



EROLD JASAROV
SASAN PEZESHKI

Department of Materials and Manufacturing Technology
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
Gothenburg, Sweden 2014

Kvalitetsutveckling och Six Sigma vid Cryo AB

Ett DMAIC-projekt för hantering av avvikelser samt processtyrning gällande Helicon

EROLD JASAROV

SASAN PEZESHKI

© Erol Jasarov & Sasan Pezeshki, 2014.

Technical report no 119/2014

Department of Materials and Manufacturing Technology

Chalmers University of Technology

SE-412 96 Göteborg

Sweden

Telephone + 46 (0)31-772 1000

[Department of Materials and Manufacturing Technology]

Göteborg, Sweden 2014

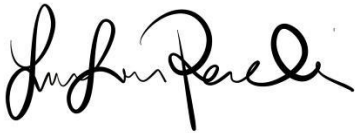
Förord

Detta examensarbete utfördes under våren 2014 på uppdrag av Cryo AB. Examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng och avslutar vår treåriga utbildning inom maskinteknik på Chalmers tekniska högskola.

Vi vill tacka Cryo AB för denna möjlighet. Ett stort tack till vår handledare Bengt Andreasson som varit till stor hjälp och ställt upp under hela projektets gång. Vi vill även tacka personalen på Cryo AB som bidragit med sin tid samt synpunkter.

Slutligen vill vi ta tillfället i akt och tacka vår examinator Peter Hammersberg på institutionen för material och tillverkningsteknik för sina råd samt idéer under projektets gång.

Göteborg, Maj 2014



Sasan Pezeshki



Erol Jasarov

Sammanfattning

Cryo AB är ett företag som tillverkar utrustning för transport, hantering samt förvaring av kryogeniska gaser. En av produkterna som tillverkas är en 40 fots container vid namn Helicon. Produkten används för transport av flytande helium; vilket är det grundämne som har lägst kokpunkt, $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$. Helicon transporterar en heliumlast med ett värde på cirka två miljoner kronor, detta resulterar i att det ställs höga krav på produktens prestanda samt driftsäkerhet.

Målet med projektet var att erhålla en tillverkningsprocess med ett bättre kvalitetsutfall samt mindre variation. Genom en intervju med den kundansvarige inom företaget framkom det att produktens driftsäkerhet samt hålltid var de viktigaste produkttegenskaperna för kunden. För att kunna identifiera vilka parametrar i produktionen som påverkar produktens driftsäkerhet samt prestanda var en ingående analys av historisk data nödvändigt. Vid insamling av historiska fel samt avvikelser framkom det att tillvägagångssättet vid hantering och dokumentering av information var bristfällig, avsaknaden av förbättringsåtgärder har dock resulterat i att medarbetarna accepterat den nuvarande situationen. Detta ledde till att det första steget i kvalitetsförbättringsarbetet blev att strukturera, standardisera samt sammanställa historisk data av produktens fel och avvikelser.

För att erhålla en sammanställning som både är standardiserad samt strukturerad behandlades historisk data kring produkten enligt en arbetsgång som var baserad på en feleffektsanalys. Eventuella fel samt avvikelser som uppstår i framtiden skall behandlas med samma metodik för att skapa förutsättningar för ett mer systematiskt kvalitetsarbete där beslut grundas på data. Det nya arbetsgången vid behandling av fel samt avvikelser skapar större förutsättningar för att hitta grundorsaken samt eliminera felet, något som ej fungerat på ett tillfredställande sätt förr.

En annan förbättring som initierats och bör implementeras i produktionen är sättet att se på sina processer. Med hjälp av statistisk processtyrning kan företaget införa styrdiagram för att förutspå processernas utfall. Detta ger företaget en möjlighet att reagera på avvikelser i tillverkningsprocesserna för att snabbt kunna ta ställning till problemet och införa åtgärder. Under projektets gång har målet hela tiden varit att ta företagets kvalitetsarbete ett steg framåt, detta för att underlätta implementeringen av förbättringsåtgärderna samt minimera risken för ”återfall”.

Quality Management and Six Sigma at Cryo AB
DMAIC project for handling deviations, and process control regarding Helicon
EROLD JASAROV
SASAN PEZESKI
Department of Materials and Manufacturing Technology
Chalmers University of Technology

Abstract

Cryo AB is a company that manufactures equipment for the transport, handling and storage of cryogenic gases. One of the products produced is a 40 foot container called Helicon. Helicon is used for transportation of liquid helium; which is the element with the lowest boiling point at -269°C . The product carries a helium cargo with a value of around two million SEK, which result in high demands on product performance and reliability.

The purpose of the project was to get a production process with better quality outcome and less variation. According to the aftersales manager, the product's reliability and holding time was the most important product features for the customers. A detailed analysis of historical data was necessary in order to identify the parameters in the production that affect product reliability and performance. During the collection of historical errors and discrepancies the project encountered that the management of the documentation was deficient, however the lack of improvements has resulted in the employees accepting the current situation. The first step towards a more efficient quality management was to organize, standardize and compile historical data from the product's defects and discrepancies.

To obtain a summary that is both standardized and structured the product's historical data was processed according to the FMEA methodology. Any errors and discrepancies that arise in the future should be treated with the same methods to create the conditions for a more systematic quality work where decisions are based on data. The new workflow for processing defects and abnormalities creates a better opportunity to find the root cause and eliminate the error, something that is not operated in a satisfactory manner before.

Another improvement which has been initiated and should be implemented in the production is the company's view on their manufacturing processes. By using statistical process control tools such as control charts, the processes' outcomes can be predicted. This gives the company an opportunity to respond to deviations in the manufacturing processes in order to quickly assess the problems' severity and taking measures.

During the project, the goal has always been to take the company's quality work just one step forward in order to facilitate the implementation of the improvement measures and minimize the risk of "relapse".

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Avgränsningar	1
1.4	Precisering av frågeställningen.....	2
2	TEORETISK REFERENSRAM	3
2.1	Introduktion till Six Sigma	3
2.1.1	Centralt i Six Sigma.....	3
2.1.2	DMAIC metodiken.....	4
3	Metod.....	5
3.1	Forskningsmetodik	5
3.1.1	Intervjuer	6
3.1.2	Enkät.....	7
3.2	Kvalitetsutveckling.....	7
3.2.1	Statistisk processtyrning.....	7
3.2.2	Processduglighet.....	8
3.2.3	De sju förbättringsverktygen	9
3.2.4	FMEA.....	12
3.2.5	Mätsystemsanalys.....	15
3.2.6	Gage R&R	16
4	Definiera.....	18
4.1	Uppdragsgivarens problemformulering.....	18
4.2	Utvärdering av problemformuleringen.....	18
4.3	Nyupprättad problemformulering.....	19
4.4	Uppdaterad problemformulering och mål	19
5	Mät	21
5.1	Nulägesanalys.....	21
5.1.1	Undersökning av företagets informationshantering gällande Helicon	21
5.1.2	Datainsamling.....	22
6	Analys.....	23
6.1	Utvärdering av enkäten.....	23
6.1.1	Kartläggning av informationshantering vid kundklagomål	26
6.2	Analys av den befintliga fel- och avvikelshanteringsdatabas	27
6.3	Avvikande processer	28
6.3.1	Tillverkning av heliumtank	28

6.3.2	Tillverkning av nitrogentank	30
6.4	Analys av historisk data.....	32
6.4.1	Sammanställning av fel och avvikelser	34
7	Förbättring	36
7.1	Det interna avvikelshanteringssystemet	36
7.2	Fel- samt avvikelshantering	37
7.3	Fortsatt förbättringsarbete av heliumtankstillverkning.....	39
8	Övervaka	40
8.1	Styrning av avvikelshanteringhanteringsprocessen	40
8.2	Övervakning av tillverkningsprocesser	41
9	Slutsats.....	43
9.1	Resultat.....	43
10	Referenser.....	44

1 INLEDNING

Kvalitet berörs av allt som händer i en verksamhet. Produktens kvalitet påverkas inte bara av produktionen, olika avdelningars beteenden inom företaget har lika stor inverkan på kvalitén. Hur ett företag arbetar med kvalitetsfrågor inom hela organisationen påverkar kundernas uppfattning om verksamheten och dess produkter. För att åstadkomma en hög grad av kundtillfredsställelse är det viktigt att företagets syn på kvalitet överensstämmer med kundernas.

1.1 Bakgrund

Cryo AB ingår i Linde Engineering och tillverkar utrustning för transport, hantering och förvaring av kryogeniska gaser. Cryo tillhandahåller allt från certifierade tankar till fullskaliga flytande naturgasterminaler. Detta innebär kortfattat att företaget tillverkar tankar för transport samt förvaring av flytande gaser – helium, kväve, syre, argon, LNG m.fl. Företaget har i dagsläget cirka 170 anställda varav 90 av dem jobbar i produktionen.

En av produkterna som tillverkas är Helicon, vilket är en 40 fots container för transport av flytande helium och rymmer cirka 41410 liter. Produkten är relativt ny och togs fram på begäran av Linde Engineering för att kunna erbjuda en konkurrenskraftig produkt med avseende på pris och prestanda. För att kunna åstadkomma detta krävs avancerade tekniska lösningar, i dagsläget är det endast ett fåtal företag vilka producerar tankar för transport av flytande helium. Helium är det grundämne som har lägst kokpunkt, $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$ vilket är fyra grader över den absoluta nollpunkten. Då de tekniska kraven är mycket höga krävs det produktionsprocesser som säkerställer kvalitén. Helicon är konstruerad för att klara av transport på väg och vatten i 30 dagar, detta möjliggör transatlantiska transporter av flytande helium.

Årligen tillverkas mellan 20 till 40 stycken Helicons. Efterfrågan på produkten är direkt beroende av heliummarknaden. Den största utvinningen av helium sker i USA, Algeriet, Qatar, Australien och Ryssland. Flytande helium används främst inom vården för att kyla ner supraledande magneter i den magnetiska resonanstomografen, MRT. Ett annat användningsområde är vid tillverkning av kiselskivor för elektronikindustrin. Helium används också inom forskningen för att bland annat skapa de kraftiga magnetfälten som krävs i partikelacceleratorer.

1.2 Syfte

Syftet med projektet var att hitta de styrande parametrarna i produktionen för att kvalitetssäkra produkten genom att minska spridningen i produktionsprocesserna. För att kunna minska spridningen i produktionen behövs det metoder för såväl mätning som kontroll av dessa parametrar. När de rätta parametrarna tagits fram bör de visualiseras på ett lämpligt sätt för att produktionspersonalen skall få en översyn över produktionen. En del av projektet blir då att hitta lämpliga sätt att visualisera de styrande parametrarna. Målet med projektet är att få ett bättre kvalitetsutfall med mindre variation.

1.3 Avgränsningar

Projektet kommer endast behandla tillverkningen av Helicon. Huvudfokus kommer att vara det som sker i produktionslokalen B2, där Cryo endast producerar Helicon.

1.4 Precisering av frågeställningen

För att kunna kvalitetssäkra produktionsprocessen behövs följande frågeställningar behandlas:

- Vilka parametrar är väsentliga för kvalitetsutfallet?
- Hur skall man mäta och kontrollera dessa?
- Hur skall man visualisera parametrarna för produktionspersonalen så att man kan jobba mot önskevärda värden?
- Hur skall man minska spridningen i produktionen?
- Jobbar alla operatörer på samma sätt och behövs det ett standardiserat arbetssätt?
- Hur kvalitetssäkras komponenter från interna respektive externa leverantörer?
- Hur kvalitetssäkras produkten i produktionen mellan de olika stationerna?

2 TEORETISK REFERENS RAM

I följande avsnitt kommer den teori som ligger bakom projektet att presenteras.

2.1 Introduktion till Six Sigma

Six Sigma som begrepp introducerades redan 1986 av Motorola som en del av deras kvalitets- och förbättringsarbete. Sedan dess har Six Sigma implementerats av företag i olika branscher med stor framgång. Metoden används huvudsakligen för att identifiera och eliminera defekter inom processer. Six Sigma används även för att minska spridningen inom olika tillverkningsprocesser för att förbättra kvalitetsutfallet. Inom statistiken är en Six Sigma-process definierad som en process vilken har ett kvalitetsutfall på 99,9997%. När processen verkar på en Six Sigma-nivå innebär det en felfrekvens på 3,4 defekter på en miljon möjligheter. En defekt definieras som de viktiga egenskaper för kunden vilka är otillfredsställande (Desai & Kishor, 2010).

Skillnaden mellan en 99 procentig kvalitetsutfall jämfört med en Six Sigma-process är stor och detta framkommer av Spedding och Pepper (2010). Detta kan tydliggöras genom att studera utdelning av post. Vid leverans av 300 000 brev skulle en 99 procentig kvalitetsutfall betyda 3000 fellevererade brev, däremot hade antalet fellevererade brev i en Six Sigma process endast varit en.

En generell uppfattning om Six Sigma är att metoden kan kännas komplex och tidskrävande. För varje problem i en process bör en omfattande utredning göras för att avgöra orsaken och dess påverkan. Det kan ibland tyckas att ett litet problem med en enkel lösning lätt blir överarbetad.

2.1.1 Centralt i Six Sigma

Det centrala inom Six Sigma är att åstadkomma en mätbar reduktion av variationer som i sin tur kan leda till en kostnadsreduktion och en förbättrad kundtillfredsställelse (Bergman & Klefsjö, 2010). Det är viktigt att kunna särskilja mellan slumpmässig variation och systematisk variation. Det finns alltid ett visst mått av slumpmässig variation inom en process därför kan två produkter aldrig bli identiska. Systematisk variation är däremot variation som endast uppstår under särskilda omständigheter. För att nå ett stort genombrott med sitt förbättringsarbete måste man ta hänsyn till båda typerna av variation (Magnusson, Kroslid, Bergman, 2003).

Desai och Kishor (2010) förklarade innebörden av begreppet Six Sigma enligt nedanstående:

- Stabila och förutsägbara processer med en så liten variation som möjligt.
- Tillverknings- och affärsprocesser med utfall vilka kan mätas, analyseras, förbättras och kontrolleras.
- För att åstadkomma ständiga förbättringar krävs det engagemang från hela företaget. Ledningens engagemang och hängivenhet är ännu viktigare, utan högsta ledningens stöd och engagemang kommer företaget inte att nå stora genombrott genom Six Sigma.
- En speciell utbildningsnivå med Champions (förbättringsmentor), Master Black Belts (Strategisk förbättringsledare), Black Belts (förbättringsledare) osv.
- En miljö där beslut grundas på mätbar data och ej känslor samt antaganden.

2.1.2 DMAIC metodiken

För att systematiskt arbeta med ständiga förbättringar och problemlösning inom Six Sigma följs arbetsgången Define-Measure-Analyze-Improve-Control. Arbetsmetodiken ger projektgruppen möjligheten att på ett logiskt sätt definiera problemen, implementera lösningar samt övervaka dem. Metodiken uppmuntrar till kreativitet inom projektgruppen med begränsningar att hålla sig till enkla processer, produkter och tjänster (L. George et al, 2005).

DMAIC är strukturerad enligt följande steg:

- Definiera, under detta skede sätts utgångspunkten för projektet. En komplett projektplan med problemformulering, mätbara mål, kostnadskonsekvenser samt tidsplan arbetas fram.
- Mäta handlar om att utvärdera nuläget av processerna samt utföra datainsamling. Genom att studera utdata(Y) och indata (X) analyseras processen för att kunna identifiera defekter och variationer. Detta för att skapa en utförlig förståelse av processen och därigenom hitta grundorsaken till problemet.
- Analysera, här görs en utförlig analys för att kunna avgöra och verifiera de orsaker som har störst påverkan på utdata och indata. Med hjälp av statistiska verktyg kopplar man samman de faktorer som har stor inverkan på resultatvariabeln.
- Förbättra, här tas potentiella lösningar fram för att sedan kunna implementeras i processen. I de fall där flera lösningar är aktuella kan man med hjälp av t.ex. Pugh matris välja ut den bästa. I vissa fall kan en kombination av flera lösningar vara den bästa lösningen.
- Övervaka är den avslutande delen i projektet, under detta skede vill man försäkra sig om att de förbättringar som man erhållit genom projektet även upprätthålls efter projektets slut. Till hjälp finns olika verktyg som Six Sigma tillhandahåller, en av dessa är statistiskt processövervakning. Projektets framgång bör följas upp och kunskapen spridas vidare inom företaget.

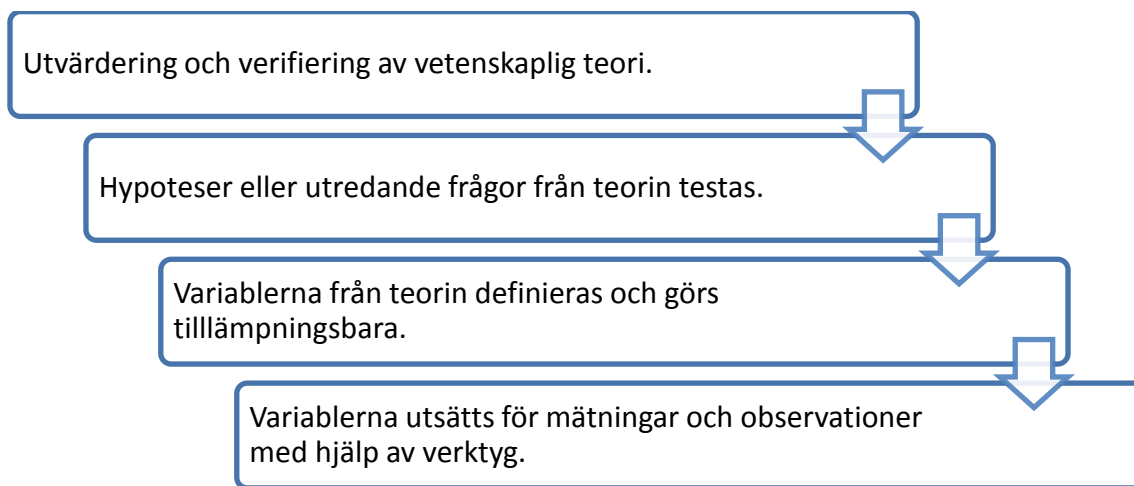
För att kunna utnyttja Six Sigma på bästa möjliga sätt kan man använda sig av olika verktyg som tillhör de olika faserna. En del av verktygen är gränsöverskridande vilket innebär att de kan användas under flera faser.

3 METOD

I detta kapitel redogörs det för de metoder vilka används under projektet.

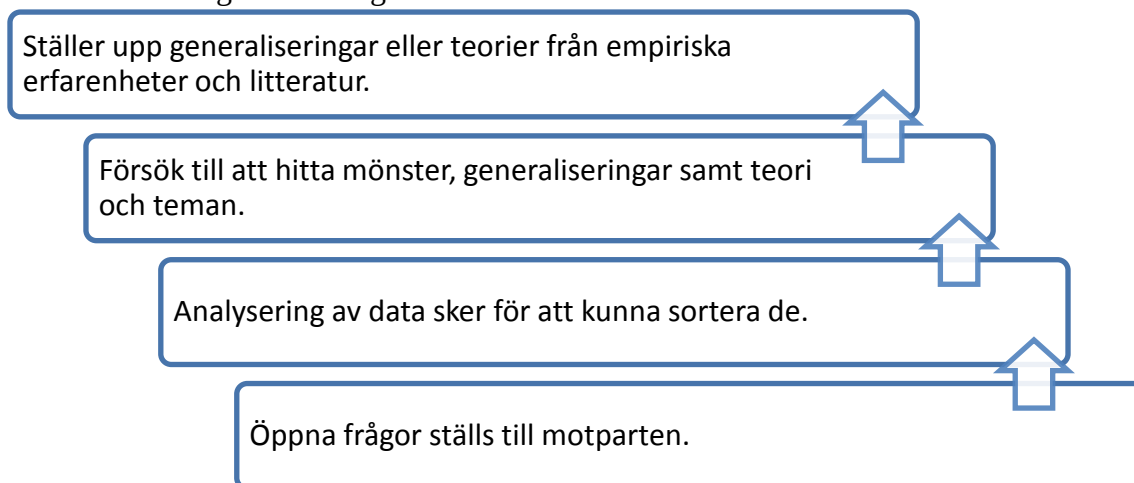
3.1 Forskningsmetodik

Datainsamling kan göras på flera olika sätt men all typ av datainsamling kan delas in i två huvudkategorier. Dessa är kvantitativ samt kvalitativ datainsamling (Davidsson & Patel, 2003). Kvantitativ data är data i sifferform som sedan analyseras med hjälp av statistiska metoder. Vid kvantitativ datainsamling är oftast själva mätningen central, forskningsmetoden är strukturerad och det finns en viss distans mellan forskaren och problemet (Bryman, 1994). Den typiska arbetsgången vid kvantitativ inriktad forskning visas av figur 3.1 nedan.



Figur 3.1: Tillvägagångssätt vid kvantitativ forskningsmetodik (Creswell, 2014).

Vid insamling av kvalitativ data ligger fokus på ”mjuk” data, dvs. kvalitativa intervjuer och uppfattningar. Informationen analyseras i sin tur med verbala analysmetoder (Davidsson & Patel, 2003). Kvalitativt inriktad forskning är mer förklarande och öppen jämfört med kvantitativt inriktad forskning (Anderson, 2006). Den typiska arbetsgången vid kvalitativt inriktad forskning visas av figur 3.2 nedan.



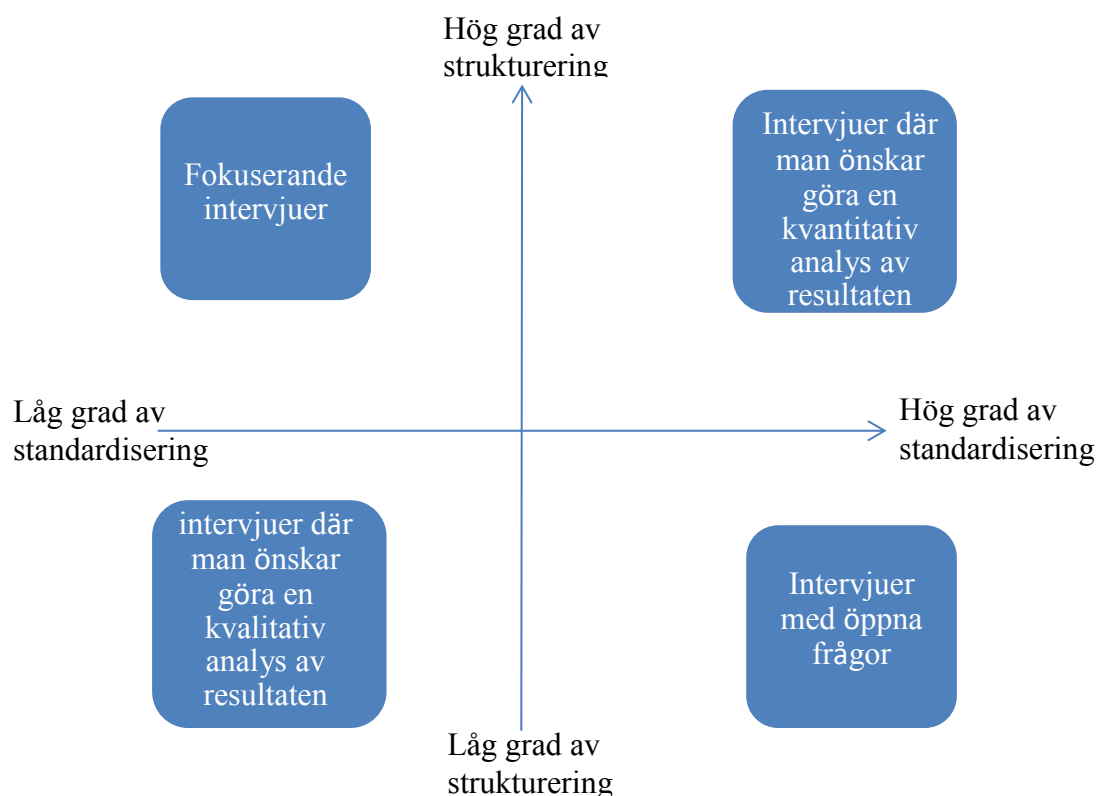
Figur 3.2: Tillvägagångssätt vid kvalitativ forskningsmetodik (Creswell, 2014).

3.1.1 Intervjuer

Intervjuer är ett bra sätt för insamling av information och bygger på att ställa frågor antingen muntligt eller skriftligt (May, 1997). Med intervjuer menar man vanligtvis att intervjuaren kommer överens om en träff med intervjupersonen för att få svar på sina frågor (Davidsson & Patel, 2003). Fördelen med intervjuer är att de är flexibla och ger en god insyn i personens erfarenheter, åsikter och attityd (Creswell & Clark, 2011). Det finns vissa nackdelar med denna typ av metod för datainsamling, en av dessa är att intervjuer kräver resurser såsom tid och plats (Hillson, 2004). En annan nackdel är att personer tenderar att ändra på sitt agerande när de är under observation (Davidsson & Patel, 2003).

För att erhålla tillförlitlig data från intervjun är det viktigt att intervjupersonen är motiverad. Ett sätt för att höja motivationen hos intervjupersonen är att klargöra syftet med intervjun och om möjligt relatera syftet till individens egna mål (Davidsson & Patel, 2003).

Två andra aspekter som är viktiga att fundera över vid datainsamling genom intervjuer är grad av standardisering och grad av strukturering. Grad av standardisering är den frihet som intervjuaren har när det gäller frågornas utformning och ordningen i vilken frågorna ställs. Grad av strukturering däremot är den frihet intervjupersonen har i tolkningen av frågorna beroende på personens inställning och erfarenheter (Davidsson & Patel, 2003). Nedanstående figur 3.3 är ett exempel på hur intervjuer med hög respektive låg grad av standardisering och strukturering ser ut:



Figur 3.3: Exempel på olika typer av intervjuer och enkäter beroende på hög eller låg grad av standardisering och strukturering. Davidsson & Patel (2003)

3.1.2 Enkät

En av dem allra vanligaste metoderna för att samla in data är undersökningar genom enkäter (Andersson, 2004). En enkät kan genomföras på olika sätt, oftast associerar man en enkät med ett frågeformulär som skickas ut till utvalda personer. Enkäten kan även besvaras under ledning, där personen som genomför undersökningen tar med sig enkäten och besöker den person vilken skall besvara den. Fördelen med detta är att undersökaren kan hjälpa till och förtydliga eventuella tvetydigheter (Andersson, 2004). Det är viktigt att individerna är motiverade när enkäten fylls i och missivet är den enda möjligheten för undersökaren att motivera individerna (Davidsson & Patel, 2003). Vidare är det viktigt att det framgår tydligt i enkäten om deltagandet är anonymt eller konfidentiellt. När enkäten är anonym, finns det ingen möjlighet att identifiera individen som besvarat enkäten. Är enkäten konfidentiell vet undersökaren vem man fått svar ifrån men denna information får ej spridas vidare (Davidsson & Patel, 2003).

3.2 Kvalitetsutveckling

Följande kapitel skall på ett övergripande sätt beskriva olika metoder och arbetssätt för utveckling av kvalitet. De metoder vilka framkommer är de verktyg som har använts under projektets gång.

3.2.1 Statistisk processtyrning

Det finns alltid en viss grad av variation vars orsaker oftast ej kan preciseras i alla tillverkningsprocesser. Statistisk processtyrning har som syfte att eliminera och hitta grundorsakerna till variationen (Bergman & Klefsjö 2010). Orsakerna till variation kan vara många och varje orsak bidrar med en liten andel. I sådana fall kan det vara nästintill omöjligt att urskilja en enskild orsaks bidrag till variationen, dessa kallas för slumpmässiga orsaker. Urskiljbara orsaker däremot är enskilda orsaker vilka bidrar till en väsentlig andel av variationen.

En process sägs vara under statistisk kontroll om det endast finns slumpmässiga variationer i processen. Detta innebär att de urskiljbara orsakerna antingen eliminerats eller kompenseras för. Även om en stabil process output innehåller en viss variation så kan man på ett bättre sätt förutspå dess framtida resultat (Bergman & Klefsjö 2010). I de fall där inte alla de urskiljbara orsakerna till variation eliminerats eller kompenseras för, kommer processens output att variera på ett oförutsägbart sätt (Chrysler Corporation et. al, 1995).

Med hjälp av rätt data från processen kan man genom tillämpning av statistisk processtyrning åstadkomma följande:

- Identifiera urskiljbara orsaker för att erhålla en stabil process.
- Genom att vidare övervaka processen när denna är under statistisk kontroll förhindra att systematisk variation uppstår utan operatörens kännedom.
- Nya grundorsaker till variation kan identifieras och elimineras genom en kontinuerlig övervakning av processen.

Idag används statistisk processtyrning mer och mer inom företag och inte bara i tillverkningsprocesser utan även inom andra typer av processer, till exempel administrativa- och ekonomiskaprocesser (Bergman & Klefsjö 2010).

3.2.2 Processduglighet

Kvalitetssystem som ISO 9000 och ISO/TS 16949 ställer höga krav gällande processer och deras förmåga att producera detaljer med mått inom toleransgränserna. Denna förmåga kallas för duglighet eller kapabilitet och ger en indikation om processens framtida output (Pyzdek, 1992). Dugligheten hos en process kan ge underlag till förbättringsåtgärder samt avgöra hur frekvent dess output skall kontrolleras. När man studerar en process förmåga är det viktigt att ta hänsyn till både dess spridning samt centrering. Med hjälp av en duglighetsstudie kan man även identifiera vilket av de två som har störst förbättringsmöjlighet (Böckmark & Olausson, 1990).

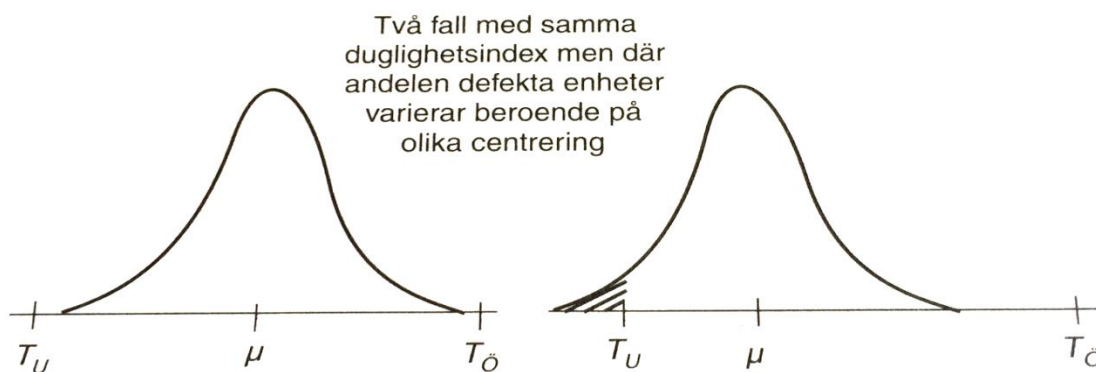
För att kunna bestämma dugligheten för en process måste man först bestämma den statistiska fördelning den följer. I många fall är det en god approximation att anta en normalfördelning då processen är under statistisk kontroll. I sådana fall bestäms dugligheten för processen med hjälp av väntevärdet μ , standardavvikelsen σ samt toleransgränserna T_o och T_u . Det tåls att påpekas igen att duglighetsmåttet endast gäller då processen är under statistisk kontroll, i andra fall kan inte en tillräckligt god approximation om fördelningen erhållas (Bergman & Klefsjö 2010).

3.2.2.1 Olika duglighetsindex

Redan år 1974 presenterade Joseph Juran ett duglighetsindex som fortfarande används idag (Vännman 1995). Toleransvidden i förhållande till processens naturliga variation anger om processen, då denna är centrerad, kommer att producera detaljer med mått inom toleransgränserna. Duglighetsindexet beräknas enligt:

$$C_p = \frac{T_o - T_u}{6\sigma}$$

Ett större C_p värde, i de fall där processen är väl centrerad, medför en mindre sannolikhet att detaljer som produceras ligger utanför toleransgränserna. Detta index tar ej hänsyn till processens centrering utan endast till processens spridning vilket är en stor nackdel (Bergman & Klefsjö, 2010). Detta visas i figur 3.4



Figur 3.4: Två processer med samma C_p värde men olika antal defekta enheter (Källa: Bergman & Klefsjö, 2010).

Det korregerande duglighetsindexet, C_{pk} är ett index vilket även tar hänsyn till hur välcentrerad processen är. Avståndet mellan processens väntevärde och dess närmsta toleransgräns i relation till halva processens naturliga variation mäts av indexet (Bergman & Klefsjö, 2010). Det korregerande duglighetsindexet beräknas enligt:

$$C_{pk} = \min\left(\frac{T_{\bar{o}} - \mu}{3\sigma}, \frac{T_u - \mu}{3\sigma}\right)$$

C_{pk} kan även användas i de fall där man endast har en toleransgräns, antingen en övre toleransgräns $T_{\bar{o}}$ eller en undre T_u . I sådana fall kan den övre korregerande duglighetsindexet respektive undre korregerande duglighetsindexet användas. Dessa definieras enligt:

$$C_{p\bar{o}} = \frac{T_{\bar{o}} - \mu}{3\sigma} \quad \text{och} \quad C_{pu} = \frac{\mu - T_u}{3\sigma}$$

C_{pk} är ett effektivare duglighetsmått jämfört med C_p men det finns även nackdelar med detta duglighetsindex. Nackdelen är att indexet ej beaktar avvikelser mellan processens genomsnittsvärde och dess målvärde (Bergman & Klefsjö, 2010). På senare tid har nya duglighetsindex som är ännu känsligare tillkommit. Dessa är dock mer komplexa och inte lika lättförståliga som C_p och C_{pk} , indexen utgör tillsammans en bra grund för att förstå processen och dess duglighet både gällande spridning samt genomsnittsvärde (Kotz & Lovelace, 1998).

3.2.3 De sju förbättringsverktygen

För att kunna ha ett fungerande kvalitetsprogram och arbeta med kvalitetsförbättringar krävs det data samt analyser av dessa (Bergman & Klefsjö 2010). För att kunna ha ett väl fungerande kvalitetsprogram bör samtliga inom företaget vara delaktiga i förbättringsarbetet. Detta ställer vissa krav på de statistiska verktyg vilka man analyserar datan med, de måste vara enkla att använda men samtidigt effektiva. Kaoru Ishikawa m.fl. sammanställde *De sju förbättringsverktygen* för detta ändamål. De sju verktygen är följande:

- Datainsamling
- Paretodiagram
- Uppdelning
- Styrdiagram
- Histogram
- Ishikawadiagram
- Sambandsdiagram

3.2.3.1 Datainsamling

En av de viktigaste delarna i ett program för kvalitetsförbättringar (Six Sigma) är insamling av data. För att kunna fatta beslut om en fråga är det viktigt att ha ett ordentligt beslutsunderlag (Bergman & Klefsjö 2010). För att hantera den aktuella frågan gäller det att samla in rätt data men det är lika viktigt att man vet hur datan vilket samlats in skall användas och analyseras. Bergman och Klefsjö (2010) beskriver två frågor som bör vara besvarade innan man börjar med datainsamlingen. Frågorna är följande:

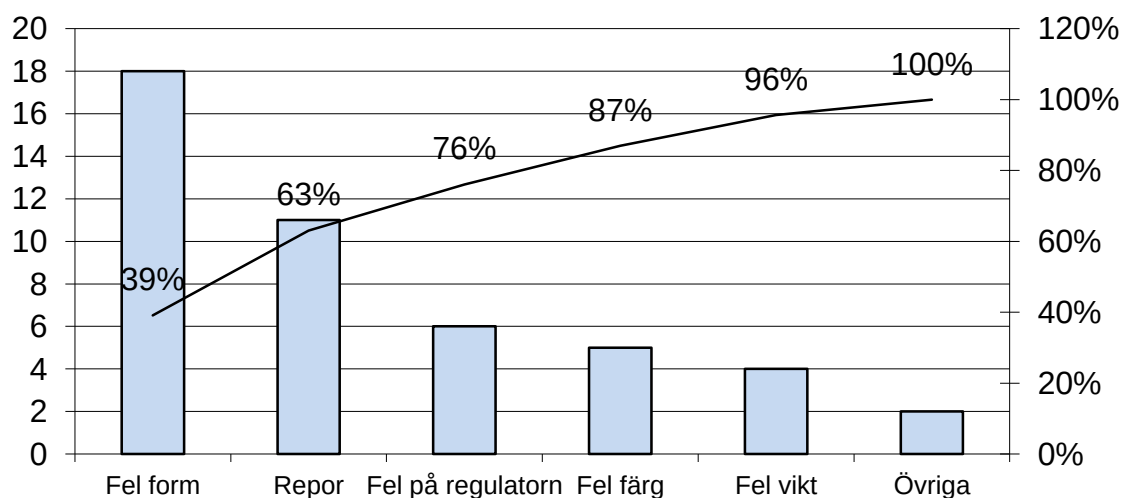
- Vilket är kvalitetsproblemet?
- Vilka fakta behövs för att belysa problemet?

Vidare kan data delas in i två grupper, primärdata samt sekundärdata. Primärdata är data som utredaren tagit fram specifikt för studien genom egna undersökningar. Sekundärdata är däremot data som tidigare sammanställts i ett annat syfte än den aktuella utredningen (Lombard, 2010).

3.2.3.2 Paretdiagram

I samband med kvalitetsförbättringsprogram finns det oftast många problem vilka skall ses över. Dock kan man bara jobba med en eller ett fåtal av dessa problem samtidigt. Ett sätt att komma fram till vilket av dessa problem som skall angripas först är att använda sig av ett Paretdiagram. Diagrammet visar tydligt hur återkommande de olika felen är samt att man enkelt kan avgöra vilket fel som är mest frekvent. Kvalitetsförbättringsarbetet blir effektivare genom att alla hjälper till att lösa det mest allvarliga felet, lika goda resultat skulle ej erhållas om var och en löser "sitt problem" (Bergman & Klefsjö 2010).

Kvalitetsgurun Juran talar om "the vital few and useful many" vilket innebär att några enskilda typer av fel står för en väsentlig del av det totala antalet fel. I figur 3.5 illustreras ett Paretdiagram.



Figur 3.5: Exempel på ett Paretdiagram.

Det är viktigt att förstå att det inte alltid är den mest frekventa feltypen som bör undersökas först och vara vägledande för kvalitetsförbättringar. Konsekvenskostnaden för feltypen är en variabel som kan vara av lika stor betydelse som antal fel.

3.2.3.3 Styrdiagram

För att på ett enkelt och övergripande sätt visa utfallet i en process som funktion av tiden kan ett styrdiagram användas. Genom att illustrera data grafiskt kan man förenkla tolkningen av resultatet samt snabbt upptäcka systematiska förändringar. Styrdiagram tydliggör avvikelser i processen och möjliggör identifiering av variationsorsakerna. Ett styrdiagram framställs genom att man med jämna mellanrum tar ut ett antal observationer från en process, dessa används sedan för att beräkna en kvalitetsindikator som plottas i ett diagram (Bergman & Klefsjö 2010).

Ett styrdiagram består av en centrollinje, en övre styrgräns och en undre styrgräns. Centrollinjen representerar ett målvärde och avståndet till den övre samt undre styrgränsen är tre gånger standardavvikelsen för den kvalitetsindikator som plottats (George et.al., 2005). En process anses vara i statistisk jämvikt när mätvärdena för processen befinner sig mellan styrgränserna.

Det finns olika typer av styrdiagram att tillgå, typen av kvalitetsindikator samt styrdiagrammets ändamål bestämmer vilken som passar bäst.

3.2.3.4 Ishikawadiagram

Ishikawadiagram eller orsaks-verkan-diagram är en systematisk analys för att försöka bryta ned ett problem, på så sätt kan de bakomliggande orsakerna till problemet identifieras (Bergman & Klefsjö 2010). Ett Ishikawadiagram utformas genom att först på ett grovt sätt beskriva tänkbara huvudorsaker bakom det problem som utreds, för att i nästa skede undersöka en av de tänkbara huvudorsakerna närmare. När detta är avklarat försöker man bryta ner orsakerna till nästa nivå för att komma närmare grundorsakerna. Det är viktigt att undersöka en huvudorsak i taget och inte gå vidare till nästa huvudorsak innan samtliga grundorsaker är beskrivna.

Kvalitetsproblem kan oftast hänföras till något av de sju M:en, detta kan vara hjälpsamt vid de fall där huvudorsakerna är svåra att identifiera (Bergman & Klefsjö 2010). De sju M:en man syftar på är följande:

- Management
- Människan
- Motivation
- Metod
- Mätning
- Maskin
- Material
- Miljö

3.2.4 FMEA

Ett sätt att identifiera och förebygga felmöjligheter i en produkt eller process är att använda Failure Mode and Effekt Analysis, på svenska översatt till feleffektsanalys. Metoden används främst i konstruktions- samt processutvecklingsfasen och kallas då för konstruktions- respektive process-FMEA. Det går även att tillämpa metoden på en produkt som redan produceras eller en process under användning med goda resultat som följd (McDermott and Mikaulak et al, 2009).

Syftet med en FMEA är att identifiera alla felmöjligheter för en process eller en produkt för att i nästa steg försöka eliminera felen. Även de felmöjligheter där användaren av produkten eller processen kan ha orsakat felet skall inkluderas i en feleffektsanalys.

3.2.4.1 Utföra en FMEA

Det är viktigt att nämna att en FMEA lämnar stort utrymme för ändringar. Man kan både ta bort eller addera rubriker för att erhålla ett FMEA-formulär som passar till företagets ändamål. Det finns även tillfällen där punkterna 9-13 och 16-20 i nedanstående figur utelämnas för att få en enklare och mer lättarbetad FMEA. Hur man utför en FMEA redogörs för nedan, siffrorna på figur 3.6 överensstämmer med siffrorna i nedanstående text. Feleffektanalys (FMEA) för svensk industri: en introduktion för mindre och medelstora företag skriven av Carina Fritz (1990) har använts som referens för detta underkapitel.

☐ KONSTRUKTIONS-FMEA ☐ PROCESS-FMEA FMEA—FELEFFEKTANALYS 1																	
Kund			Utförd av och delägare			Detaljnamn			Detalnummer			2					
Projektleddare			Datum			Uppföljningsdatum			Anmärkning								
Ordningsnummer	Komponent/operation/huvudfunktion	Funktion	Felkaraktäristik			Nuvarande tillstånd				Rekommenderade åtgärder	Ansvarig	U Efter åtgärd					
			Felmöjlighet	Feleffekt	Felorsak	Kontroll	F	A	U			Risk	F	A	U	Risk	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figur 3.6: Exempel på en FMEA blankett.

- 1) Då samma formulär kan användas för både konstruktions- och process-FMEA är det bra att tydliggöra vilken som behandlas i denna feleffektsanalys.
- 2) I denna punkt anges ritningsnummer eller motsvarande för att det ej skall finnas några oklarheter om vilken detalj som konstrueras eller tillverkas.
- 3) Det ordningsnummer som är aktuell för varje detalj eller operation.
- 4) Beroende på om man har valt att genomföra analysen efter funktioner eller nivåer så kan denna kolumn se annorlunda ut. Har indelningen gjorts efter nivåer i en konstruktions-FMEA skall de komponenter som hör till den nivå som analyseras anges här. Har indelningen gjorts efter funktioner skall systemets huvudfunktion redogöras för i denna kolumn.

I en process-FMEA är det de operationer som skall analyseras vilka anges här, en genomgående operationsbeskrivning i denna kolumn är till stor hjälp.

- 5) Under denna kolumn skall komponentens funktion i detaljen beskrivas i en konstruktions-FMEA. T.ex. separera flytande nitrogen från nitrogen i gasform. I en process-FMEA beskrivs resultatet av operationen under denna kolumn. T.ex. diameter på en axel.
- 6) Allt som kan resultera i att den funktion eller output av process som finns beskriven under föregående kolumn inte utfaller som planerat skall listas i detta skede. Det är viktigt att uppskatta en lämplig livslängd för produkten för att kunna hitta felmöjligheterna under hela produktens livscykel.
- 7) Den effekt som felmöjligheten har för kunden vid inträffande beskrivs här. När det handlar om en konstruktions-FMEA är det i allmänhet den externa kunden som är aktuell. I en process-FMEA kan det handla om både den externa samt interna kunden som oftast är nästa steg i tillverkningsprocessen.
- 8) Här listar man tänkbara orsaker till felet. Orsakerna skall vara väldefinierade så att det blir enkelt att begripa de och kunna bestämma vad som bör göras för att åtgärda felet. När man gör en process-FMEA är det lätt att skylla på att det är operatörsmisstag som har orsakat felet, men orsaken till att operatören gör fel är oftast bristande information och otillräckliga förutsättningar.
- 9) Här beskrivs vilken typ av kontroll som sker för att förhindra att felet uppstår idag. Skall vidare kontroll implementeras bör dessa också listas här med ett datum för införande av kontrollen.
- 10) Under kolumnen felsannolikhet uppskattar man sannolikheten för att felet inträffar inom produktens livslängd. Skalan är vanligtvis från 1-10 där 1 innebär mycket liten sannolikhet och 10 mycket hög sannolikhet.
- 11) Hur allvarliga konsekvenser felet får för kunden (extern såväl som intern) när den väl inträffat bestäms i denna kolumn. Skalan är vanligtvis från 1-10 där 1 inte har någon påverkan på produktfunktionen och 10 innebär risk för personskada.
- 12) Under kolumnen upptäcktssannolikhet uppskattar man sannolikheten för att med nuvarande kontroll kunna upptäcka felet innan det kommer fram till den interna eller externa kunden. Skalan är vanligtvis från 1-10 där 1 innebär att den defekta detaljen med största sannolikhet kommer att upptäckas och 10 innebär att den nästan aldrig kommer att upptäckas.
- 13) Risktalet får man genom att multiplicera felsannolikhet med allvarlighetsgrad och upptäcktssannolikhet. En hög siffra visar vilket fel som bör prioriteras i första hand.

Det är viktigt att inte lägga allt för stor vikt på risktalet då ett lågt risktal men en hög siffra på en av de enskilda bedömningarna, speciellt om den höga siffran är på allvarlighetsgrad eller felsannolikhet, kan vara lika viktig att utreda.

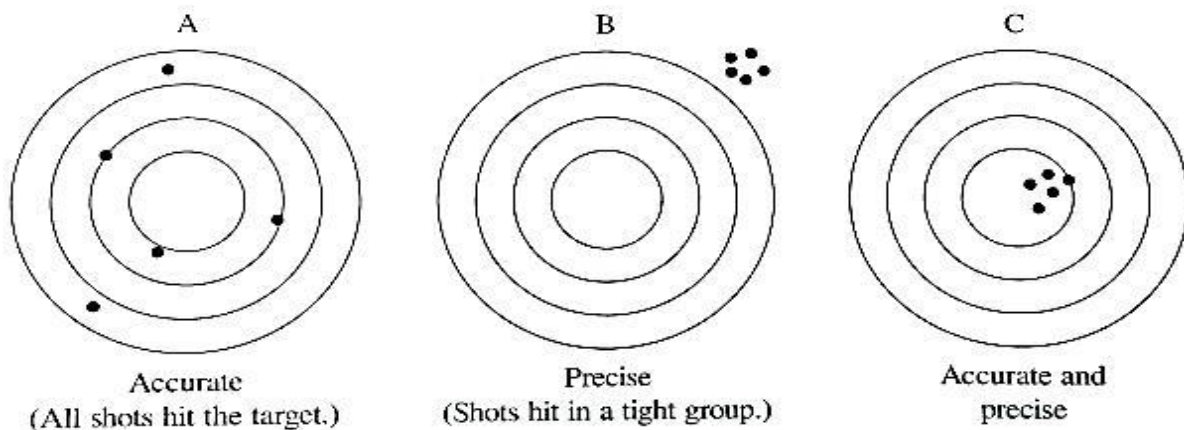
- 14) I denna kolumn bestämmer man vilka åtgärder som kan rekommenderas för att eliminera felorsaken. Det kan tyckas vara enklare att utveckla metoder för upptäcka felet men det är i första hand felorsaken som skall elimineras.
- 15) För att se till att den rekommenderade åtgärden implementeras och för att kunna bedöma åtgärden både teknisk och ekonomisk bör en ansvarig person utses.
- 16) Varje åtgärd som implementerats prickas av i denna kolumn.
- 17) Efter implementeringen av den rekommenderade åtgärden räknas ett nytt risktal ut enligt punkt 10-12. Kommer man fram till att situationen inte förbättrats rekommenderas en ny åtgärd.

3.2.5 Mätsystemsanalys

Med hjälp av statistisk processtyrning kan processer kontrolleras och processens output generera en mindre andel defekta enheter. Dock så är resultatet av förbättringsarbetet direkt beroende av mätningarnas noggrannhet och tillförlitlighet (Griffith, 1996). Innan allt för stora växlar dras av mätningar är det viktigt att bedöma hur pålitliga dessa är. Innan en vidare redogörelse för hur mätsystemsanalys skall genomföras är det viktigt att definiera några vanligt förekommande termer:

- Mätssystem syftar både på mätutrustningen samt den person som utför mätningarna.
- Kalibrering (Accuracy) är skillnaden mellan det värde man erhållit genom mätningen och detaljens egentliga värde.
- Upplösning (Precision) är att erhålla samma mätresultat vid upprepade mätningar.

Det är viktigt att påpeka skillnaden mellan kalibrering och upplösning, oftast förväxlas dessa termer eller tros ha samma innebörd. När mätningar tas vid produktinspektioner samt för processtyrning är det viktigt att detta görs med ett mätssystem som både är kalibrerat samt har en god upplösning, annars finns risken att beslut tas på felaktig data (Griffith, 1996). I figur 3.7 ser man tydligt hur kalibrering (accuracy) och upplösning (precision) påverkar de mätningar som utförs. Förenklat skulle man kunna säga att med ett bra kalibrerat mätssystem träffas målet men på grund av en dålig upplösning görs detta med en stor spridning. I fall B är upplösningen på mätssystemet god, detta resulterar i en mindre spridning men på grund av dålig kalibrering så träffas inte målet.



Figur 3.7: Skillnaden mellan bra kalibrering samt bra upplösning. (Källa: Griffith, 1996).

När det kommer till statistisk processtyrning brukar man prata om två typer av fel som kan uppstå på grund av bristfälliga mätningar, typ I respektive typ II fel. Med typ I fel menas risken att förändra en stabil process som på grund av bristfälliga mätningar pekas ut som icke stabil. Typ II fel syftar på de fall där någon åtgärd inte införs för en ostabil process då bristfälliga mätningar visar att processen är stabil (Griffith, 1996).

3.2.6 Gage R&R

En av de allra vanligaste metoderna för att bedöma sitt mätsystem är en Gage R&R studie. Med hjälp av denna metod kan man dels verifiera att de mätningar man utför är korrekta samt identifiera eventuella orsaker till mätfel. Syftet med metoden är att identifiera de mätprocesser som är i behov av förbättring för att i nästa steg hitta orsakerna till mätfelen och i sista steget eliminera felorsakerna. En Gage R&R studie kan genomföras antingen efter eller innan datainsamlingen. Genom att genomföra studien innan datainsamlingen ser man till att datan som samlats in är pålitlig, skulle mätsystemet bli underkänt under studien kan systemet korrigeras innan någon data samlats in. Metoden kan även tillämpas efter det att data samlats in, i sådana fall som en möjlig förklaring till varför processen beter sig som den gör (Griffith, 1996).

En Gage R&R studie behandlar främst repeterbarhet och reproducerbarhet hos mätsystemet. Repeterbarhet är förmågan hos den person som utför mätningarna att erhålla samma mätresultat för samma detalj flera gånger om. Reproducerbarhet är däremot sannolikheten att två eller flera personer som utför mätningarna erhåller samma mätresultat för samma detalj. Det är viktigt att påpeka att en Gage R&R studie endast behandlar ett mätsystems upplösning och inte dess kalibrering.

3.2.6.1 Utföra en Gage R&R studie

En Gage R&R studie kan utföras på olika sätt, en enkel men ändå effektiv metod är *The Short-Form Range Metod*. Metoden består av fem steg och dessa redogörs för nedan. Fem detaljer med mått enligt 200 ± 10 studeras, där två olika operatörer har utfört mätningarna.

- 1) Varje operatör mäter varje detalj en gång.
- 2) Differensen mellan de två operatörernas mätningar beräknas ut för varje detalj, se tabell 3.1.

Tabell 3.1: Mätningar för en Gage R&R studie.

Detalj	Operatör 1	Operatör 2	Differens
1	205	207	2
2	204	203	1
3	203	204	1
4	198	200	2
5	195	197	2

- 3) Medeldifferensen för mätningarna beräknas.

$$\bar{R} = \frac{2 + 1 + 1 + 2 + 2}{5} = 1,6$$

- 4) RR-konstanten räknas ut genom att multiplicera ihop medeldifferensen med konstanten 4,33, vilket motsvarar 99 % av arean under normalfördelningskurvan.

$$RR = \bar{R} \times 4,33 = 1,6 \times 4,33 = 6,928$$

- 5) Slutligen räknas Gage R&R fram som en procentandel. Detta genom att dividera RR-konstanten med toleransvidden för detaljen.

$$GRR\% = \frac{RR}{Toleransvidd} \times 100 = \frac{6,928}{20} \times 100 = 34,6$$

Det värde man erhåller i steg fem bedöms enligt tabell 3.2 (Griffith, 1996).

Tabell 3.2: Utvärdering av Gage R&R.

<10 %	Mätsystemet är dugligt.
10 – 25 %	Mätsystemets felmarginal är obetydlig.
>25 %	Mätsystemet är ej dugligt.

4 DEFINIERA

Kommande kapitel är uppdelat i fem olika faser; Definiera, Mät, Analysera, Förbättringar och Övervakning vilken följer Six Sigmas tillvägagångssätt.

Under denna fas definieras problemet, en stor vikt läggs vid att upprätta en konkret problemformulering för att kartlägga den aktuella situationen.

4.1 Uppdragsgivarens problemformulering

Syftet med projektet var att säkra upp kvalitén i produktionsprocessen, företaget kände att de behövde producera en produkt med jämnare kvalitet.

Detta skulle åstadkommas genom att minska spridningen i produktionsprocesserna både gällande tid samt resultat. I dagsläget finns det en del parametrar vilka mäts i produktionen men dessa används ej i något syfte, det var även oklart om det är rätt parametrar som mäts. När rätt parametrar identifierats behövs det metoder för att kunna styra dem, målvärde för parametrarna bör också beräknas fram. De parametrar som skulle bli aktuella att kontrollera skulle dessutom visualiseras så att operatörerna kan se hur produktionen fortgår.

Målet med projektet var att erhålla ett bättre kvalitetsutfall med mindre variation. En förståelse för produktionen samt eventuella problemområden inom denna skulle fås genom intervjuer med operatörer samt produktionsledare.

4.2 Utvärdering av problemformuleringen

I början av projektet gjordes ett försök för att hitta operationer som skulle kunna säkras upp. Detta gjordes i första hand med hjälp av intervjuer med operatörerna som arbetar i produktionshall B2, där endast Helicon tillverkas. Problemet med tillvägagångssättet var att förbättringsarbetet grundade sig på medarbetarnas uppfattningar och önskemål och inte på en faktabaserat förfarande. Det var dessutom svårt att hitta vilka parametrar i produktionen vilka återspeglade de krav som kunden hade på produkten.

Inom Six Sigma är det centralt att fokusera på företagets kunder då de har störst betydelse för företagets långsiktiga framgång (Sörqvist & Höglund, 2007). Därför är det ytterst viktigt att driva förbättringsarbeten med kunden i fokus, kunderna kan vara externa såväl som interna. Själva problemformuleringen skall vara klar och tydlig, frågor som vad, var, när och vem skall besvaras av den framarbetade problemformuleringen. Vidare är det viktigt att den valda problemformuleringen inte är alltför omfattande eller vag. I de fall där problemet är för omfattande bör flera förbättringsprojekt skapas vilka behandlar mindre och mer greppbara delar av problemet.

En tydlig och en oklar problemformulering kan vara skillnaden mellan ett lyckat och misslyckat Six Sigma projekt. Skillnaden mellan en oklar och en tydlig problemformulering redogörs för nedan, problem 1 visar hur en diffus problemformulering kan se ut:

- Problem 1: "Svinnet i Fabrik A har ökat"
- Problem 2: "Svinnet för cylindern A med diametern 20mm på produktionsbandet T1 har ökat med 5 procentenheter vilket motsvarar en 50 procentig ökning sedan 1 januari 2012"

4.3 Nyupprättad problemformulering

Då tidigare problemformulering inte tog hänsyn till kunderna och deras krav på produkten blev nästa steg att försöka identifiera de parametrar i slutprodukten vilka är kritiska för kunden. För att förstå kundernas krav på produkten utfördes en intervju (bilaga 1) med den kundansvarige inom företaget. Ur intervjun framkom det att produktens hålltid och driftsäkerhet var de parametrar som var kritiska. Då lasten helium är en ändlig resurs har den ett högt värde på marknaden, en last värderas i dagsläget till ungefär två miljoner kronor. Heliumlasten transporteras mellan olika kontinenter, eftersom avståndet mellan slutkunden och källan är stora, resulterar det i att produkten kan vara ute i havs i flera veckor. Hålltiden definieras som tiden mellan det att nitrogentanken fyllts med 97,8 % flytande nitrogen tills det att tanken är tom. Nitrogentanken har till uppgift att hålla nitrogenskölden nedkyld, skölden agerar som en barriär mellan de olika temperaturzonerna.

Det framkom även ur intervjun att Cryo inte kan värdera sin produkt lika högt prismässigt som konkurrentens, eftersom Helicon är en relativ nyetablerad produkt på marknaden. Konkurrenten har efter en lång tid på marknaden lyckats erbjuda en mer tillförlitlig produkt. I dagsläget saknar Cryo erfarenheten och den tillit från kunderna som behövs för att vara konkurrenskraftig kvalitetsmässigt på marknaden.

Med hjälp av intervjun och i samråd med uppdragsgivaren arbetades en ny problemformulering fram som tog hänsyn till de faktorer som var kritiska för kunden. Den nya problemformuleringen blev följande

Studera Helicons sammanställning av fel/avvikelser från fält samt produktion som finns tillgänglig mellan tidsperioden 2005-2014, för att kunna identifiera eventuella problemområden. Genom att urskilja de mest frekventa feltyperna kunna kvalitetssäkra motsvarande processer i produktionen. Resultatet av detta blir en mer tillförlitlig produkt som möter kundernas krav på ett bättre sätt.

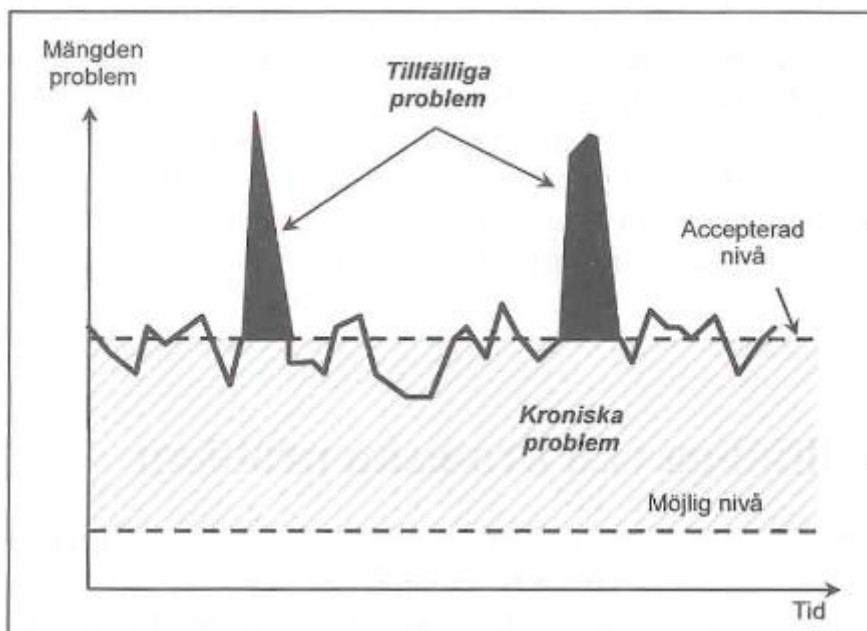
4.4 Uppdaterad problemformulering och mål

Nästa fas i projektet blev att utföra en datainsamling av fel och avvikelser gällande Helicon. De dokument som fanns inom företaget var ofullständiga, ej uppdaterade och ostrukturerade. Genom att intervjua en av de mest insatta personerna (bilaga 2) framkom det att det inte fanns några tydliga riktlinjer på vad som skall dokumenteras. Någon ansvarig person för sammanställning av data fanns inte, det var upp till varje person att se till att eventuella fel och avvikelser dokumenterades på en lämplig plats. Konsekvenserna blev ett antal bristfälliga filer som var utspridda och svåråtkomliga på företagets intranät.

Ur intervjun framkom det även att vid inträffande av fel hos kunderna sker inrapporteringen på ett ostrukturerat sätt. Vanligtvis ringer eller mejlar kunden in eventuella fel till ett antal personer med olika arbetsbefattningar. Mottagaren får själv ta beslutet om felet är av den allvarlighetsgrad där vidare utredning är nödvändig. Bestämmer personen däremot att felet är av en mindre allvarlighetsgrad dokumenteras detta på en lämplig plats. Arbetsgången vid fel- och avvikelserapportering leder till att någon lärdom av dessa inte kan tas för att förhindra att felet uppstår igen.

Jurans (1995) delade in de problem som finns i ett företags processer i två huvudgrupper, akuta och kroniska. Med akuta problem menas störningar och avvikelser som uppstår sporadisk, dessa avviker från företagets accepterade nivå.

Kroniska problem är de problem som medarbetarna lärt sig att acceptera och inte direkt reagerar på (Sörqvist & Höglund, 2007). För att få ett genombrott med sitt kvalitetsarbete är det viktigt att identifiera och eliminera de kroniska problemen. Figur 4.1 illustrerar på ett tydligt sätt att eliminering av akuta (tillfälliga) problem enbart resulterar i en återgång till den accepterade nivån. Genom att eliminera de kroniska problemen kan man däremot reducera den totala mängden problem drastisk.



Figur 4.1: Akuta och kroniska problem (Sörqvist & Höglund, 2007)

Cryos hantering och dokumentation av fel samt avvikelser ansågs vara otillräcklig, men bristen på förbättringsåtgärder har resulterat i att medarbetarna accepterat den nuvarande situationen. Målet med projektet blev nu att sätta grunden för att företaget i framtiden skall kunna arbeta mer systematisk med processtyrning och avvikelshantering. En ny problemformulering arbetades fram:

- *En ingående datainsamling om Helicon gällande fel och avvikelser från fält samt produktion mellan 2005-2014 skall göras för att kunna identifiera eventuella problemområden. Alla fel och avvikelser skall standardiseras för att urskilja de mest frekventa feltyperna.*
- *Det sätt företaget jobbar med de fel och avvikelser som uppstår samt vart dessa hamnar skall undersökas. Ett bättre sätt att jobba med fel och avvikelshantering förväntas arbetas fram för att introducera ett mer systematiskt kvalitetsförbättringsarbete. Detta skall utgöra grunden för företagets framtida kvalitetsarbete.*

5 MÄT

Syftet med mätfasen är att få en genomgående förståelse för processen, det görs en övergripande nulägesanalys där pålitlig data samlas in. Ett lyckat förbättringsarbete skall vara baserat på fakta och inte åsikter och uppfattningar.

5.1 Nulägesanalys

Under projektets tidiga fas upplevdes det att informationshanteringen brister vid inrapportering av fel och avvikelser. Detta kunde styrkas genom en intervju (Bilaga 2) med en av de personer som är mest insatt i ämnet. Bristen på systematiskt kvalitetsarbete inom företaget resulterar i att en dedikerad plats för fel och avvikelser inte existerar. Detta ledde till att ett stort datainsamlingsarbete behövde utföras. Informationen som samlades in var ostrukturerad, oftast obegriplig och utspridd på ett antal olika platser. Bristen på standardisering vid inrapportering av fel och avvikelser resulterade i att komponenterna namngavs skiftande, beroende på den person som utförde dokumentationen. För att kartlägga samt utvärdera företagets arbetssätt kring informationshanteringen behövdes en undersökning utföras.

5.1.1 Undersökning av företagets informationshantering gällande Helicon

Då ett antal personer med olika arbetsbefattningar indirekt är ansvariga för kvalitén samt hanteringen av fel- och avvikelserapportering, togs beslutet att utforma en enkät. Syftet med enkäten var att kartlägga samt utvärdera informationshanteringsprocessen både intern från produktion och extern inrapportering från kunder. Denna riktade sig till de avdelningar vilka var delaktiga i hela produktens livscykel. Enkäten följer de riktlinjer vilka framkommer ur boken forskningsmetodikens grunder (Davidsson & Patel, 2003). Enkäten blev uppdelad i tre huvudområden:

- Kartläggning av informationsvägen från kund samt produktion
- Utvärdering av de befintliga processerna
- Förbättringsmöjligheter

För att identifiera eventuella skillnader i förståelsen och kunskapen om arbetsgången kring hur fel och avvikelser rapporteras in och sammanställs, behövde den som besvarade enkäten uppge den avdelning vilken personen arbetade på. Vidare var enkäten uppbyggd på sådant sätt att både kvalitativ samt kvantitativ data kunde erhållas ur den. En del av frågeformuläret var utformat för att vara mätbar enligt ett betygssystem där individen själv bedömer i vilken grad påståendet stämmer överrens med verkligheten. Figur 5.1 illustrerar ett exempel på hur ett sådant påstående såg ut, enkäten i sin helhet kan ses i bilaga 3.

Fel och avvikelser är väldokumenterade för varje tank.

	1 (Instämmer inte alls)	2	3	4	5 (Instämmer helt)	Vet ej
	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Figur 5.1: Exempel på en fråga ur enkätundersökningen.

5.1.2 Datainsamling

Ur enkäten framkom det att insamlad data fanns utspridd på ett antal olika platser, detta var något som skapade oreda och tog mycket energi från de inblandade personerna. För att skapa förutsättning för en ny sammanställning samt ett nytt system för dokumentering och rapportering av fel samt avvikelshantering, behövdes en omfattande datainsamling genomföras. Tabell 5.1 beskriver de plattformar där fel och avvikelser fanns inrapporterade och vilka stått som underlag för projektet.

Tabell 5.1: Underlag för insamling av data

Benämning	Avdelning	Plattform	Uppdaterad
Container History	Teknik	Intranätet	Nej
Aktuell sammanställningslista	Teknik	Intranätet	Nej
Avvikelsehanteringssystem	Produktion	Cryonet	Ja
Helicon Follow Up	Teknik	Intranätet	Nej
Läcksökar-dokumentering	Produktion	Pärmar	Ja
Loggböcker Helicon	Produktion	Pärmar	Ja
Reklamationer från Accessdatabas	Aftersales	Intranätet	Nej

Det befintliga kvalitetsarbetet som pågår inom företaget i dagsläget tar oftast inte hänsyn till det innehåll som finns i dessa dokument, detta medför att dokumenten saknar ändamål. Dessa typer av dokument skapas med jämna mellanrum men följs sällan upp för att sedan kunna dra nytta av dem. Resultatet blir ett antal ofullständiga filer som ej är uppdaterade, då någon uppföljning av dessa inte sker blir även motivationen bristfällig hos de inblandade. Dokumenten med mest information var protokollen från läcksökargruppen, gruppen har till uppgift att lokalisera eventuella läckage som uppstår. Den dokumentationen som utförs av läcksökarna arkiveras i pärmar men informationen omhändertas inte på ett systematiskt sätt.

För att identifiera eventuella problemområden med produkten behövdes all information som fanns tillgänglig. Då en tydlig struktur i intranätet saknas försvårades datainsamlingen avsevärt. Kvalitén på informationen resulterade i att en del av den inte kunde tydas samt att en del av den var oanvändbar. Det faktum att samma komponent namngavs på olika sätt medförde att en del av informationen blev oanvändbar då de avdelningar vilka gjort dokumenteringen inte kunde förstå vilken komponent man syftade på.

Efter utförd datainsamling konstaterades det att volymen av innerbehållaren samt volymen av nitrogentanken avvek från de uppsatta toleransgränserna. Detta var något som undersöktes mer noggrant i analysfasen.

6 ANALYS

I denna fas av projektet analyseras de mätdata som samlats in i föregående fas. Detta görs bland annat med hjälp av statistiska verktyg. Syftet är att få en djupare förståelse för de processer som valts att studeras under projektets gång.

6.1 Utvärdering av enkäten

Enkäten vars syfte var att utvärdera samt kartlägga företagets tillvägagångssätt gällande fel- och avvikelshantering besvarades av 11 personer från olika avdelningar. Med hjälp av projektets uppdragsgivare kunde de personer som ansågs vara berörda av ämnet väljas ut. Samtliga avdelningar och antal delaktiga personer redogörs för i tabell 6.1.

Tabell 6.1: Avdelningar samt antal delaktiga personer.

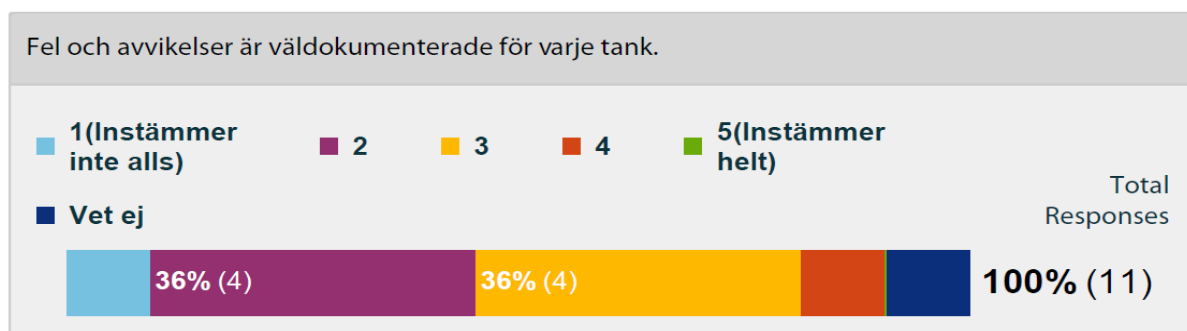
Avdelning	Antal personer
Ledning	1
Teknik	4
Produktion	2
Inköp	1
Övrigt	3

Den del av enkäten vilken utvärderade företagets informationshanteringsprocess sammanställdes och utvärderades med hjälp av tabeller och grafer. Alla påståenden fick besvaras på en femgradig skala från 1-5, där 1 motsvarar att påståendet inte alls stämmer, betyget 5 däremot innebär att personen instämmer helt med påståendet. I tabell 6.2 ses betygsfördelningen för de olika avdelningarna gällande fråga 4 ur enkäten.

Tabell 6.2: Utvärdering av resultat, fråga 4.

Påståendet: Fel och avvikelser är väldokumenterade för varje tank.	
Avdelning	Betyg
Teknik	3 , 2 , 3 , 3
Produktion	1 , 2
Inköp	2
Ledning	4
Övrigt	2 , 3 , vet ej

Med hjälp av tabell 6.2 kunde figur 6.1 nedan erhållas. Grafen visar överlag att påståendet inte stämmer, det vill säga att uppfattningen var att fel och avvikelser ej är väldokumenterade för varje tank.



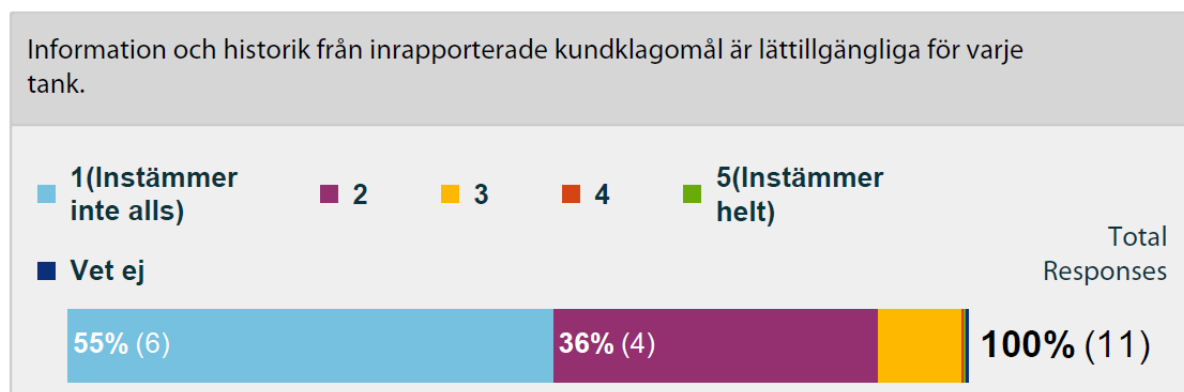
Figur 6.1: Utdrag ur enkät, fråga 4.

För att snabbt kunna få en överblick för de kundklagomål som inkommit till företaget för varje tank är det viktigt att ha rapporterna lättåtkomliga. På så sätt fås en övergripande bild över historiska avvikelser för en enskild produkt. Därför är det viktigt att följande påstående utreds. I tabell 6.3 visas påståendet samt betygsfördelningen för respektive avdelningar.

Tabell 6.3: Utvärdering av resultat, fråga 5.

Påståendet: Information och historik från inrapporterade kundklagomål är lättillgängliga för varje tank.	
Avdelning	Betyg
Teknik	2 , 2 , 1 , 1
Produktion	1 , 1
Inköp	1
Ledning	3
Övrigt	2 , 2 , 1

Figur 6.2 visar på ett tydligt sätt att information från kundklagomål inte är lättillgängliga, detta verkar de flesta som deltog i undersökningen hålla med om.



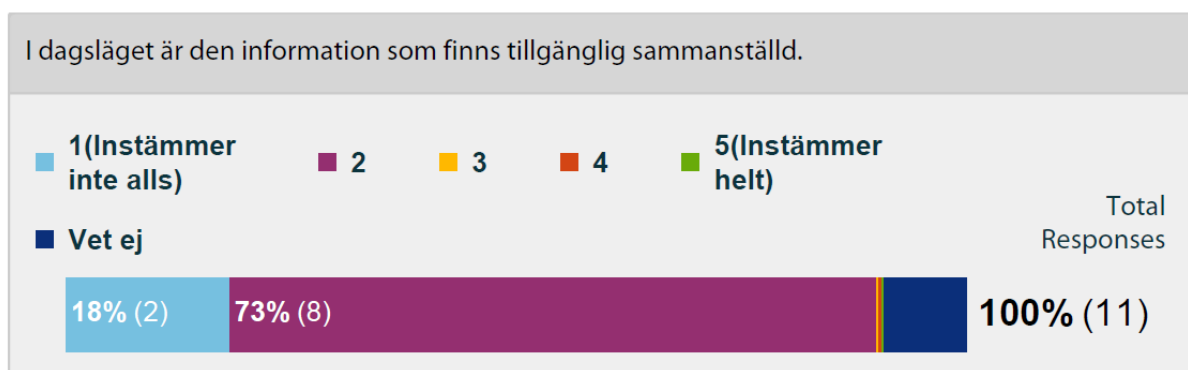
Figur 6.2: Utdrag ur enkät, fråga 5.

I ett tidigt skede av datainsamlingsfasen framkom det att datan som fanns tillgänglig var utspridd och ej sammanställd. För att bekräfta att uppfattningen delades av de personer vilka deltog i undersökningen fick följande påstående besvaras, påståendet samt betygsfördelningen kan ses i tabell 6.4.

Tabell 6. 4: Utvärdering av resultat, fråga 6.

Påståendet: I dagsläget är den information som finns tillgänglig sammanställd.	
Avdelning	Betyg
Teknik	2 , 2 , 1 , 1
Produktion	1 , 1
Inköp	1
Ledning	3
Övrigt	2 , 2 , 1

Ett framgångsrikt kvalitetsarbete bygger delvis på att informationen är sammanställd och standardiserad. Detta för att grunda beslut på analys av insamlad data. Ur figur 6.3 framkommer även att de personer som arbetar kring produkten uppfattar att informationen ej är sammanställd.



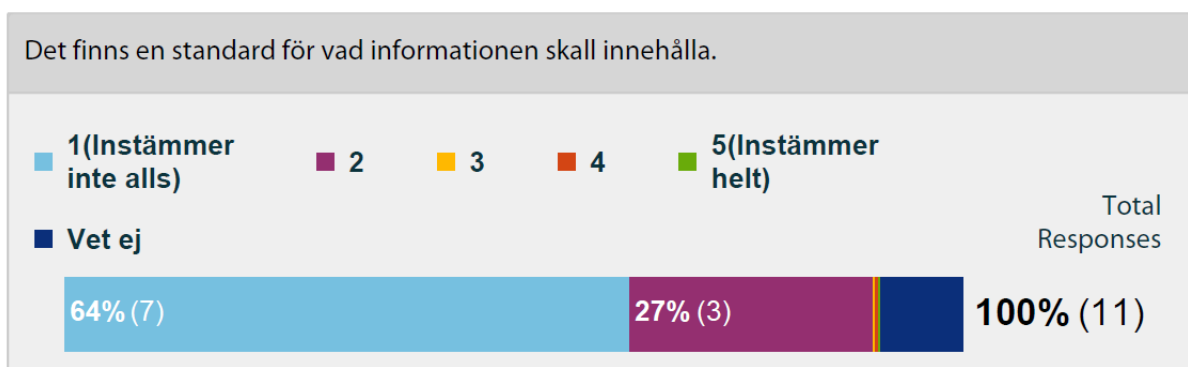
Figur 6.3: Utdrag ur enkät, fråga 6.

För att kunna utnyttja befintlig data på ett användbart sätt är det viktigt att den är standardiserad. I praktiken innebär det att upprepade fel och avvikelser dokumenteras på samma sätt oberoende av vem som utfört inrapporteringen. Det skall även framgå vilka parametrar som är kritiska för att få tillräcklig information om problemet. För att utreda om några sådana riktlinjer fanns inom företaget fick följande påstående besvaras, påståendet samt betygsfördelningen kan ses i tabell 6.5.

Tabell 6.5: Utvärdering av resultat, fråga 8.

Påståendet: Det finns en standard för vad informationen skall innehålla.	
Avdelning	Betyg
Teknik	1 , 1 , 1 , 1
Produktion	1 , 2
Inköp	2
Ledning	2
Övrigt	1 , 1 , 2

Det framkommer ur figur 6.4 att en standard för vad informationen skall innehålla inte existerar. Detta försvårar företagets kvalitetsarbete då innehållet i fel- och avvikelserapporterna inte alltid är tillräckliga. Möjligheterna att i efterhand få kompletterande information om ett inträffat fel kan vara begränsade.



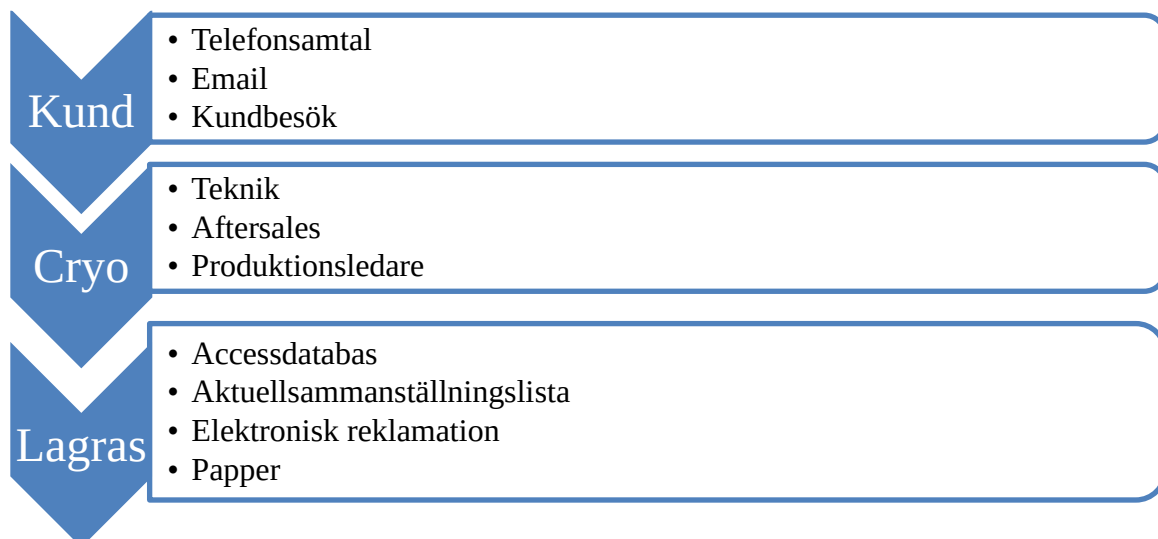
Figur 6.4: Utdrag ur enkät, fråga 8.

6.1.1 Kartläggning av informationshantering vid kundklagomål

Den andra delen av enkäten hade som syfte att kartlägga informationshanteringen inom företaget. Med hjälp av ett antal frågor kunde informationshanteringsprocessen fastställas, följande frågor fick besvaras:

- Beskriv processen för hur kundklagomål kommer in till företaget.
- Vem eller vilka inom företaget tar hand om informationen?
- Beskriv vart informationen lagras.

Med hjälp av svarsresultaten kunde processen för informationsvägen vid inrapportering av kundklagomål erhållas. Processen beskrivs i figur 6.5, kunden rapporterar in eventuella synpunkter och klagomål via telefonsamtal, E-mail och vid kundbesök. Dessa mottages av aftersales-avdelningen, teknik avdelningen samt produktionsledaren för Helicon. Klagomålet dokumenteras på ett antal olika platser om mottagaren själv gjort bedömningen att det bör göras.



Figur 6.5: Processen vid inrapportering av kundklagomål.

I dagsläget finns det rutiner för hur inrapportering och hantering av kundklagomål bör gå till, dessa följs dock inte. I figur 6.6 framgår det hur hantering av eventuella klagomål skall gå till, processen skiljer sig åt mot den tillvägagångssätt som finns idag.



Figur 6.6: Hur processen vid inrapportering av kundklagomål bör se ut.

Inrapportering av kundklagomål skall göras till aftersales-avdelningen vilka registrerar en avvikelse i accessdatabasen och delegerar vidare ärendet till en person som blir ansvarig för uppföljning.

Sammanfattningsvis kunde en antal viktiga slutsatser dras ur enkäten:

- Problem som stöttes på under första fasen av projektet kunde bekräftas. De flesta inom företaget delade samma uppfattning.
- Det fanns rutiner för fel- och avvikelserapportering inom företaget, men dessa följdes ej.

Sammanställning av enkäten resulterade i att huvudfokus för projektet nu låg på att lägga grunden för företagets framtida kvalitetsarbete. En mer noggrann undersökning om varför de rutiner som fanns men ej följdes behövde utföras. Flera förbättringsförslag och önskemål om hur informationshanteringen borde gå till framkom ur den genomförda undersökningen, dessa togs hänsyn till i förbättringsfasen.

6.2 Analys av den befintliga fel- och avvikelshanteringsdatabas

Det befintliga avvikelshanteringssystemet skall användas för inrapportering av både interna samt externa fel och avvikelser. I föregående kapitel framkommer det att kundklagomål sällan dokumenteras i systemet, men det förekommer att avvikelser och fel från produktionen blir inrapporterade av produktionsledaren. Genom samtal med personer som använder systemet och ur enkätsammanställningen (bilaga 4) framkom det att databasen ej alltid används. Orsaken till detta är bland annat att det kan ta lång tid innan man får återkoppling på ärendet. Det förekommer ibland att ett registrerat ärende försvinner ur databasen. En genomgång av systemet gjordes för att identifiera eventuella brister.

De faktorer vilka identifierades som möjliga orsaker till varför systemet inte alltid används är följande:

- Den person som registrerar avvikelser anger vilken person som bör vara ansvarig för avhjälpande/korrigerande åtgärd. I de fall där fel person blivit tilldelad ärendet är det upp till den personen att utse ny ansvarig person för uppföljning.
- Systemet sänder ingen notis till den person som blivit tilldelad ett ärende. Det innebär att de personer som finns med i systemet med jämna mellanrum får kontrollera om dem blivit ansvariga för ett nytt ärende.
- Ett problem med systemet är att ärendet ”försvinner” om den person vilken är ansvarig glömt att skriva datumet för avslutat avhjälpande åtgärd. Detta då fältet ej är obligatorisk för att ärendet skall gå vidare till korrigerande åtgärd. Bristen av kunskap om systemet leder till att personen som registrerat avvikelserna kan tro att ärendet försvunnit.
- I de fall där personen som är ansvarig för avhjälpande/korrigerande åtgärd har semester, är föräldraledig eller sjuk kan ärendet bli vilande. Den ansvarige för systemet måste då gå genom ärendet för att sedan kunna vidarebefordra det.

Genomgång av historiska ärenden gällande Helicon visade att det i genomsnitt tar 28,5 arbetsdagar från det att ett ärende registrerats tills det att avhjälpande åtgärd utförts. Det faktum att det i vissa fall dröjt mer än normalt till åtgärd samt ovanstående punkter gör att detta system inte anses vara tillförlitligt, resultatet blir att systemet ej används regelbundet.

6.3 Avvikande processer

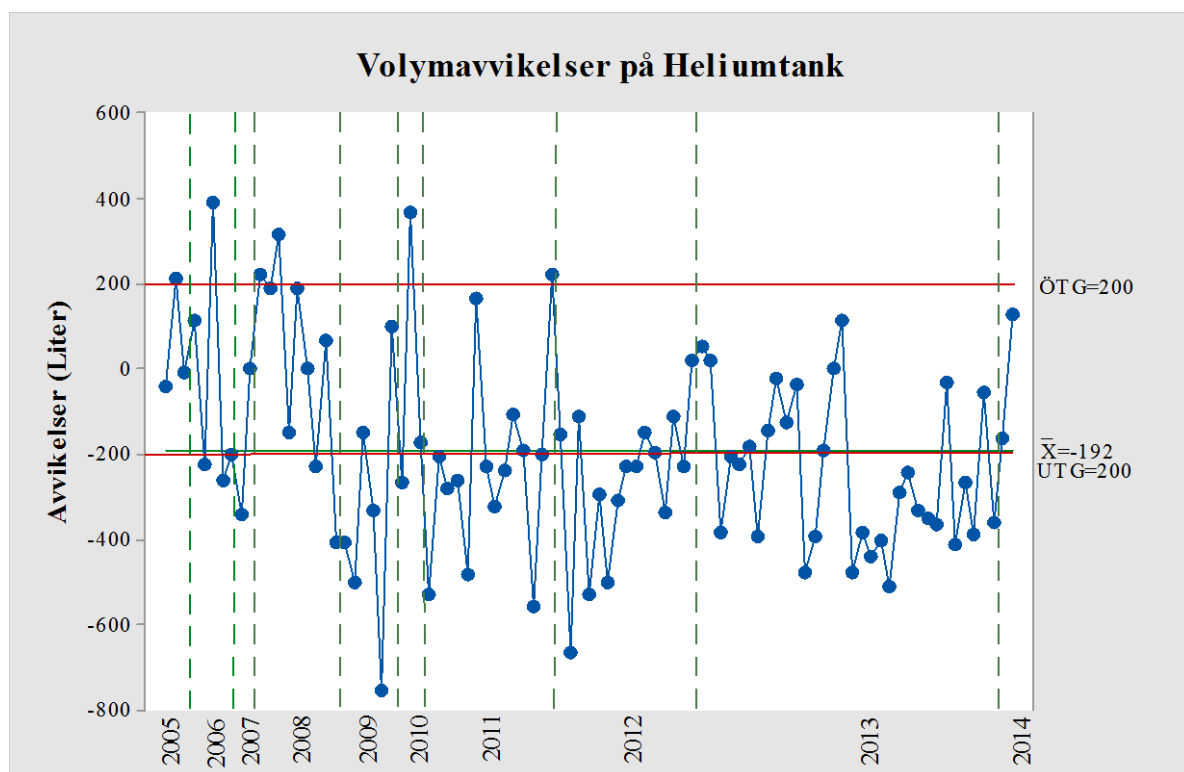
Ur intervjun med den kundansvarige (bilaga 1) framkom det att driftsäkerheten samt hålltiden var de parametrar i produkten som var viktigast för kunden. Hålltiden för Helicon definieras som den tid mellan det att nitrogentanken fyllts med 97,8 % flytande nitrogen till det att tanken är tom. En parameter som direkt påverkar hålltiden för en Helicon är nitrogentankens volym.

Tankens volym är något som också valts att undersökas närmare. Detta då Helicon skall ha en heliumtank som rymmer 41410 ± 200 liter vatten vid en temperatur på 20 grader Celsius. Ur datainsamlingsfasen framkom det dock att man sällan håller sig inom toleransgränserna.

6.3.1 Tillverkning av heliumtank

De data som använts i detta kapitel är inhämtad från volymprotokollen som dokumenteras enligt de uppsatta kraven från kund. Volymmätningen utförs genom att Heliumtanken fylls med vatten. Påfyllningen av vatten sker med ett flöde på 13600 liter/timme, mät donet kalibreras årligen och avviker med ungefär $\pm 0,3$ %.

Figur 6.7 visar att företaget har svårt att tillverka heliumtankar vars volym håller sig innanför toleransgränserna. Figuren visar även att heliumtanken i genomsnitt är 192 liter för liten. Detta innebär att kunden kan transportera mindre helium per transport vilket gör att transportpriset/mängd helium stiger.

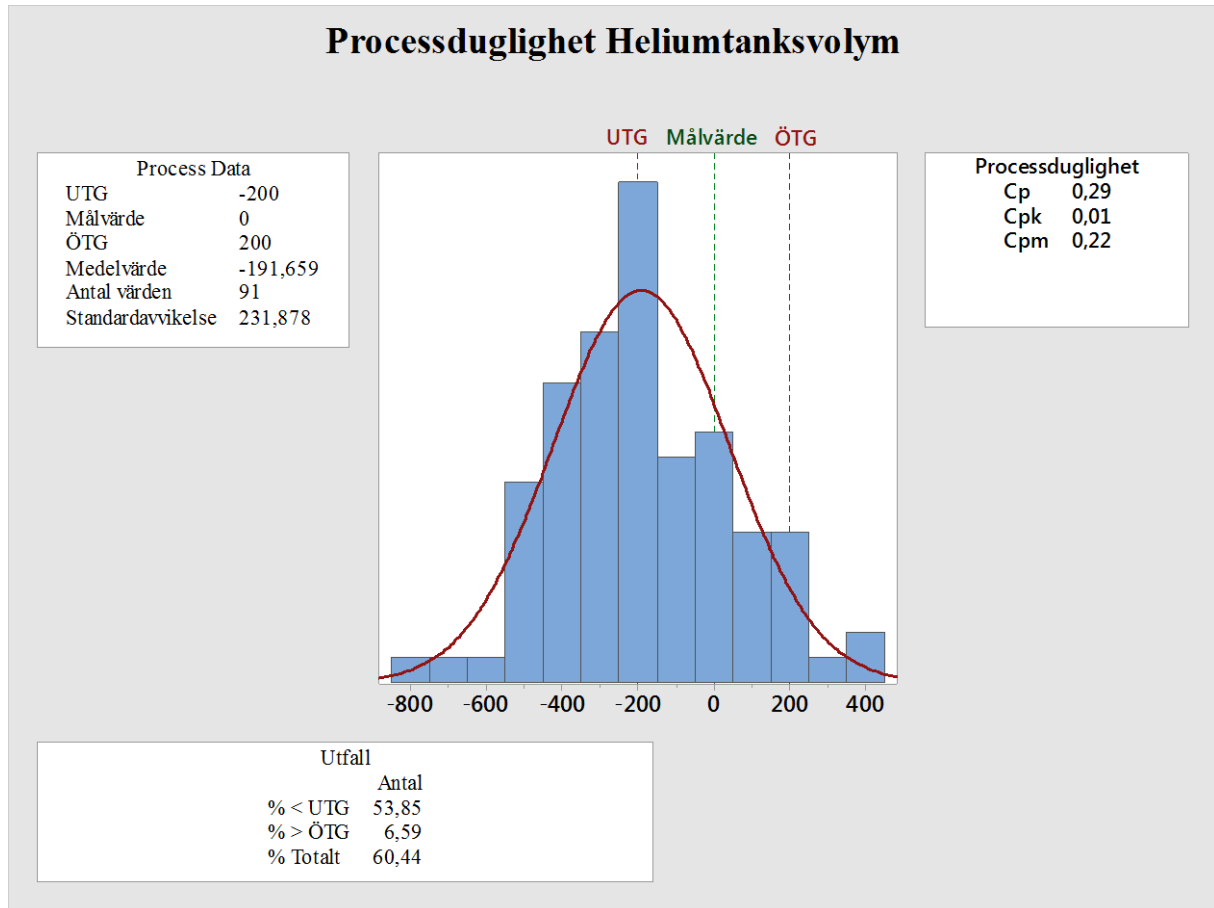


Figur 6.7: Avvikelser på heliumtanksvolym.

En viktig sak att anmärka när diagrammet studeras är att det är toleransgränserna och ej styrgränserna som utgör de röda linjerna. Toleransgränserna säger ingenting om huruvida processen är stabil eller inte, utan visar endast hur väl produktkraven uppfylls.

Även om variationen i denna process är ganska stor, varierar den ungefär lika mycket över tid. Detta innebär att några urskiljbara orsaker till variation troligen inte finns i denna process utan att det är processens naturliga variation.

En process duglighet definieras enligt hur väl den kan producera enheter med mått inom toleransgränserna. Diagrammet på föregående sida ger ingen information gällande själva processen, det diagram som finns i figur 6.8 beskriver huvudsakligen processens duglighet. Med hjälp av indexen vilka erhålls ur figuren kan en förståelse beträffande processens duglighet samt spridning fås.



Figur 6.8: Processduglighetsstudie för heliumtanksvolym.

Duglighetsindex C_p för denna process beräknas ut enligt följande

$$C_p = \frac{T_{\bar{o}} - T_u}{6\sigma} = \frac{200 - (-200)}{6 \times 232} = \frac{400}{1392} = 0,29$$

C_p – värdet tar ej hänsyn till processens centrering utan endast till dess spridning. I allmänhet är det minsta accepterade värdet för duglighetsindexet inom industrin 1,33. Enligt ovanstående beräkning är duglighetsindexet för denna process 0,29, detta är långt under det accepterade värdet.

Duglighetsindex C_{pk} är det minsta av $C_{p\bar{o}}$ och C_{pu} , för denna process räknas den ut enligt följande:

$$C_{p\bar{o}} = \frac{T_{\bar{o}} - \mu}{3\sigma} = \frac{200 - (-192)}{3 \times 232} = \frac{392}{696} = 0,56$$

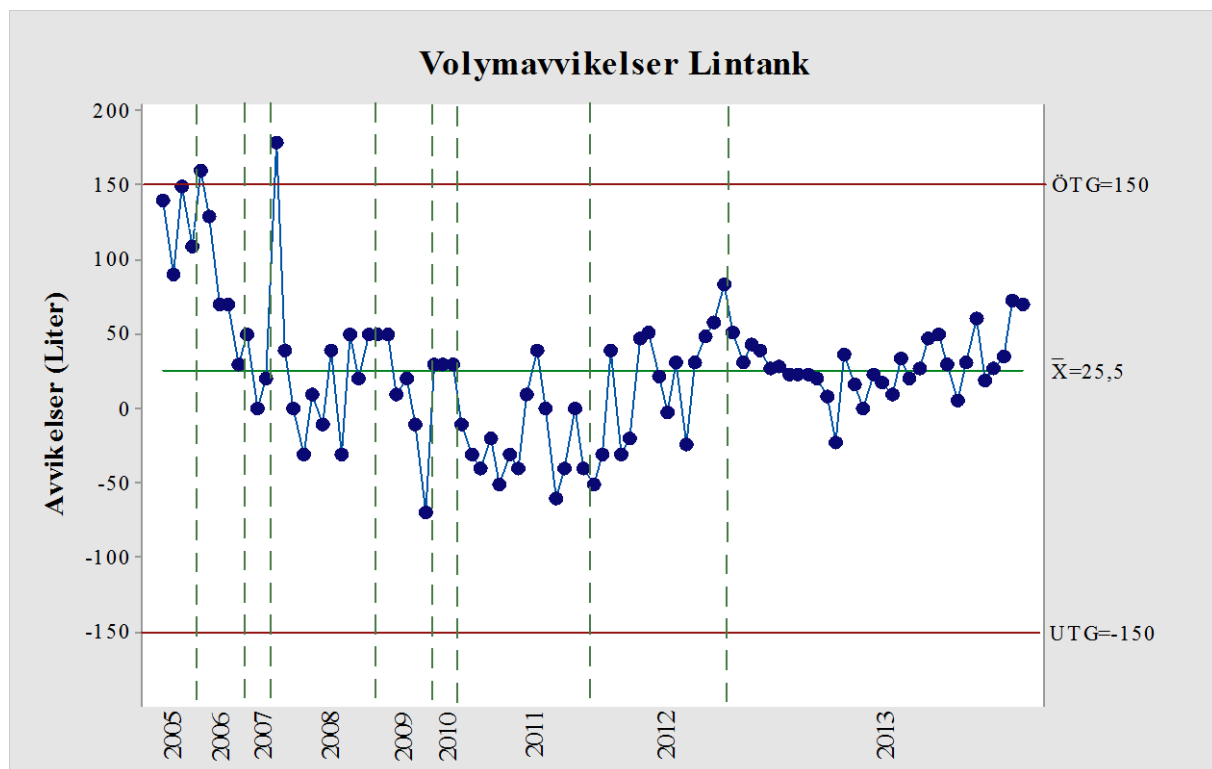
$$C_{pk} = C_{pu} = \frac{\mu - T_u}{3\sigma} = \frac{-192 - (-200)}{3 \times 232} = \frac{8}{696} = 0,01$$

Eftersom båda duglighetsindexen understiger 1,33 innebär det att processen ej är duglig. Det låga värdet på duglighetsindexet C_{pk} visar att processen inte är kapabel att producera enheter med mått inom toleransgränserna. Detta då processens variation är för stor samt det faktum att processens medelvärde ej är centrerad kring målvärdet. Det framkommer ur figur 6.8 att 53,8 % av de enheter som producerats har en volym som är mindre än den undre toleransgränsen samt att 6,6 % har en volym större än den övre toleransgränsen. Duglighetsstudien talar om att processen bör förändras genom att använda en annan produktionsprocess eller genom en förändring av toleransgränserna.

6.3.2 Tillverkning av nitrogentank

De data som använts i detta kapitel är inhämtad från volymprotokollen som dokumenteras enligt de uppsatta kraven från kund. Nitrogenförbrukningen är en av de parametrar som påverkar kundnöjdheten av produkten mest, då kundens definition på hålltid är den tid mellan det att nitrogentanken fyllts med 97,8 % flytande nitrogen till det att tanken är tom. Variationer i hålltid medför att kunden ej kan lita på produkten vid långa transportsträckor. Ur bilaga 1 framkommer det att kunderna upplever variationer med hålltiden, resultatet blir att konkurrentens tankar anses vara mer tillförlitliga.

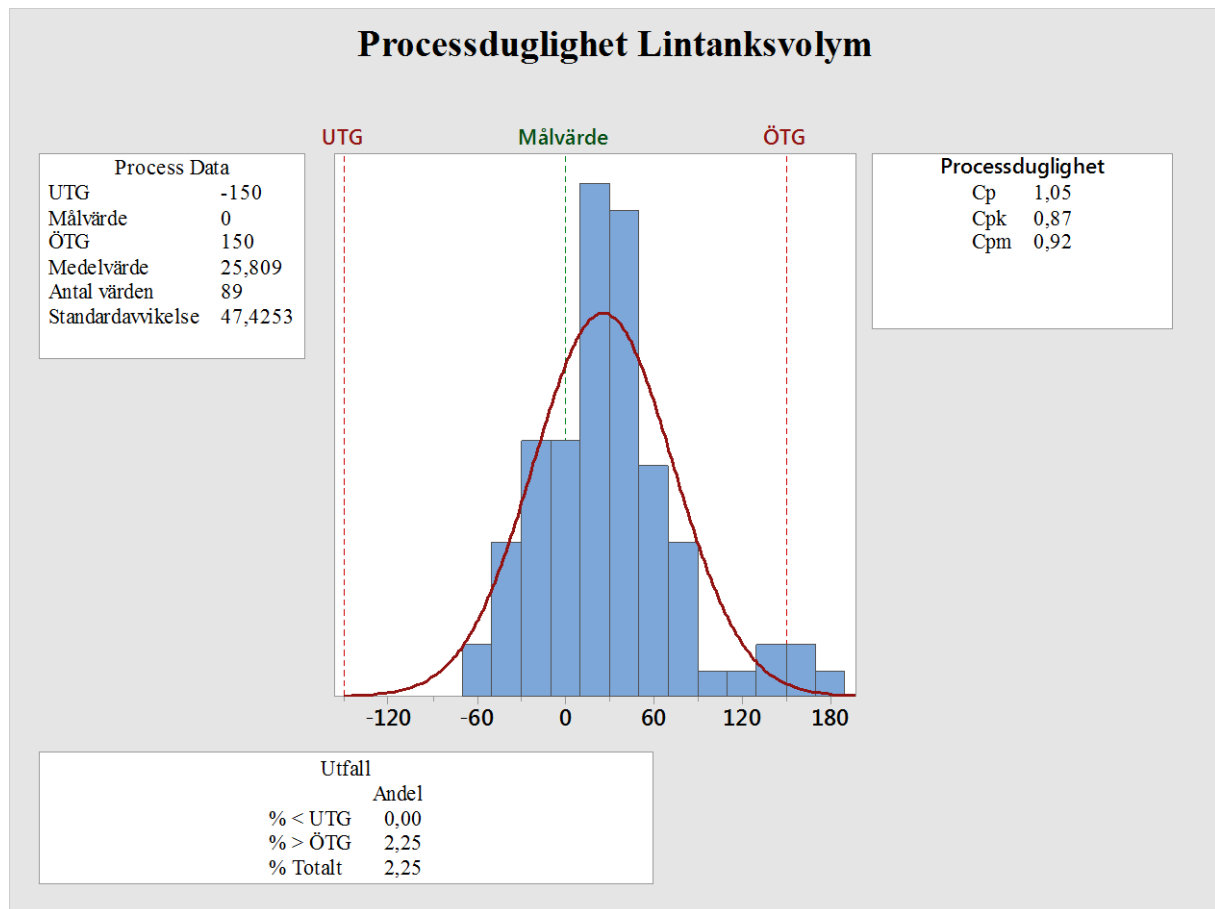
Volymvariationer på nitrogentanken kan vara en orsak till den ojämna hålltiden. En större förståelse för variationerna kan erhållas genom att studera processen. Figur 6.9 visar variationerna i processen över tid. Det är återigen viktigt att påpeka att de röda horisontella linjerna utgör toleransgränser och ej styrgränser.



Figur 6.9: Variationer i nitrogentanksvolym.

Ovanstående figur talar om att nitrogentanksvolymer mestadels håller sig inom toleransgränserna. Man kan se år 2005-2007 som en inkörningsperiod, under denna period tillverkades det två nitrogentankar vars volymer ej höll sig inom toleransgränserna. Genom en duglighetstudie utvärderades processen.

Med hjälp av figur 6.10 och de duglighetsindex som framkommer ur denna, kan en förståelse för processen gällande dess spridning samt hur centrerad denna är kring målvärdet erhållas.



Figur 6.10: Processduglighetsstudie för nitrogentanksvolym.

Duglighetsindexen C_p och C_{pk} för processen beräknas ut enligt följande:

$$C_p = \frac{T_{\bar{o}} - T_u}{6\sigma} = \frac{150 - (-150)}{6 \times 47,5} = \frac{300}{285} = 1,05$$

$$C_{pk} = C_{p\bar{o}} = \frac{T_{\bar{o}} - \mu}{3\sigma} = \frac{150 - 25,8}{3 \times 47,5} = \frac{124,2}{142,5} = 0,87$$

$$C_{pu} = \frac{\mu - T_u}{3\sigma} = \frac{25,8 - (-150)}{3 \times 47,5} = \frac{175,8}{142,5} = 1,23$$

Denna process uppfyller inte heller det allmänt rekommenderade villkoret $C_p > 1,33$. Eftersom indextalet ej understiger 1,0 så är inte en förändring av produktionsprocessen eller toleransgränser nödvändiga. Eventuella processförbättringar bör däremot fokusera på att minska processens variation. Då C_p värdet befinner sig mellan 1,0 och 1,33 är det nödvändigt att övervaka processens och dess utfall då enheter som inte uppfyller produktkraven kan förekomma.

I denna duglighetsstudie togs ingen hänsyn till inkörningstiden och även värden ur inkörningsperioden ingick i beräkningarna. På nästa sida görs en duglighetsstudie exklusive de nitrogentankar vilka producerades mellan år 2005-2007.

Duglighetsindexen C_p och C_{pk} för processen mellan år 2008-2013 redogörs för nedan, Standardavvikelsen och väntevärdet för processen blir i detta fall 34,2 respektive 15,0.

$$C_p = \frac{T_{\bar{o}} - T_u}{6\sigma} = \frac{150 - (-150)}{6 \times 34,2} = \frac{300}{205,2} = 1,46$$

$$C_{pk} = C_{p\bar{o}} = \frac{T_{\bar{o}} - \mu}{3\sigma} = \frac{150 - 15}{3 \times 34,2} = \frac{135}{102,6} = 1,32$$

$$C_{pu} = \frac{\mu - T_u}{3\sigma} = \frac{15 - (-150)}{3 \times 34,2} = \frac{165}{102,6} = 1,60$$

Duglighetsindexet C_p överstiger 1,33 i detta fall, det innebär att någon större övervakning av processen ej är nödvändig. Det faktum att processen har ett högre C_p värde än C_{pk} värde ger en indikation om att processens medelvärde ej är helt centrerad kring målvärdet.

6.4 Analys av historisk data

För att kunna identifiera eventuella problemområden som är i behov av kvalitetssäkring behövdes en ingående datainsamling gällande historiska fel och avvikelser om Helicon utföras. Datan som efterfrågades hämtades ur ett antal plattformar, vilka kan läsas om i kapitel 5.1.2. Informationen som erhöles ur plattformarna var ej standardiserade. Några exempel på hur inrapporterade fel och avvikelser kunde se ut finns nedan:

- Läck på stora labyrinthen
- Läck luftseparator

För att kunna dra någon nytta av informationen behövdes ett system för standardisering av denna arbetas fram. Det system som arbetades fram delade upp de historiska felen i felområden, komponenter och feltyper. Grupperingarna kan ses i tabell 6.6. Felområden samt feltyper arbetades fram i samråd med de personer inom företaget vilka fortsättningsvis skall använda system.

Tabell 6.6: Feltyper samt felområden.

Felområden	Feltyper
Lin-system	Läckage
Innerbehållare	Misstag i produktion
Ytterbehållare	Materialfel
Rörpaket	Övrigt
Övrigt	

Helicon delades upp i fem huvudområden, för att snabbt kunna få en övergripelig bild över vilka komponenter samt funktioner som kan påverkas av ett eventuellt fel. De fem huvudområdena är representativa för de funktioner hos Helicon som kunden oftast har anmärkningar på. Vidare togs ett antal feltyper fram som undergrupper till felområden för att kunna tydliggöra vilka typer av fel som inträffar inom ett visst felområde.

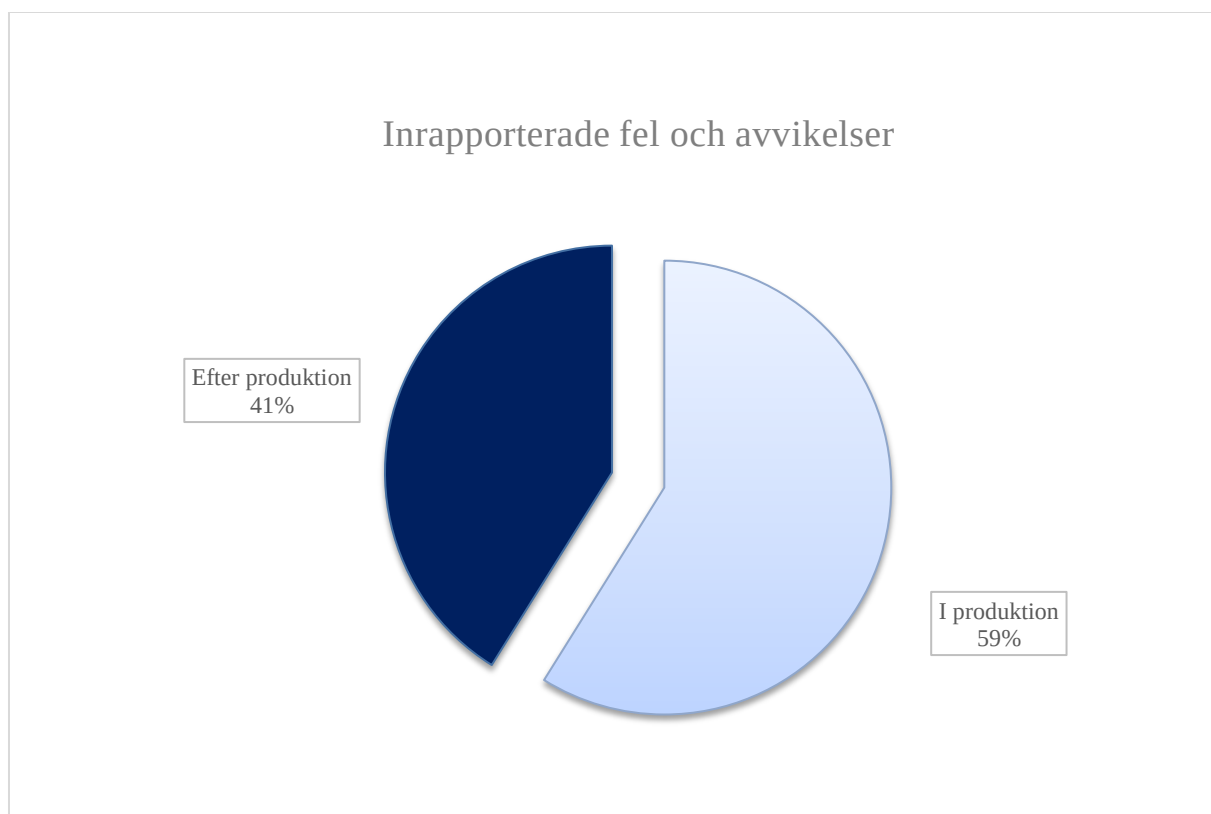
Sammanfattningsvis kan det sägas att felområden skall besvara vart på produkten felet har inträffat medans feltyper beskriver vad för typ av fel som inträffat. De ovanstående inrapporterade fel samt avvikelserna bearbetades och kan ses i tabell 6.7.

Tabell 6.7: Rådata efter bearbetning.

Felområde	Komponent	Feltyp
Rörpaket	Labyrint (Main vent)	Läckage
Lin-system	Fasseparator	Läckage

Alla historiska fel- samt avvikelserapporteringar bearbetades och grupperades på ett liknande sätt. I vissa fall var dock rapporteringarna för bristfälliga samt ofullständiga att de inte kunde bearbetas, detta resulterade i att de fel och avvikelserna utelämnades och ej kunde sammanställas.

Fel- samt avvikelserapporteringar sorteras under två grupper. De två grupperna är i respektive efter produktion, beroende på vart fel samt avvikelserna inträffat. Figuren 6.11 nedan ger en representativ bild om hur stor andel av fel samt avvikelserna som uppstått i respektive efter produktion.



Figur 6.11: Andel fel som inträffat efter respektive innan produktion.

Genom att studera diagramet ovan kan man se att mer än hälften av alla fel samt avvikelser inträffat under produktionen. Detta kan dock vara missvisande då inte alla fel och avvikelser som inträffat efter produktionen rapporteras in från kund samt dokumenteras av Cryo. Oftast är det de fel som är av allvarligare karaktär som kunden valt att rapportera in samt företaget valt att dokumentera.

6.4.1 Sammanställning av fel och avvikelser

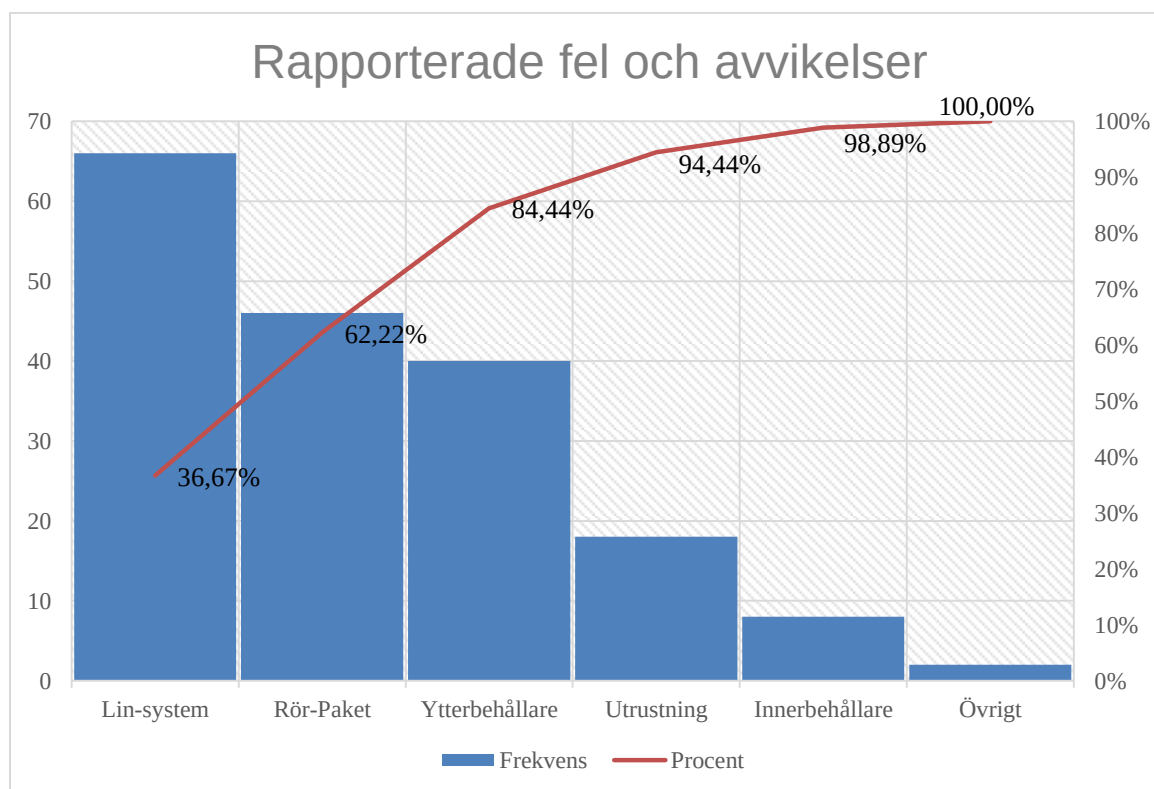
Standardiseringen av historiska fel samt avvikelser möjliggjorde att sammanställningen av dessa kunde illustreras med ett Paretdiagram. Med hjälp av diagrammet kan man på ett överskådligt sätt visa de mest frekventa felen samt hur stor andel av de totala felen staplarna utgör.

Felområden samt hur stor andel av de totala felen ett felområde utgör redogörs för i tabell 6.8.

Tabell 6.8: Felfrekvens tabell.

Felområde	Frekvens	Total andel	Procent
Lin-system	66	36,67%	36,67%
Rör-Paket	46	25,56%	62,22%
Ytterbehållare	40	22,22%	84,44%
Utrustning	18	10,00%	94,44%
Innerbehållare	8	4,44%	98,89%
Övrigt	2	1,11%	100,00%
Totalt antal	180		

Paretdiagrammet används för att avgöra vilka feltyper som är mest återkommande och därför i första hand bör åtgärdas. Det leder till att resurserna kan fördelas på ett mer effektivt sätt då man åtgärdar de feltyper som är mest frekventa. Figuren 6.12 illustrerar de områden vilka har varit mest drabbade av fel.



Figur 6.12: Paretdiagram över de områden vilka varit mest drabbade av fel.

Genom att studera diagrammet ser man att det mest feldrabbade området är Lin-systemet, felen utgör nästan 37 % av det totala antal fel som produkten haft.

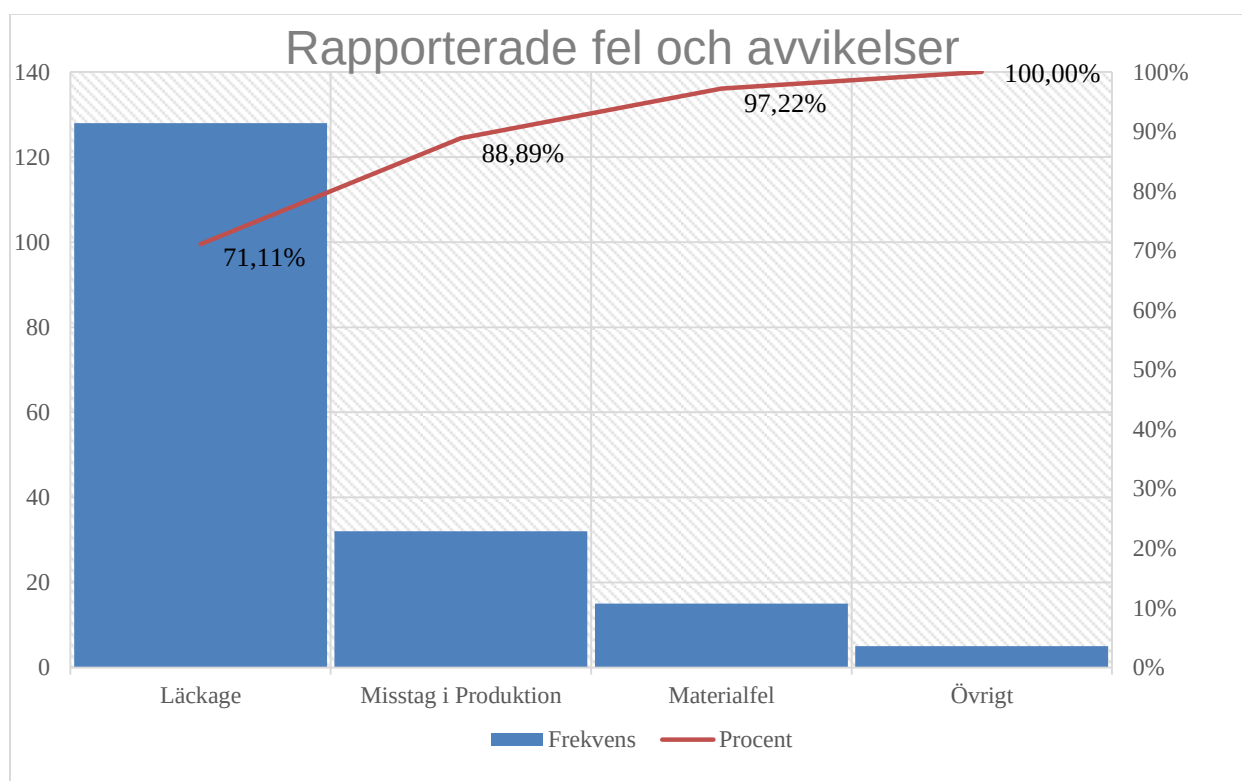
Skulle man studera de tre områden vilka varit mest feldrabbade, lin-systemet, rörpaket samt ytterbehållare, kommer man fram till att de utgör 84,5 % av den totala mängden fel. Värt att uppmärksamma är att det inte alltid är den feltyp som är mest återkommande som bör åtgärdas först, konsekvenskostnaden för en viss feltyp kan vara minst lika viktig. Ett exempel är en förlorad heliumlast på grund av en felaktig säkerhetsventil vilket har en väsentlig högre konsekvenskostnad jämfört med tio stycken oscillerande nivåmätare.

De felområden som nämns i tabell 6.8 kan delas in i fyra typer av fel, dessa redogörs för i tabell 6.9.

Tabell 6.9: Feltyps tabell.

Feltyp	Frekvens	Total andel	Procent
Läckage	128	71,11%	71,11%
Misstag i produktion	32	17,78%	88,89%
Materialfel	15	8,33%	97,22%
Övrigt	5	2,78%	100,00%
Totalt antal	180		

Med hjälp av tabellen ovan kunde ytterligare ett Paretdiagram framställas. Ur diagramet nedan (figur 6.13) framkommer de feltyper vilka har varit mest återkommande.



Figur 6.13: Paretdiagram för de mest frekventa feltyperna.

Diagrammet visar att den mest återkommande feltypen är läckage, vilket utgör nästan 71 % av det totala antalet fel.

Värt att nämna är att en stor del av tillgängliga historiska fel och avvikelser hämtats från läcksökargruppen vilka har till uppgift att lokalisera och dokumentera eventuella läckage.

7 FÖRBÄTTRING

Detta kapitel behandlar de förbättringar vilka tagits fram för att åtgärda de problem som framkommit ur analysfasen. Förbättringsförslagen är i olika stadier, vissa av de redo att implementeras i processen och vissa bör beaktas som förslag för företagets framtida kvalitetsarbete.

7.1 Det interna avvikelshanteringssystemet

Det befintliga avvikelshanteringssystemet är en Microsoft Access databas vilket skall användas för inrapportering av både interna samt externa fel och avvikelser. Gällande Helicon görs det sällan några inrapporteringar av externa ärenden i databasen utan endast interna. Hur väl systemet fungerar beträffande företagets andra produkter har inte undersökts i detta projekt men systemets brister kvarstår och bör förbättras. I kapitel 6.2 gjordes en genomgång av systemet, ur denna erhöles fyra punkter vilka är de största orsakerna till varför systemet ej används i en större utsträckning. Eventuella framtida förbättringsarbeten gällande avvikelshanteringssystemet bör fokusera på att åtgärda de punkter vilka framkommer ur tabell 7.1. Nedan ges förslag på förbättringsåtgärder som kan implementeras i processen:

Tabell 7.1: Brister samt förbättringsförslag för avvikelshanteringssystemet.

Brister	Förbättringsförslag
Fel person kan väljas som ansvarig, då den person vilken registrerar avvikelserna inte alltid vet vem som har ansvar för ett visst område.	När en avvikelserapport gällande en viss produkt startats, skall endast de personer vilka är ansvariga för produkten kunna väljas.
Systemet sänder ingen notis till den person vilken har blivit ansvarig för en avvikelse, det innebär att de personer vilka valts som ansvariga kontinuerligt får gå in i systemet.	Ett E-mail sänds till den person som tagit emot ärendet, när personen är klar med åtgärden skickas nu ett E-mail tillbaka till den person vilken registrerat ärendet.
Är den ruta där datum skall skrivas in ej ifyllt så tenderar ärendet att ej synas för personen vilken registrerat ärendet.	Rutan där datum skall skrivas in är en obligatorisk ruta vilket medför att ärendet ej kan skickas vidare innan denna är ifylld.
Om den person vilken valts som ansvarig har semester, är föräldraledig osv. blir ärendet vilandes. Den ansvarige för systemet får kontinuerligt gå genom systemet för att vidarebefordra sådana fall.	Det skall vara möjligt att markera sig som inaktiv under den tid man ej är i företaget. En person som då tar hand om de ärenden som kan uppkomma skall också väljas i det mån detta är möjligt.

Det framkom även ur analysfasen att det saknades kunskap om systemet hos de involverade personerna. En genomgång av systemet med de berörda där tydliga instruktioner samt systemets brister framkommer kan vara en kortsiktig och kostnadseffektiv lösning. Detta skulle leda till en minskning av de fel som uppstår på grund av bristande kunskaper om systemet.

7.2 Fel- samt avvikelsehantering

En stor del av projektet fokuserade på informationsvägen och hur en förbättring av denna skulle genomföras. Målet med förbättringarna var att introducera ett mer systematisk kvalitetsförbättringsarbete. Genom enkätundersökningen samt egna upplevelser under datainsamlingsfasen framkom det att en plattform där alla fel och avvikelser är registrerade var nödvändigt för företagets framtida kvalitetsarbete. Vidare är det viktigt att de fel samt avvikelser som uppkommer utreds för att förhindra att de inträffar igen.

Ett steg mot ett mer effektivt kvalitetsarbete blev att utveckla en ny plattform där alla fel samt avvikelser rapporteras in, dokumenteras, utreds och sammanställs (bilaga 5). Detta för att sedan kunna illustrera fel samt avvikelserna med hjälp av grafiska verktyg. Den nya arbetsgången är delvis baserad på en feleffektsanalys. Fördelen med en FMEA baserad lösning är en mer strukturerad arbetsgång vid hantering av fel och avvikelser.

En annan fördel med FMEA är att metoden lämnar ett stort utrymme för förändring, vilket innebär att metoden kan anpassas för rätt ändamål. Den omarbetade versionen av FMEA som arbetats fram för Cryo innehåller följande kolumner

Tank ID: Varje Helicon har en unik identifieringsnummer som används både under samt efter produktion. Detta för att underlätta uppföljningen av en enskild tank.

Datum: Här anges datum vid inträffande av fel eller avvikelse.

I produktion/Efter produktion: I denna kolumn anges om felet inträffat under produktion eller när tanken varit i drift hos kund.

Felområde: Här anges vart på tanken felet har inträffat. Produkten är uppdelad i sex områden: Lin-system, Innerbehållare, Ytterbehållare, Rörpaket, Utrustning och Övrigt. Endast ett av ovannämnda områden kan väljas.

Komponent: De som utför analysen bör här ange vilken komponent som felat.

Feltyp: Här anges vilken typ av fel som inträffat, följande alternativ är fördefinierade: Läckage, Misstag i produktion, Materialfel samt Övrigt. Endast en av ovannämnda feltyper kan väljas.

Beskriv felet: I denna kolumn görs en kort beskrivning av felet för att kunna öka förståelsen av händelseförloppet.

Feleffekt: Hur påverkar felet produktens funktion samt effekten av felet för kunden. Har felet inträffat under produktion skall även hur konsekvensen av felet påverkar nästkommande steg i tillverkningen anges.

Tänkbara felorsaker: Här identifieras tänkbara felorsaker. Felorsakerna skall vara väldefinierade så att man utan problem förstår vad som eventuellt bör åtgärdas. Det är viktigt att ej skylla på operatören, oftast är orsaken till varför operatören gör misstag bristande information, utbildning och förutsättningar.

Allvarlighetsgrad: Hur allvarligt blir effekten av felet för den interna och/eller externa kunden? Den bedömningsskala som använts är följande:

- Hög (röd färg): konsekvensen av felet blir utebliven produktfunktion.
- Mellan (gul färg): Konsekvensen av felet är ganska allvarliga, risk för störd produktfunktion samt att kunden upplever en försämring av produktfunktionen.
- Låg (grön färg): Konsekvensen av felet är att produkten kan användas men kunden upplever en viss försämring av produktfunktionen.

Avhjälpande åtgärd: Hur gick man till väga för att åtgärda felet när den väl inträffade.

Förebyggande åtgärd: Vilka åtgärder kan göras för att eliminera risken för att felet uppstår igen? Det är viktigt att eliminera felorsakerna och ej utveckla metoder för att upptäcka felet. Mest resurser bör fokuseras på att åtgärda de felorsaker vilka har en hög allvarlighetsgrad.

Ansvarig: För varje förebyggande åtgärd bör en ansvarig person utses. Denna person bär ansvaret för att bedöma den föreslagna åtgärden samt se till att denna implementeras i processen.

Klar (datum): Datum för när den förebyggande åtgärden är implementerad i processen framkommer under denna kolumn.

Genom att följa denna arbetsgång utreds samt dokumenteras de fel och avvikelser som uppstått i produktion samt efter produktion. En databas som är gjord i Excel har valts som den plats där dokumentationen skall ske löpande. För att erhålla data som är standardiserad har förutom en bestämd arbetsgång även andra åtgärder tagits. Felen delas nu in i förbestämda grupper med avseende på vilket område på tanken som berörs av felet, några förbestämda feltyper vilka är allra vanligast har också tagits fram. Detta hjälper företaget att åstadkomma en vidare standardisering av informationshanteringen vid fel- samt avvikelserapporteringar. Det är nu endast ett fåtal personer, som ingår i en grupp vilka träffas en gång i veckan och enbart behandlar Helicon, som är ansvariga för dokumentering samt utredning av fel och avvikelser. Inom den gruppen är det en person som ansvarar för att fel från produktionen tas upp och behandlas under mötets gång, på samma vis har en annan person samma ansvar gällande de fel vilka inträffat efter produktionen.

De fel samt avvikelser som varit dokumenterade i de dokument vilka redogörs för i kapitel 5.1.2 har förts in i systemet, datan har även grupperats i felområden samt feltyper. Genom att kontinuerligt fortsätta med detta arbete har företaget en större möjlighet att lära sig av de fel samt avvikelser som uppstår. Då felområden samt feltyperna automatisk illustreras i två Paretdiagram får man även en möjlighet att avgöra vilken område som är i behov av en kvalitetssäkring.

7.3 Fortsatt förbättringsarbete av heliumtankstillverkning

Ur den duglighetsstudie som genomfördes under analysfasen av projektet framkom det att tillverkningsprocessen av innerbehållaren ej är duglig. Duglighetsindexen för processen var långt under det allmänt accepterade värdet på 1,33. Slutsatsen av studien blev att processen bör förändras, detta genom att använda en annan produktionsprocess eller en förändring av toleransgränserna.

Under detta projekt har dock någon verifiering av de mätningar vilka studien baserar sig på ej genomförts, detta på grund av långa ledtider samt ett annat huvudsyfte med själva projektet. Därför är det viktigt att innan en eventuell förändring av processen verifiera de mätetal vilka duglighetsstudien baseras på. Detta kan göras genom en Gage R&R studie vilken redogörs för i kapitel 3.2.6 . Resultatet av studien kommer påverka beslutet om hur processen bör förändras.

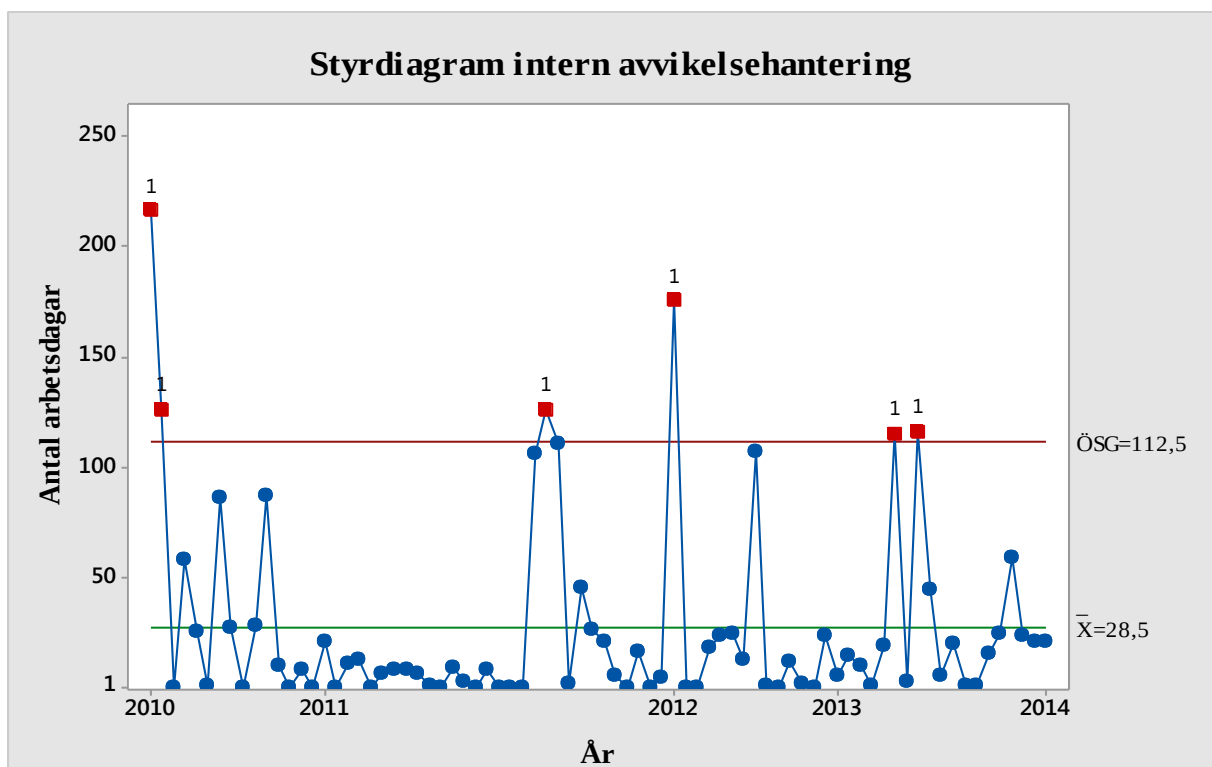
8 ÖVERVAKA

I denna fas av projektet föreslås hur man säkerställer att resultatet av genomförda förbättringar samt förbättringsförslag vid implementering blir bestående. Genom att övervaka processerna med bland annat statistisk processtyrning kan förbättringarna bibehållas och risken att falla tillbaka till den gamla nivån minimeras.

8.1 Styrning av avvikelshanteringhanteringsprocessen

En viktig detalj i förbättringsarbetet är att säkerställa att de uppnådda förbättringarna blir bestående. Det finns nämligen en överhängande risk att man faller tillbaka till gamla arbetssätt och vanor, vilket resulterar i att effekten av förbättringarna inte möter förväntningarna. Denna risk kan dock minimeras genom att kombinera utbildning samt information med statistisk processtyrning.

Ur föregående kapitel framkommer de åtgärder vilka kan göras för att förbättra den interna avvikelshantering. Skulle företaget förbättra systemet genom att informera personalen om dess brister är risken stor att gamla vanor samt beteenden återkommer med tiden. För att förhindra detta bör systemet övervakas, som stöd till detta kan statistiska hjälpmedel användas. De orsaker vilka redogörs för i kapitel 7.1 bidrar till att tiden för åtgärd varierar, medelvärdet till åtgärd är 28,5 dagar vilket i de flesta fall anses vara för lång. Genom att tillämpa ovanstående förbättringar samt övervaka processen med hjälp av ett styrdiagram kan denna tid förkortas. Ett styrdiagram över det interna avvikelshanteringssystemet gällande Helicon togs fram och kan ses i figur 8.1.



Figur 8.1: Styrdiagram för det interna avvikelshanteringssystemet.

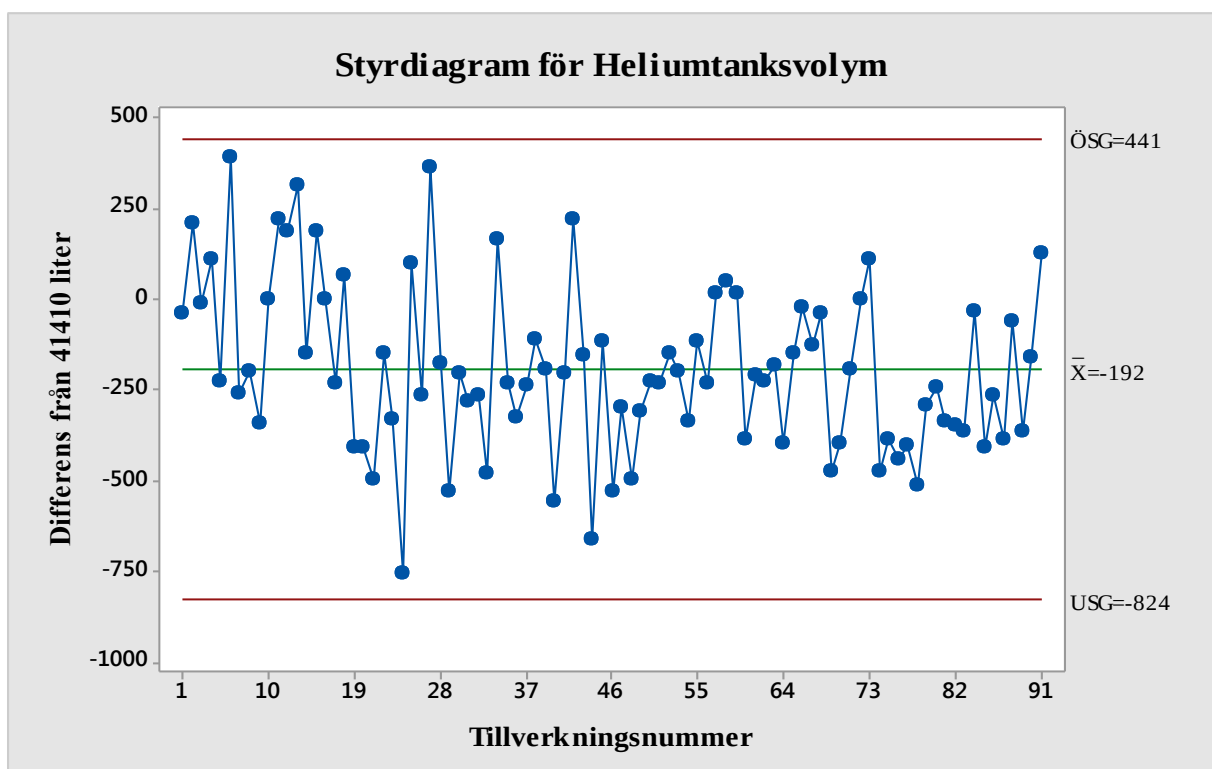
Styrdiagramet hjälper företaget att bevaka processen, samt reagera på eventuella avvikelser för att förebygga framtida avvikelser. Övervakning samt nämnda förbättringar kommer att resultera i att medelvärdet till åtgärd kan reduceras, nya mer representativa styrgränser kan således räknas fram.

För att säkerställa att Excel databasen används kontinuerligt samt att nya fel och avvikelser registreras i databasen har följande punkter föreslagits:

- Produktionsledaren är ansvarig för att de fel samt avvikelser som inträffat i produktionen tas upp samt behandlas under mötets gång.
- En person från teknikavdelningen har ansvar för att de fel samt avvikelser som inträffat efter produktion tas upp samt behandlas under mötets gång.
- Behandling av eventuella fel samt avvikelser som uppkommit är en punkt på agendan under veckomötet gällande Helicon.
- Utredning samt avstämning av hur åtgärder för de fel och avvikelser som uppstått fortskrider är en punkt på agendan under veckomötet gällande Helicon.

8.2 Övervakning av tillverkningsprocesser

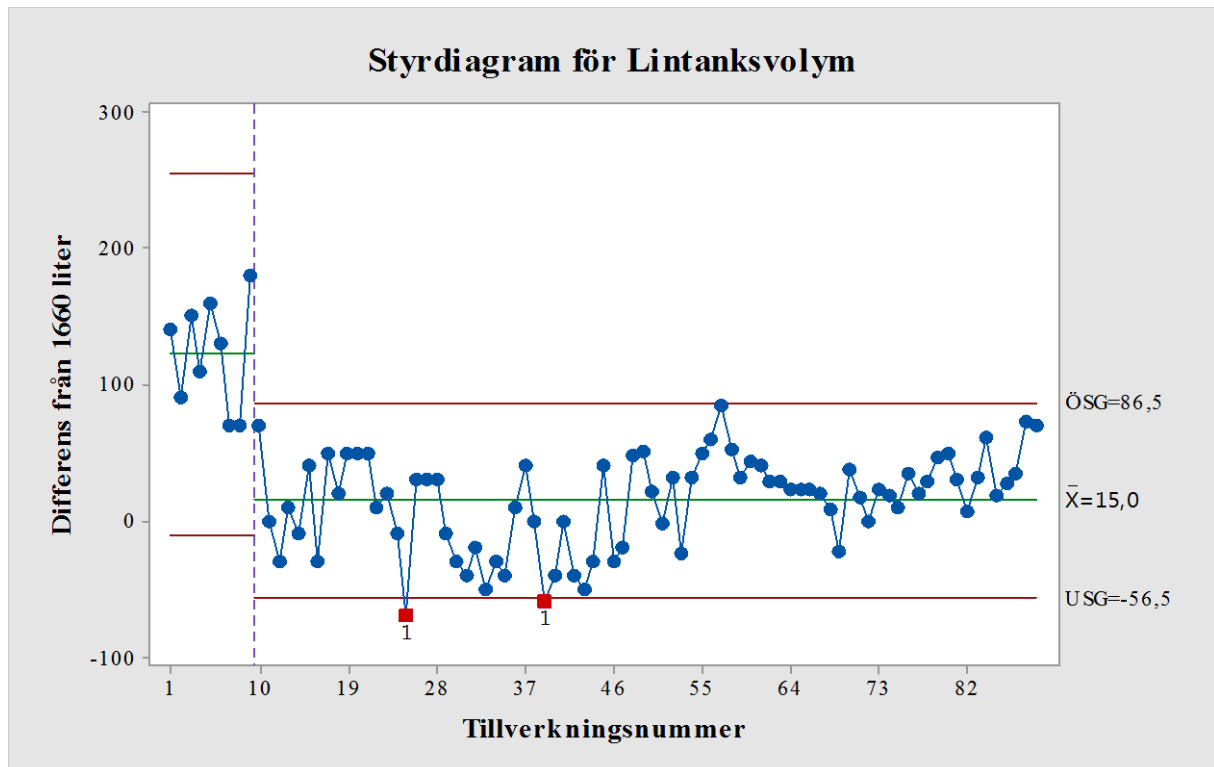
Även om inga förbättringsåtgärder utförts för tillverkning av innerbehållare samt nitrogentank är det rekommenderat att kontrollera processerna. Detta för att få en bild om processernas naturliga variation samt för att kunna reagera på eventuella urskiljbara förändringar. Genom att studera figur 8.2 framkommer det att processens naturliga variation har en spridning på $41410 \pm_{824}^{441}$ liter, de uppsatta toleranserna är däremot 41410 ± 200 liter. Duglighetsstudien samt styrdiagrammet visar att denna process ej är kapabel att producera detaljer enligt specifikationen.



Figur 8.2: Styrdiagram för heliumtanksvolym.

De mätvärden som tas idag används inte i någon större utsträckning för att övervaka företagets produktionsprocesser. Styrdiagram är ett kraftfullt verktyg som kan användas till detta ändamål.

Till samma ändamål har även ett styrdiagram för tillverkningen av nitrogentanken tagits fram. Här är dock diagrammet uppdelat i två faser, den första faser vilket motsvarar tillverkningsnummer 1-9 ses som en inkörningsperiod för processen och får således andra styrgränser. Styrdiagrammet illustreras i figur 8.3.



Figur 8.3: Styrdiagram för lintanksvolym.

Genom kontinuerligt arbete med fel samt avvikelser vilka sammanställs med hjälp av Paretdiagram i Excel databasen kan ett antal nyckelprocesser med hög felfrekvens identifieras. Dessa områden kan styras och övervakas med samma metod.

9 SLUTSATS

I detta avsnitt vilken är det sista kapitlet i rapporten, redogörs för de slutsatser samt erfarenheter som uppnått under projektet.

9.1 Resultat

Målet med projektet var att erhålla ett bättre kvalitetsutfall med mindre variation på produkten. Detta skulle åstadkommas genom att hitta de styrande parametrarna i produktionen; för att sedan visualisera dessa så att produktionspersonalen får en översyn över tillverkningsprocessen. Trots att ovanstående mål ej uppnått, har förutsättningar för ett mer effektivt och strukturerat kvalitetsarbete skapats under projektets gång. Orsakerna till varför projektets mål ej kunnat uppnås beror huvudsakligen på bristande informationshantering. Resultatet av detta blev att projektets syfte och mål definierades om. Under definitionsfasen av projektet, kapitel 4, förklaras samt utreds detta mer ingående.

Genom en mer standardiserad arbetsgång vid hantering av avvikelser, samt tydligare ansvarsfördelning kring felhantering skapas förutsättningar för att nå målet att tillverka en produkt med mindre variation. Företaget bör också fokusera sitt kvalitetsarbete på att kvalitetssäkra de egenskaper hos produkten vilka är viktigast för kunden. De egenskaperna vilka är produktens driftsäkerhet samt hålltid har under projektets gång identifierats och störst fokus bör tillägnas dessa.

All typ av kvalitetsarbete måste påbörjas på ledningsnivå, det är ledningen som äger systemet och kvalitet är resultatet av hur väl systemet fungerar. Det är sällan operatörerna som är huvudorsaken till variation, det är processerna som skapar förutsättningar för att operatören skall lyckas med sitt arbete. En process kan vara under statistisk kontroll men ändå producera defekta enheter 100 % av tiden. Tillverkningen av innerbehållaren till heliumtanken är en sådan process. Det är först när man inser att det är systemet som bör konstrueras om som en väsentlig kvalitetsförbättring kan åstadkommas. Efter en utvärdering av mätsystemet vilket kan vara en möjlig orsak till varför processen ser ut att producera enheter vars mått inte ligger inom toleransgränserna bör vidare beslut om processen tas. Är mätsystemet tillförlitlig bör processen förändras genom att använda en annan produktionsprocess alternativt genom en ändring av toleransgränserna.

För att höja kvalitén hos produkten samt öka kundnöjdheten har ett nytt system för hantering av fel samt avvikelser arbetats fram. Systemet skapar förutsättningar för ett systematiskt kvalitetsarbete där beslut grundas på data och ej uppfattningar samt åsikter. Detta medför att identifiering av felområden och feltyper kan ske genom analys av historiska fel samt avvikelser. Genom kännedom om kundens definition på kvalitet samt genomförda analyser kan de fel vilka är mest kritiska åtgärdas.

En annan förbättring som initierats och bör implementeras i produktionen är sättet att se på sina processer. Med hjälp av statistik processtyrning kan företaget införa styrdiagram för att förutspå processernas utfall. Detta ger företaget en möjlighet att reagera på avvikelser i tillverkningsprocesserna för att snabbt kunna ta ställning till problemet och införa åtgärder.

Genom att jobba med de förbättringar vilka framkommer ur förbättringsfasen av denna rapport, kapitel 6, tar verksamhetens kvalitetsarbete ett steg framåt. Förbättringarna ligger ej för långt fram i tiden och några större resurser för implementering av dessa krävs inte, detta medför att förbättringarna kan implementeras omgående.

10 REFERENSER

Anderson, John. (2006). Qualitative and Quantitative research.
[Last accessed 30th May 2014].

Bryman, Alan (1994), Quantity and quality in social research, London, Unwin Hyman. N.d.

Böckmark, P & Olausson, M. (1990). *Grunder för statistisk processstyrning: en handbok*. Uppsala: Mekanförbundet.

Carina Fritz (1990). *Feleffektanalys (FMEA) för svensk industri : en introduktion för mindre och medelstora företag*. Stockholm: IVF.

Chrysler Corporation, Ford Motor Company & General Motors Corporation (1995). *Statistical process control; reference manual*.

Creswell, John W (2014). Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches . 4th ed. Los Angeles: Sage Publication Ltd.

Creswell, John W. & Clark, Plano. (2011). Designing and Conducting Mixed Methods Research. 2nd ed. Great Britain: Sage Publications.

Davidsson, B., & Patel, R. (2003). *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur

George, M.L., Rowlands, D., Price, m., Maxey, J. (2005). Lean Six Sigma pocket toolbok. George group, New York..

Griffith, Gary (1996). *Statistical Process Control Methods for Long and Short Runs*. Milwaukee: ASQC Quality Press.

Hillson, David, (2004). Effective Opportunity Management for Projects. [e-book] New York: Marcel Dekker. [Accessed 21 May 2014].

Joseph M. Juran, D. A. Blanton Godfrey (1995). *Managerial Breakthrough: The Classic Book on Improving Management Performance* . 4th ed. New York: McGraw-Hill.

Kotz, R & Lovelace C.R. (1998). *Process capability indices in theory and practice*. New York: Arnold.

Lombard, E., 2010. Primary and Secondary Sources. *The Journal of Academic Librarianship*, 36(3), pp. 250-253.

M.P.J. Pepper, & T.A. Spedding. (2010). The evolution of lean six sigma. *The International Journal of Quality & Reliability Management*, 27(2), 138-155.

May, Tim (1997). Social research: issues, methods and process, 2nd ed. Buckingham: Open University Press. 227

Pyzdek, T (1992). *Pyzdek's guide to SPC: Volume two applications and special topics*. Milwaukee. Wisconsin: ASQC-Quality press.

Robin E. McDermott, Raymond J. Mikulak, Michael R. Beauregard (2009). *The Basics of FMEA, Second Edition*. New York: Taylor & Francis Group, LLC.

Sörqvist, L., & Höglund, F. (2007). *Sex Sigma - Resultatorienterat förbättringsarbete som ger ökad lönsamhet och nöjdare kunder vid produktion av varor och tjänster*. Lund: Studentlitteratur.

Vännman, K (1995). *A uniformed approach to capability indices*. Statistica sinica, vol 5, nr 1, s. 805-820.

Bilagor

Intervju

Intervjuad:	<u>Torgny Säfblad</u>	Intervjuad av:	<u>Erold Jasarov & Sasan Pezeshki</u>
Arbetsbefattning:	<u>Aftersales (Kundansvarig)</u>	Datum:	<u>2014-03-17</u>
Ämne:	<u>Helicon</u>	Företag:	<u>Cryo AB</u>

Frågor

I: Vilka kvalitetskrav ställs det på Helicon?

Helicon skall hålla i minst 30 år men Cryo räknar med att tanken har en livslängd på 50 År. Detta är något som kunden har som ett krav då konkurrentens tank håller i 30 år. Sedan är hålltiden ytterst viktigt för att kunderna skall kunna transportera helium över hav. Man skall kunna köra tanken under 30 dagar utan att behöva fylla på nitrogentanken.

II: Vilka av produktens egenskaper är viktiga för kunden?

Hålltiden är den egenskap som är viktigast för kunden, detta är direkt beroende av nitrogenförbrukningen hos tanken. För att kunden skall kunna lita på produkten så behöver man ha en så jämn nitrogenförbrukning som möjligt. Trycket i inne behållaren får heller inte stiga för då riskerar kunden att förlora helium. Lasten har ett värde på ungefär 2 miljoner kronor och en förlorad last är kritiskt.

III: Vilka av produktens egenskaper är mindre viktiga för kunden?

Helicon är byggd av rostfritt stål, detta är något som inte påverkar prestandan nämnvärt. Detta innebär dock att det krävs mindre underhåll jämfört med konkurrentens tank som inte består av rostfritt stål.

IV: Varför väljer man Helicon? Vad är konkurrenten bättre på? Vad är Cryo bättre på?

Cryo började tillverka Helicon på uppdrag av Linde engineering. Detta då det endast fanns en leverantör av heliumtankar på marknaden, Gardner. Bristen på konkurrenter resulterade i att Gardner behandlade sina kunder därefter. Eftersom Gardner har tillverkat Heliumtankar i ungefär 40 år så har de en jämnare kvalitet och fler varianter. De har lyckats åtgärda tankens barnsjukdomar och har en jämnare nitrogenförbrukning jämfört med Cryo. Eftersom Gardner har en jämnare kvalitet så är Helicon billigare.

V: Hur anpassningsbar är Helicon?

Helicon är inte anpassningsbar och detta är inget som kunderna önskar. Däremot har Cryo en nära dialog med sina kunder när det kommer till vidareutvecklingen av Helicon.

VI: Hur viktig är leveranstiden för kunden?

Leveranstiden är viktig när kunden är i behov av tanken. Leveranstiden för Helicon är 20 veckor, skulle man inte ha plåt i lager tar det ytterligare 12 veckor. Konkurrenten har längre leveranstid eftersom de har mer att göra.

VII: Vilken feedback får vi från kunden efter leverans?

Om något avviker från det som utlovats eller om någon funktion inte fungerar som det är tänkt så hör kunden av sig direkt.

VIII: Vilka klagomål har Cryo fått hittills gällande Helicon?

Cryo har fått in olika klagomål gällande Helicon, däremot har det inte funnits några systematiska fel som upprepat sig flera gånger. De klagomål som man har fått in har bland annat varit

- Tankens vikt vid ankomst stämmer inte överens med det vikt som Cryo angett.
- Läckage i nitrogentanken
- Hålltiden är kortare än vad den borde vara
- Ventiler har inte fungerat

IX: Om kunden upptäcker ett fel eller synpunkter vem hör hen av sig till? Hur följs det upp?

På Cryo finns det ett veckomöte med fokus på Helicon, Helicon onsdags möte. Deltagarna på mötet är från Sales, Teknik, Inköp, Kvalité och Produktion, vilket gör att man får tvärfunktionell grupp. På detta möte tas alla fel och synpunkter upp och man försöker att behandla dem.

XI: Vad tror Cryo gör kunden nöjd? Vad kan förbättras för att få nöjdare kunder?

Det som gör kunden nöjd är att den verkliga hålltiden stämmer överens med den hålltid som Cryo angett. I nuläget vågar kunderna inte riktigt lita på Helicon för några längre resor, utan tvivlar oftast på produktens hålltid. För att få nöjdare kunder behövs det mindre variation på produkten som gör att kundens förtroende för Helicon ökar.

XII: Ökar kundnöjdheten med tiden?

Cryo känner att kundnöjdheten ökar med tiden. Detta har man även bekräftat genom en marknadsundersökning. Linde engineering ibland delaktiga i problemlösningsfasen och detta resulterar i att mycket feedback implementeras i produkten. Yi Yang som är en annan stor kund har också blivit nöjdare allteftersom. Orsaken till detta är att de får en genomgång av Helicon vid leverans.

XIII: Vad är kvalitet för kunder?

Det som är allra viktigast för kunden är att hålltiden är den som lovats och att vakuumrören håller vakuum så att på- och avtappning sker utan problem.

XIV: Hur vet Cryo att kundernas definition på kvalitet uppfylls?

Cryo bekräftar detta genom kontinuerlig feedback från kunden. Kontinuerlig feedback från kunden som tas hand.

Intervju

Intervjuad:	Konfidentiell	Intervjuad av:	Erold Jasarov & Sasan Pezeshki
Arbetsbefattning:	Konfidentiell	Datum:	2014-03-25
Ämne:	Arbetsgång vid felrapportering	Företag:	Cryo AB

Frågor

I: Vem är det som sammanställer listan med klagomål och felrapporteringar?

Det är ingen som har något ansvar för listan egentligen utan det är upp till var och en att problemen hamnar där.

II: Vilka riktlinjer följs när ett problem förs in i listan?

Finns ingen procedurer när saker och ting skall föras in i listan, utan det är upp till var och en hur man gör.

III: Vilken väg tar informationen?

Vanligtvis mejlar kunden eller ringer kunden in till Cryo. Mejlen kommer fram till ett antal personer, dessa är Philip Werner, Torgny Säfblad, Anders Grönlund, Jens Andersson, Martin och Henrik Sorinen. Om kunden ringer in så är det i första hand Philip Werner eller Torgny Säfblad. Är det något allvarligt så planeras ett möte in där man går igenom allting, är det däremot ”smågrejer” som hög nitrogenförbrukning så får man spara in det någonstans.

IV: Hur följs problemet upp?

Det finns ingen direkt arbetsgång när man utreder problemen utan någon får följa upp det.

Undersökning av informationshantering kring Helicon

Syftet med denna enkät är att kartlägga informationshanteringen kring kundklagomål samt utvärdera processen, enkäten är konfidentiell.

Ange avdelning

- ☐ Ledning
- ☐ Produktion
- ☐ Teknik
- ☐ Inköp
- ☐ Övrigt.....

Beskriv processen för hur kundklagomålen kommer in till företaget.

Vem eller vilka inom företaget tar hand om informationen?

Beskriv vart informationen lagras.

[illegible]

Fel och avvikelser är väldokumenterade för varje tank.

[illegible]

Information och historik från inrapporterade kundklagomål är lättillgängliga för varje tank.

[illegible]

I dagsläget är den information som finns tillgänglig sammanställd.

[illegible]

Beskriv processen för hur avvikelser i produktionen rapporteras in.

1. General Information	
Name:	
Address:	
City:	
State:	
Zip:	
Phone:	
2. Employment Information	
Employer:	
Position:	
Start Date:	
End Date:	
Reason for Leaving:	
3. Education Information	
Level of Education:	
Field of Study:	
Graduation Date:	
4. References	
Reference Name:	
Reference Address:	
Reference Phone:	
Reference Email:	
Reference Relationship:	
Reference Comments:	

När fel i produktionen uppstår dokumenteras felet alltid.

[illegible]

När ett fel i produktionen uppstår, rapporteras felet alltid in till teknik.

[illegible]

Finns det någon dedikerad plats för vart felen skall dokumenteras?

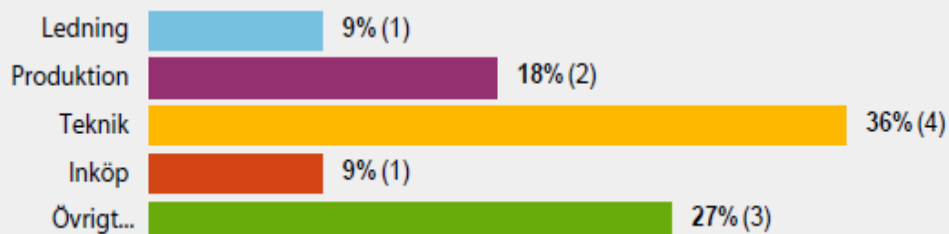
Hur skulle du vilja hantera kundproblem och kundklagomål?

Övriga kommentarer

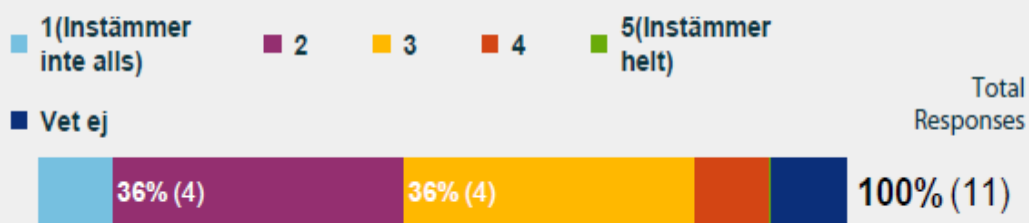
Tack för din medverkan!

Sammanställning av enkätundersökning

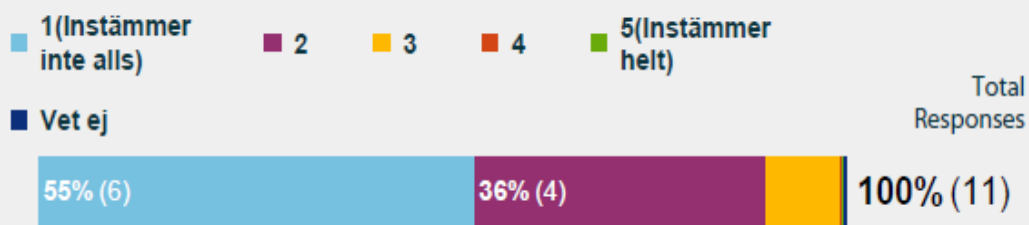
Avdelning



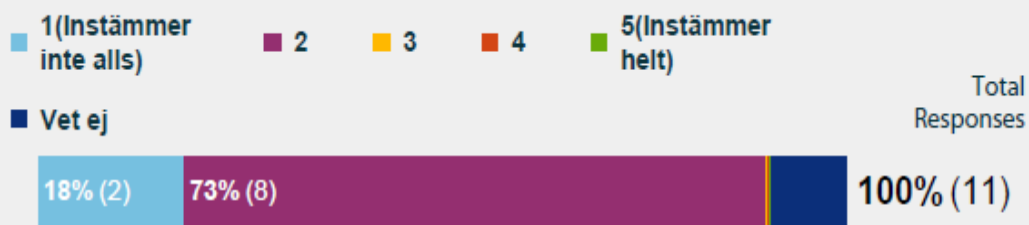
Fel och avvikelser är väldokumenterade för varje tank.



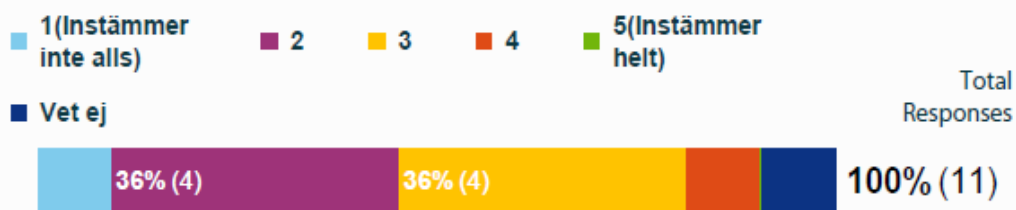
Information och historik från inrapporterade kundklagomål är lättillgängliga för varje tank.



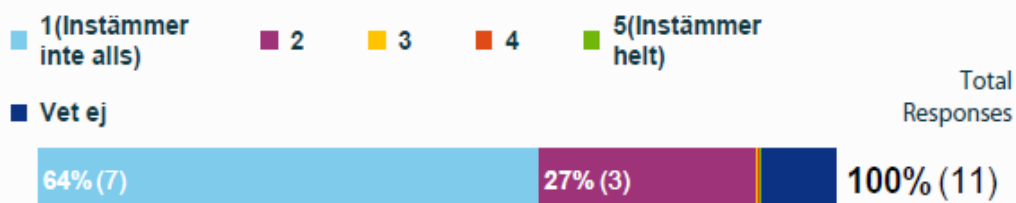
I dagsläget är den information som finns tillgänglig sammanställd.



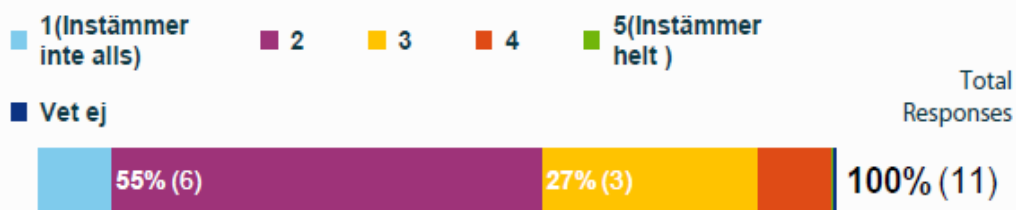
I dagsläget är den information som finns tillgänglig lätt att förstå.



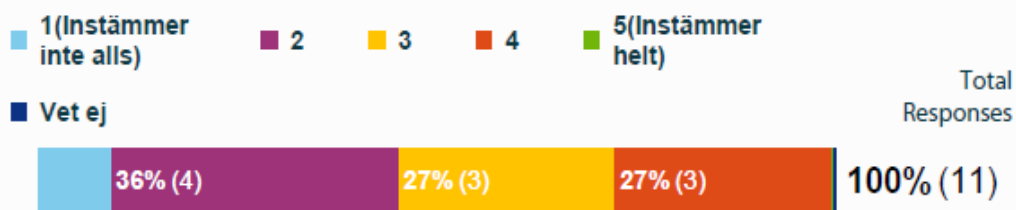
Det finns en standard för vad informationen skall innehålla.



I dagsläget finns det en tydlig ansvarsfördelning vid hantering av kundklagomål.



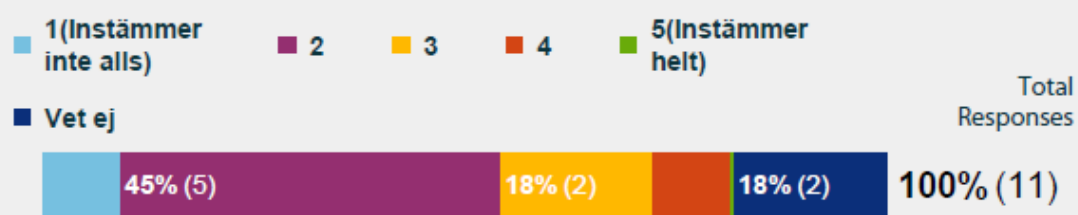
I dagsläget finns det en bestämd arbetsgång för hur kundklagomål hanteras.



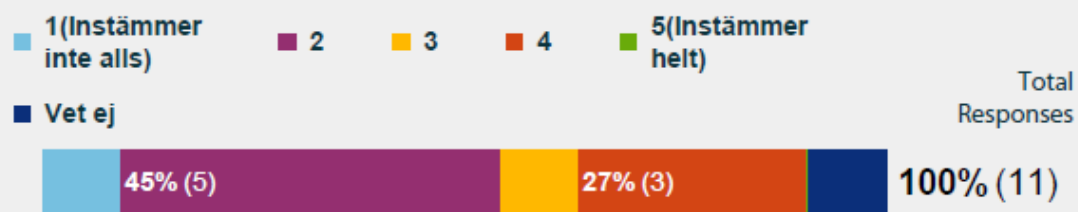
I dagsläget finns det tillräckligt mycket med resurser(tid, kompetens, ...) inom företaget för att kunna hantera kundklagomål.



När fel i produktionen uppstår , dokumenteras felet alltid.



När fel i produktionen uppstår , rapporteras felet alltid in till teknik





Tank ID	Datum för avvikelst	Prod/Efter	Felområde	Komponent	Feltyp	Beskriv felet	Feleffekt	Allvarlighetsgrad	Tänkbara Felorsaker	Avhjälpande åtgärd	Förebyggande åtgärd	Ansvarig	klar (Datum)
9725 #50	2012	Prod	Rörpaket	Labyrint (Main vent)	Läckage								
9725 #50	2012	Prod	Rörpaket	Labyrint (Main fill)	Läckage								
9725 #50	2012	Prod	Rörpaket	Labyrint (Main fill)	Läckage								
9725 #50	2012	Prod	Lin-System	Alu-rör (kylslinga)	Läckage								
9722 #47	2012	Prod	Rörpaket	Vakuumbör	Misstag i produktion	Rörgavel kvar mellan innerrör och	Termisk kortslutning.	Hög	Bristande ritningsunderlag.				
9723 #48	2012	Prod	Rörpaket	Vakuumbör	Misstag i produktion	Rörgavel kvar mellan innerrör och	Termisk kortslutning.	Hög	Bristande ritningsunderlag.				
9724 #49	2012	Prod	Rörpaket	Vakuumbör	Misstag i produktion	Rörgavel kvar mellan innerrör och	Termisk kortslutning.	Hög	Bristande ritningsunderlag.				
9695 #46	2012	Prod	Lin-System	Fasseparator	Läckage								
9695 #46	2012	Prod	Ytterbehållare	Upphängning	Läckage	Centralstötta s infästning.							
9601 #30	2012-08-30	EP	Övrigt	Rundbrickor	Läckage								
9722 #47	2012-08-22	EP	Rörpaket	V1 vakuumbör	Läckage	Frost.							
9724 #49	2012-08-22	EP	Rörpaket	V1 vakuumbör	Läckage	Frost.							
9601 #30	2012-08-30	EP	Ytterbehållare	Knäledsbrickor	Läckage								