. ANALYS

På boxplotten nedanför finns data från mätningar på tre olika plattor vardera utförda före och efter maskinen blivit reparerad efter att den gått sönder. Man kan se att variationen är större innan maskinen gick sönder. Alla mätningarna är gjorda på endast metallplattan. Kopparen är borttagen och plattorna är hämtade innan kopparen har smält. Huvudsakligen har boxplottar och jämförelse av poolad varians använts för att påvisa en skillnad för värmeväxlar-plattorna innan maskinen gick sönder och efter att den blivit lagad.

Första delen av analysen kommer att behandla variansen mellan olika tillverkade plattor.



Boxplot från plattor tillverkade innan metallpressen gick sönder och efter att den blivit lagad

AC32 after är plattor producerade efter att pressen reparerats.

AC32 before är plattor producerade några dagar innan pressen gick sönder. Mätresultaten visar att man flera dagar innan pressen går sönder, kan upptäcka att den håller på att haverera.

Genom att jämföra spridningen på datan med Ansari-Bradley testet visar sig detta vara signifikant på 5% nivån för skillnad i spridning av tjockleken på plattorna som är tillverkade några dagar innan pressen havererar.

Testet är utformat så att det tar hänsyn till att vissa mätpunkter har olika värden så medelvärdet för varje punkt uppdelat på varje enskild AC32 platta är subtraherat från de tre uppmätta värdena. Att variansen har blivit högre är inte ett gott tecken för produktionen. Detta resultat är viktigt och bör enligt Six Sigma-metoden åtgärdas. Ur kvalitetssynpunkt är målet att tillverka produkter med så låg varians som möjligt.

Det är inte bara variationen som ska kontrolleras utan även vissa mätpunkter blir tjockare eller tunnare. Denna del av analysen kommer därför att behandla olika mätpunkter och jämföra dessa för att se om de har förflyttats under produktionens gång. Det har påträffats en del skillnader som är värda att notera. Rubrikerna hänvisar till olika sektioner i appendix.

Tabell 1

Plattor i tabellen härrör från olika units av plattor av typ AC31. Mätningarna har utförts med ett par dagars mellanrum. I Appendix finns det en jämförelse mellan olika mätningar där man kan se hur tjockleken har ändrats under tillverkningen.

Punkt nummer 4 ligger signifikant lägre vid jämförelse av de två mätningarna. Punkt 2,3,5 och 6 är ca 0.04 millimeter högre än tidigare om man jämför med AC31 mätningarna i ovanstående plot alla dessa skillnader visar sig vara signifikanta. Vid något tillfälle i tillverkningen har dessa områden blivit tjockare. Måtten som värmväxlarna ska ha enligt produktionsstandarden är de övre mätdata i tabellen, så den undre tabellen med mätdata visar att produkten som tillverkas har pressats i fel mått.

Tabell 2

Detta är mätningar från när pressen gick sönder 13 juli 2010. Mätningarna gjordes på 6 stycken plattor, varav 3 stycken var av typen AC31 och 3 stycken av typen AC32. Alla 6 plattorna kommer från samma unit och var de sista som kom ut från pressen innan den gick sönder. Den poolade variansen är inte särskilt stor, eftersom plattorna är tillverkade samtidigt och pressas på samma gång i maskinen vilket alltid plattor tillverkade i samma unit görs.

Vissa punkter på AC31 plattan skiljer sig från deras egentliga värde som återfinns som första tabellen i tabell 1 i appendix . På AC31 plattan ska punkt 1 och 4 ligga högre än resten av mätpunkterna och punkterna 2,3,5 och 6 ska ligga mycket lägre än vad de egentligen ska göra.

Punkt 4 ligger mycket lägre än vad det är tänkt att den ska göra. AC32 plattan är lite snedvriden, punkt 2,3,5 och 6 ska ha samma tjocklek.

Tabell 3

Mätningar utfördes nästa dag den 14 juli. Då hade pressen har blivit reparerad efter att ha havererat föregående dag, Plattorna är från samma unit.

På AC31 plattan ligger punkterna 2,3,5 och 6 för högt och detta visar att maskinen inte blivit lagad så att plattorna har erhållit rätt dimensioner. Punkt 4 ligger fortfarande för lågt efter att metallpressen har blivit reparerad, och punkt 2,3,5 och 6 är för tjocka.

På AC32 plattorna ska egentligen punkt 2,3,5 och 6 ha samma tjocklek vilket inte är fallet här.

4.1 Sammanfattat om mätpunkternas tjocklek

Variansen är signifikant större då maskinen är på väg att haverera jämfört med efter att den nyligen har blivit reparerad.

Mätningarna visar att olika punkter skiljer sig signifikant i tjocklek jämfört med det standardiserade värdet.

Punkt 4 varierar väldigt mycket på AC31 plattan

Tillverkningsprocessen är inte under kontroll. Den teoretiskt accepterade felmarginalen ligger på 0.01 millimeter. Det är acceptabelt att det förekommer en skillnad då och då. Eftersom all produktion har en liten felmarginal. Om det visar sig att ett värde av 20 st insamlade värden på en mätpunkt ligger 0.01 millimeter högre än vad som är korrekt dimension kan detta accepteras. Variansen för enskilda mätpunkter ska vara väldigt låg och ska helst vara obefintlig men projektets mätresultat tyder på att detta inte är fallet.

5. DISKUSSION

5.1 Motivering för att använda en processkontroll

Improve – påvisa förbättring och genomföra denna.

Före studien var pressmaskinen ur funktion en stor del av tiden. Efter att apparaten hade reparerats under perioden före mätanalysen föreföll plattorna förändras och variera jämfört med tidigare.

Det finns potential hos processkontrollen, den kan ge värdefull information om tillverkningsprocessen och om maskinens tillstånd. I denna studie påvisade mätanalysen att produkttillverkningen inte är tillräckligt koncis och att den producerade varan är av ojämn kvalitet med varierande mätvärden. Vid massproduktion får det inte förekomma variation mellan två produkter. Varje metallplatta i en värmeväxlare skall vara identiska. Trots omfattande kvalitetskontroll uppstår det alltid viss icke önskvärd variation i tillverkningsprocessen. Tjockleken på metallplattorna kan ändra sig, ibland är även variationen högre då man mäter plattor från olika units. Detta är ett problem som måste dokumenteras och rättas till. För att kunna förstå att det förekommer variation i tillverkningsprocessen av metallplattor måste det finnas ett bra och vedertaget objektiva mätsystem. Detta system framställer data avseende den tillverkade produkten och ger en mer exakt uppskattning av variationer.

Mätssystemet som användes vid denna studie är lätt att använda och reproducerbart. Det kan utföras av en person på kort tid med tillförlitligt resultat. Det är således resurssnålt och billigt. Denna processkontroll kan överblicka både produkttillverkningen, medelvärden och variation över en tidsperiod.

5.2 Förslag till Processkontroller

Control - följa upp resultaten av mätningarna och upprätthålla förbättringen.

Det finns många olika alternativ till processkontroll. Det viktiga i valet av en processkontroll är att den tveklöst skall ha stor potential och vara till gagn för produktionen. Den ska vara lätt att använda, reproducerbar i verksamheten och helst billig, så att den utnyttjas på ett korrekt sätt i den dagliga verksamheten. Den ska ha så hög precisionspotential som möjligt och därmed tillse att variationen är så låg som möjligt och mätpunktsvärdena ska vara samma hela tiden.

Mätning och kontroll kan ske av en viss punkt eller det kan vara alla punkter, det kan vara ett medelvärde, det kan även vara hur den poolade variationen varierar. Det viktiga är att dra slutsatser först efter att man har samlat in så mycket data som möjligt och har ett stort analysmaterial och att man kan sätta in detta i ett större perspektiv. Möjligheter ska aldrig uteslutas eller en ram för hur något ska göras ska inte läggas, innan man har sett och vet mer bestämt, hur processen fungerar genom att betrakta den insamlade datan. Många olika kombinationer bör testas för att hitta den processkontroll som man ska utnyttja i framtiden. Värdena ska följas och kontrolleras så att en förändring snabbt upptäcks Om maskinen repareras eller om man utför service på metallpressen skall alla parametrar och all information som kan vara av värde i processkontrollen, noggrant dokumenteras. Man skall alltid söka en orsak under produktionens gång om en förändring påvisas.

Själva insamlingen av mätdata ska ske kontinuerligt, förslagsvis 6 plattor 3 st AC31 och 3 st AC32 ska mätas/dag. Beslut skall tas om man ska ta plattor från samma units eller från olika units och beslutet skall sedan följas så att mätningarna kan bli reproducerbara. Förmodligen skall plattor från olika units mätas så att man kan upptäcka en variationsökning tidigt och påvisa om något mätvärde har ändrats över tiden. Om vissa punkter verkar ändras mer än andra i mätprocessen, så ska man noggrannare kontrollera dessa, exempelvis punkt 4 i denna studie.

5.3 Hur processkontrollen fungerar idag

Control – följa upp resultaten av mätningarna och upprätthålla förbättringen.

Efter att mätningarna utförts och resultatet presenterats, har processkontrollen introducerats i vardagsarbetet. Två gånger om dagen utförs processkontroll genom att ta två stycken plattor från en unit, en AC31 och en AC32 och mäta dessa. Dagens första kontrollmätning utförs på en en AC 31 och en AC32 från första uniten för dagen. Den andra kontrollen görs senare under dagen runt kl 16.00.

Ibland görs flera 3-5 st kontroller under en dag på ett flertal metallplattor, framför allt om det uppkommit mindre störningar i produktionen eller processen eller om service eller reparationer utförs på metallpressen. Variationen Spool kontrolleras och jämförs med tidigare Spool –resultat. Blir det nya värdet större än tidigare, ingriper man i god tid och en kontrollundersökning av metallpressen utförs.

Det är även mycket viktigt att bedöma och kontrollera hur de olika punkterna förändras. Variansen kan vara under kontroll men vissa punkter kan hoppa iväg. Detta har tydligen varit

speciellt vanligt vid punkt nummer 4. Mätningen av punkterna är viktig i samband med att man utför reparationsarbeten på maskinen så att värdena är oförändrade, inte bara i processkontrollsyfte utan även för kvalitetskontroll. Enbart mätningen i sig har också visat sig vara viktig då man utfört reparationsarbeten på metallpressen för att efteråt kontrollmäta om funktionen återställts till fullo.

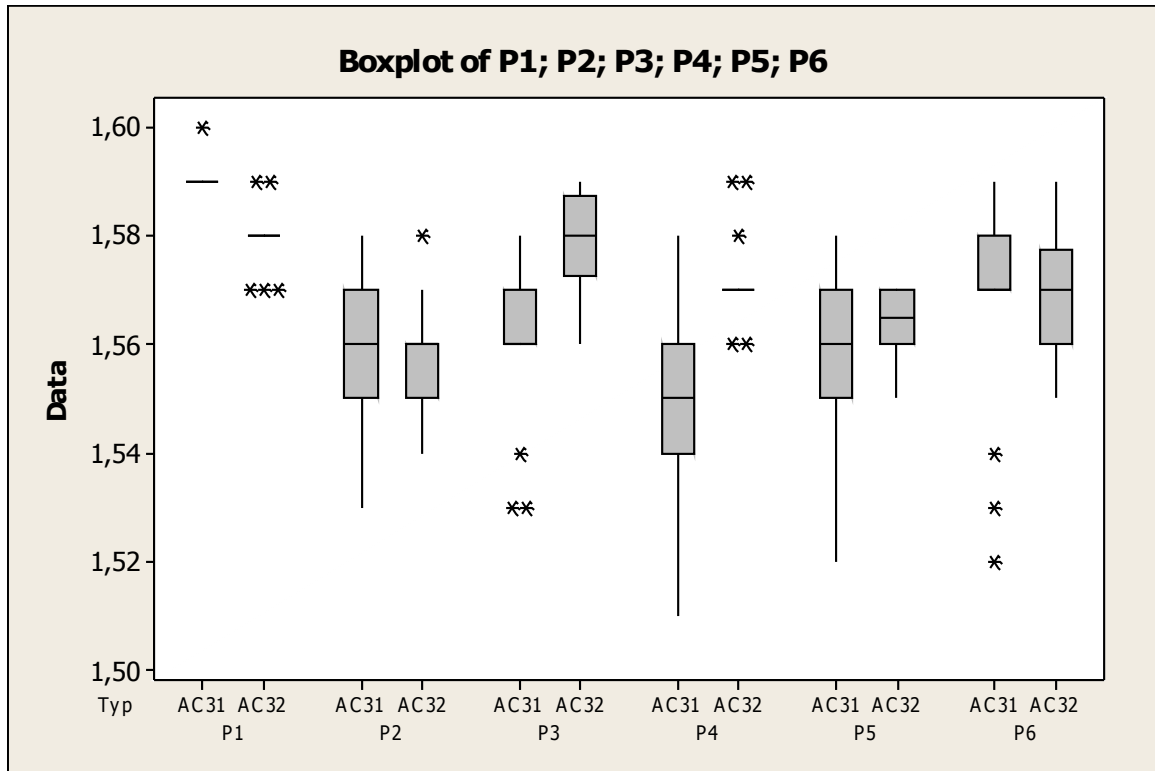
6. SAMMANFATTNING

Six Sigma metoden innebär att man genom standardiserade mätmetoder skaffar sig överblick över en arbetsprocess i syfte att finna förbättringspunkter både vad gäller arbetsinsats, metod, tid och ekonomi.

Det förbättringsarbete som redovisas i detta arbete handlar om att skapa en processkontroll för en metallpress som väldigt ofta gick sönder varvid produktionen avbröts. Dessutom ville man finna en metod för att kunna kvalitetssäkra den skapade produkten som ofta blev defekt utan att man kunde identifiera anledningen. Det behövs ofta metodiskt insamlade data för att kunna förstå och få en djupare insikt i tillverkningen och även för produkten. Utmaningen i arbetet har inte varit den nödvändiga statistiska analysen som har utförts, utan den stora utmaningen har varit att besluta hur mätprocessen för att mäta plattorna skulle utföras och skapa ett mätsystem som är reproducerbart och lätt att följa och som kan ge värdefull information både nu och i framtiden om ett produktionsfel uppstår.

Detta arbete var ett pionjärarbete. Hela mätprocessen fick konstrueras från grunden. Målet för Six Sigma-arbetet var att metallpressen skulle fungera oklanderligt dygnet runt och tillverka en felfri produkt. Det ovan beskrivna förslaget till processkontroll och rapporten av mätningarna har överlämnats till Six Sigma-gruppen och företagsledningen. Detta arbete utfördes sommaren 2010 och i dagsläget fungerar metallpressen i stort sett till 100 %.

7. APPENDIX



Detta är alla mätningar på alla punkter för AC31 och AC32.

Utfört i R

Ansari-Bradley test

data: a and b

AB = 182.5, p-value = 0.05023

alternative hypothesis: true ratio of scales is greater than 1

Tabell 1

Level	N	Mean	StDev	Pooled StDev	Individual 95% CIs For Mean Based
1	3	1,59333	0,00577		(--*--)
2	3	1,53000	0,00000		(---*---)
3	3	1,53333	0,00577		(---*---)
4	3	1,57333	0,01155		(---*---)
5	3	1,53000	0,01000		(---*---)

```

6      3  1,53667  0,00577  (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
1,525      1,550      1,575      1,600

Pooled StDev = 0,00745

Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev
Level  N      Mean      StDev  +-----+-----+-----+-----+
1      4  1,59000  0,00000  (---*---)
2      4  1,57000  0,00816  (---*---)
3      4  1,57250  0,00957  (---*---)
4      4  1,55000  0,00816  (---*---)
5      4  1,57250  0,00500  (---*---)
6      4  1,58250  0,00500  (---*---)
-----+-----+-----+-----+-----
1,545      1,560      1,575      1,590

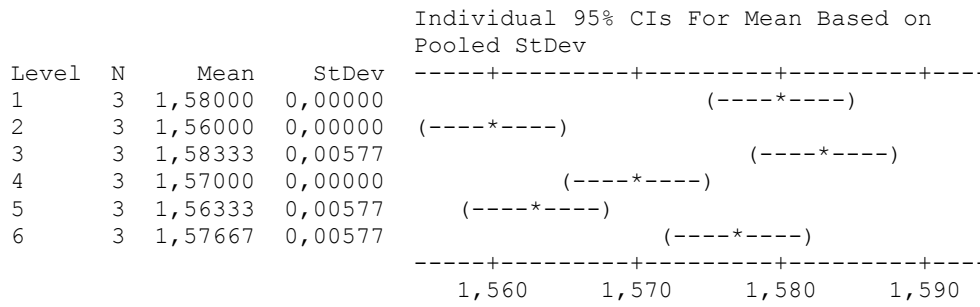
Pooled StDev = 0,00677

```

Tabell 2

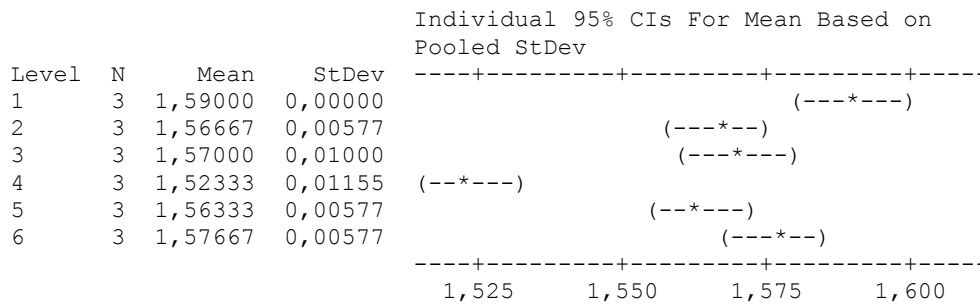


Results for: AC32



Pooled StDev = 0,00408

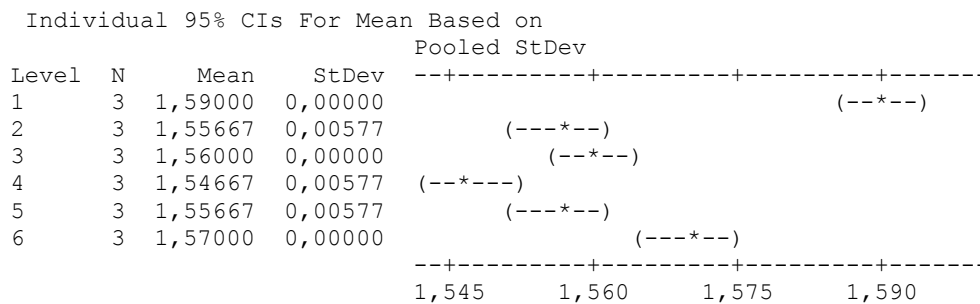
Results for: AC31



Pooled StDev = 0,00745

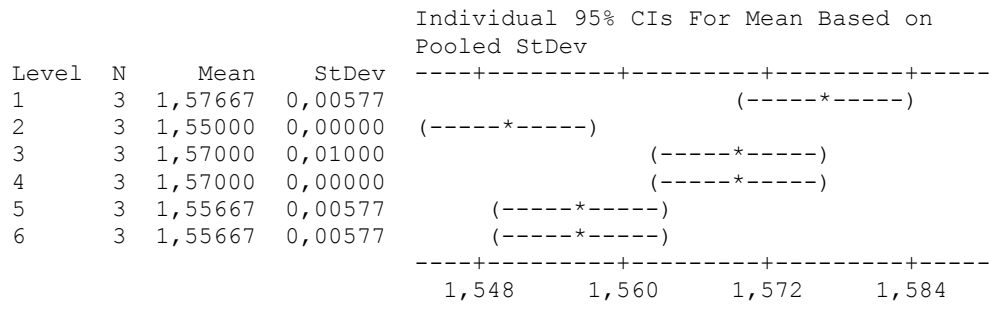
Tabell 3

Results for: AC31



Pooled StDev = 0,00408

Results for: AC 32



Pooled StDev = 0,00577

8. Referenser

Böcker:

Thomas McCarty, Lorraine Daniels, Michael Bremer
The Six Sigma Black Belt Handbook
Publicerad: 200411

Mikel J. Harry, Prem S. Mann, Ofelia de Hodgins
Practitioner's Guide for Statistics and Lean Six Sigma for Process Improvements
Publicerad: 201001

Gunnar Blom, Björn Holmquist
Statistikteori med tillämpningar
Publicerad: 199801

Rolf Sundberg
Lineära Statistiska Modeller
Publicerad: Oktober 2010

Samuel Kotz & Norman L. Johnson
Encyklopedia of statistical sciences, Volume 1
Publicerad: 1999

Internet källor:

Bilder tagna ifrån:

Controlchart: <http://sixsigmaindonesia.com/blog/?p=56>

Värmeväxlarna: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plate_frame_1.svg
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Plate_frame_2.png