

CHALMERS



Utredning av fosfatets inverkan vid pressning av rullar i LRQ MEDIUM BEARINGS

Investigation of phosphate in the production process at LRQ MEDIUM
BEARRINGS

Examensarbete inom Maskiningenjörsprogrammet

Niklas Henningsson
Aysun Pehlivan

Institutionen för material- och tillverkningsteknik
Department of material and manufacturing technology
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2012
Examensarbete No. 70/2012

FÖRORD

Det här examensarbetet omfattar 15 högskolepoäng vilket utförs under höstterminen 2011 på företaget SKF i Göteborg. Med det här examensarbetet kommer vi att slutföra vår treåriga högskoleingenjörsutbildning inom maskinteknik på Chalmers tekniska högskola vilket omfattar 180 högskolepoäng inom inriktningen teknisk utveckling.

Vi vill tacka vår handledare Ph. D Peter Hammersberg på institutionen för material och tillverkningsteknik för givande hjälp. Tack även till våra kontaktpersoner i SKF.

Göteborg 2012

Niklas Henningsson

Aysun Pehlivan

SAMMANFATTNING

Fosfatering är en ytbehandlingsmetod vilket används för olika ändamål i industrin. I detta fall används fosfatbelagd tråd i processer i SKF för att åstadkomma ett önskvärt resultat på pressade rullar. Varför fosfatbelagd tråd används i SKF är för att fosfateringen fungerar som en ackumulator där den stabiliserar smörjmedlet på ytan av ståltråden. Smörjning är viktig då det spelar stor roll på rullens kvalité och egenskaper och även verktygsförslitningen.

I nuläget är SKF tvungna att tvätta bort fosfateringen efter pressningsprocessen i en operation kallad klocktrumling. Detta på grund av att fosfateringen inte får uppkomma i härtningsprocessen då ytan måste vara helt rent från smörjmedel och beläggning. Klocktrumlingen är en tidskrävande operation vilket ger upphov till extra kostnader i form av deponi.

Huvudsyftet med detta arbete är att studera fosfateringens betydelse i pressprocessen i SKF, vilken uppgift den fyller och vilka egenskaper den har. Detta kommer bli till hjälp i framtiden för att hitta alternativ för att utveckla och förenkla processen och därmed eventuellt ersätta fosfateringen och ta bort klocktrumlingsoperationen för att minska driftskostnader utan ökade kvalitetsförluster. För att åstadkomma detta följer projektet kvalitetsmetoden Six sigma.

Av resultaten som genereras kommer denna studie att användas som underlag för framtida förbättringsarbeten att hitta en eventuell ersättningsteknik. Resultatet av mätningarna visade att fosfateringens egenskaper både har oljebärande egenskaper som är mycket goda, samt att kristalltopparna i fosfatbeläggningsen verkar ha uppgiften till att vara brottmekaniskt smörjande då kristalltopparna bryts av i pressprocessen och bidrar till minskad friktion under förloppet.

Resultatet visar även att fosfatet påverkar livslängden för produktionsverktyg och minimerar förslitningen. Minimering av förslitning förbättrar tidslängden för användning utan att gå sönder i processen. Däremot processen som säkerställer kvaliteten på rullen genom att avlägsna eventuella fosfatrester innan nästkommande processteg, måste åtgärdas.

Denna studie visar att det är många faktorer att ta hänsyn till när man försöker att optimera produktionen och det är dessa faktorer som i slut ändan är väldigt viktiga och kontraproduktiva för kommande steg.

SUMMARY

Phosphate is used as a surface treatment method which is used for various purposes in the industry. In this case, phosphate coated wire is used in the processes to achieve a desirable outcome. The reason to why phosphate coated wire is used in the production process is because phosphate acts as an accumulator, where it stabilizes the lubricant on the surface of the wire. Lubrication is important because it plays a major role in the roll quality and characterizes important benefits regarding the outcome.

Currently, SKF has to wash away all phosphates residues after extrusion process in an operation called tumbling. The main reason for this is simply because the surface has to be completely free from lubricants and coatings till the next step of process. Tumbling is a time consuming operation which gives rise to additional costs.

The main objective of this study is to understand the importance of how the phosphate is used and what abilities it has regarding the production process. This will be helpful in the future to find other options to replace phosphates with and skip the bell tumbling operation allowing more options in production as well as cutting costs. To achieve any results a sig sigma analysis were conducted.

The results it generated will be used as a basis for future improvement works to find a possible replacement technology. The results of the measurements showed that the phosphate mixture properties is that it has both oil-bearing properties that are very good, and that crystal peaks of the phosphate coating seems to have the task to be fracture mechanics lubricating the crystal peaks are broken by the pressure process and helps reduce friction during the process

The result shows that phosphate affects the life span of the production tools and minimizes the damage. Enhancing the time it can be used without being broken in the process. On the contrary the process of removing any phosphate residues to ensure the quality in the later on processes, preparations has to be made.

This study shows that there are many facts to take into account when trying to optimize the production and that it is many factors that in one end are highly beneficial though in the next turns out to be very counterproductive.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.1 BAKGRUND	1
1.2 SYFTE	2
1.3 AVGRÄNSNING	3
1.4 PRECISERING AV FRÅGESTÄLLNING	3
1.5 RAPPORTENS DISPOSITION	4
2. TEORETISK REFERENSRAM	5
2.1 PROCESSGENOMGÅNG FÖR RULLAR I FLÖDET LRQ SAMT LRQ3	5
2.2 KOSTNADER OCH OMSÄTTNING SAMT KAPACITET	6
2.3 FOSFATERING	6
2.4 MANGANFOSFATERING	8
2.5 JÄRNFOSFATER	9
2.6 SMÖRJMEDEL	10
2.7 SMÖRJMEDELSFETT	11
2.8 SMÖRJOLJOR	11
2.9 GLIDLACK	12
3 MÄTMETODER	13
3.1 PLASTISK BEARBETNING	13
3.2 STYCKSKÄRANDE BEARBETNING	14
4. METOD	15
4.1 SIX SIGMA	15
4.2 DMAIC	16
4.2.1 Definiera	16
4.2.2 Mäta	17
4.2.3 Analysera	17
4.2.4 Förbättra	18
4.2.5 Kontrollera	18
4.3 SIX SIGMA VERKTYG	18
4.3.1 Critical to quality	18
4.3.2 SIPOC	18
4.3.3 Process karta	19
4.3.4 C&Q	19
4.3.5 P-FMEA Beskrivning	20
4.4 DE 7 KVALITETS VERKTYGEN	20
4.4.1 Datainsamling	20
4.4.2 Fiskbensdiagram	21
4.4.3 Styrdiagram	21
4.4.4 Minitab	22
5. PROJEKTFAS DEFINIERA	23
5.1 PROBLEMFORMULERING	23
5.2 BUSINESS CASE	23
5.3 SIPOC	24
6. PROJEKTFAS MÄTNING	26

6.1 MÄTMETOD.....	26
6.2 DATAINSAMLING	26
7. PROJEKTFAS ANALYS	28
7.1 ANALYS AV MÄTVÄRDEN	28
8 NUVÄRDESANALYS.....	33
8.1 FYSISKA PROCESSEN FÖR VERKTYGSHANTERING	33
8.2 MÄTNING	34
8.2.1 Verktögsförslitning	35
8.2.2 Fel på verktyg.....	35
8.2.3 Felrevision.....	35
8.2.4 Mätning	36
8.2.5 Datainsamling.....	36
8.3 ANALYS	36
8.3.1 Verktöget	36
8.3.2 Räknesystem	37
8.3.3 Stans inre.....	37
8.3.4 Dyn inre.....	38
8.3.5 Dimpel och dubb	39
8.3.6 Kassationer	41
9. PROJEKTFAS FÖRBÄTTRING	42
10. SLUTSATS	43
11. REFERENSER.....	45

BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga	1	Nuvarande processflöde
Bilaga	2	Önskvärt processflöde
Bilaga	3	Process mapp del A
Bilaga	4	CTQ – kvalitets faktorer
Bilaga	5	Six sigma Cause and effect del A
Bilaga	6	Datainsamling – R_a och R_t värdet
Bilaga	7	p-FMEA Six sigma
Bilaga	8	Egenskapsmatris
Bilaga	9	Process mapp del B
Bilaga	10	Cause and effect del B
Bilaga	11	Loggbok National machinery 241
Bilaga	12	Datainsamling – Verktygsutbyte och kassationer
Bilaga	13	Minitab - ANOVA

INLEDNING

Teknik och industri är idag två områden som har stor betydelse. Å ena sidan driver teknikutvecklingen sig själv framåt genom ständig optimering och utveckling. Samtidigt ställer den allt mer teknikintensiva och processtyrda industrin krav på teknikens kompatibilitet och effektivitet. Tillsammans driver dessa två faktorer ständigt på varandra. I många fall därför att finansiella samband och ekonomiska synergieffekter hela tiden eftersträvas. Målet är och förblir alltid det samma – optimering. Det spelar ingen roll i vilket sammanhang eller i vilken omfattning. Är det möjligt att förändra något som ger mätbara effekter åt det positiva hållet är det värt att genomföra så länge förändringens implementering och genomförande står i relation till kostnaderna och avkastningen över tid. Som en respons på detta resonemang utvecklas ständigt koncept vars enda syfte i samtliga fall är inriktade på optimering. Under olika benämningar och akronym marknadsförs sedermera dessa koncept och metoder. Meningen är att, rätt tillämpade, skall dessa generera en heltäckande bild av allt ifrån små specifika och snävt avgränsade problem till helhetslösningar på global koncernnivå. Namn som idag är mycket bekanta är TQM och Lean processing. Runt dessa koncept organiseras sedan organisationen för att tillmötesgå alla de krav som omvärlden och dess intressenter utövar.

Hur dessa processer sköts i praktiken och vilka effekter det får har ofta visat sig svåröverskådligt. Vad som ofta visar sig är däremot att kostnaderna nära på alltid krymper när man kan reducera en process. Problematiken i dessa fall är att kvalitén inte får bli lidande. Målsättningen är således att med bibehållen kvalitet göra produktionskedjan inte bara så optimerad tidsmässigt som möjligt utan avsevärd vikt måste även läggas på varje enskilt steg i värdekedjan. Finns det möjligheter att förändra något som i förlängningen kan innebära minskad bearbetning betyder även detta att alla andra steg i värdekedjan förändras. Målsättningen, måste alltså, för en lyckad implementering innebära att den totala processtiden och processkostnaden understiger de tidigare eller nuvarande värdena.

Med detta som utgångspunkt kan det konstateras att industrin är i behov av lösningar som skapas både utifrån praktiskt och teoretiska utgångspunkter för att lyckas driva framgångsrikt förändringsarbete. Samtidigt är hela förloppet mycket teknikintensivt då tekniken ofta är den faktor som medger eller förhindrar möjliga förändringar. Komplexiteten för industrin ligger alltså och väger på tre faktorer, optimering, teknik och finansiell effektivitet.

1.1 Bakgrund

Utgångspunkten i denna studie är processoptimering. Grunden till studiens omfattning återfinns dels i möjligheten att genom förändrade bearbetningsprocesser förändra processflödet vilket eventuellt skulle kunna leda till optimeringar och således även kanske till bättre marginaler och lönsamhet. Inom ramen för studien är det SKF och utformningen av pressprocessen som utgör referens och analys underlaget.

SKF-koncernen är den ledande globala leverantören av produkter, lösningar och tjänster inom rullningslager, tätningar, mekatronik, service och smörjsystem. Tjänsterna omfattar teknisk support, underhållstjänster, tillståndsovervakning och utbildning. Denna studie fokuserar på den faktiska produktionsprocessen i avseende på hur pressprocessen av rullar på sfäriska rullager se figur 1.1, av typ medium bearing SRB eventuellt skulle kunna utvecklas. Anledningen till detta är att SKF som råmaterial i denna process använder sig av en fosfatbelagd tråd i nuläget från en extern leverantör för att kunna genomföra processen med önskvärt resultat. Fosfatering är en kemisk ytbehandlingsmetod som används på ett flertal metaller och legeringar med skiftande syften.



Figur 1.1 Sfäriska rullager från SKF.

Den nuvarande processen kan i korthet beskrivas på följande vis. Första steget i processen är att trådrullar (coils) levereras till SKF från Ovako. Detta förbehandlade material används sedan som bas när rullarna pressas. Pressningen sker i en höghastighetsoperation ca 2,7 presslag per sekund, något beroende på rulltyp och dimension på tråden. Efter pressningen tvättas fosfatet bort från rullen i en operation kallad klocktrumlig alltså en operation där man låter rullarna rotera med varandra i en vätska under sex timmar. Detta gör att den fosfaterade ytan skavs bort mot de andra rullarna. Klocktrumligen är en tidskrävande operation samt ger upphov till extra kostnader för SKF i form av deponi.

Målsättningen är att studera om det är möjligt att ersätta den fosfaterade produkt som Ovako levererar. Effekten av detta skulle i så fall innebära att vissa steg i tillverkningsprocessen skulle kunna förändras. I och med att stora framsteg gjorts inom området för hur man behandlar och smörjer det material som behandlas återstår det att avgöra om det faktiskt är möjligt att avveckla användandet av fosfaterat grundmaterial till förmån för en annan lösning. För att detta skall vara lönsamt krävs att ersättningsmetoden är bättre, både i avseende på effektivitet och lönsamhet, än nuvarande process för att få ekonomisk bärighet i de processförändringar som i sådana fall blir nödvändiga.

1.2 Syfte

Studien har två tydliga utgångspunkter. Först och främst är det som tidigare nämnts fosfatets betydelse och inverkan som utgör huvuddelen av denna studie. Genom att analysera processen

och samtidigt skapa en förståelse för vilka egenskaper som efterfrågas i pressprocessen kan slutsatser troligen identifieras. Huvudsyftet med denna studie blir mot ovanstående en utredning som leder fram till fosfatets betydelse i pressoperationen. Även egenskaperna hos fosfatet skall utredas då detta blir till hjälp i framtiden om man har för avsikt att hitta ersättningssmörjmedel eller ny pressmetod som kan innebära att klocktrumlingen blir ett onödigt processteg för SKF. Vid sidan om huvudsyftet utförs även en nuvärdesanalys. I princip måste den nuvarande processen ställas i relation till en eventuell ersättningsteknik och konsekvenserna för efterföljande processteg. För att detta skall bli trovärdigt behöver det göras ett arbete för att skapa en kunskap om vilka kostnader och vilket slitage som nuvarande process dras med. Detta syfte är sekundärt men tillsammans med utvärderingen av fosfateringsprocessen så kommer en relativt bra bild att kunna redogöras. Genom att sammanställa båda dessa resultat kan SKF skapa sig en förståelse för vilka åtgärder som är nödvändig och vilka konsekvenser de skulle kunna innebära.

1.3 Avgränsning

För att resultaten i vårt arbete skall hålla en viss kvalitet behöver studien inriktas mot de områden som endast står i relation till frågeställningarna. Till att börja med är det endast det material som erhålls från Ovako som utgör grunden för studien. Som maskinbegränsning är utgångspunkten endast National-machinery 241. Samtidigt är det bara smörjmedlet, fosfateringens egenskaper, som undersöks och sätts i relation till studiens frågeställningar. Inga andra processer eller faktorer vägs in i arbetet. Ambitionen för studien är inte att utforma eller komma med förslag på alternativa sätt att ersätta fosfateringsprocessen eller hitta lämpliga komplement. I stället är det uteslutande så att resultaten skall påvisa vart SKF befinner sig idag och samtidigt klargöra av vilken anledning fosfatering används som smörjmedel i pressprocessen och var förbättringspotentialen ligger.

1.4 Precisering av frågeställning

Målsättningen är att i första hand att avgöra vilken betydelse det fosfaterade grundmaterialet från Ovako har i SKF pressprocess. Detta innebär att studiens grundläggande problemställning bygger på en utredning som leder fram till vilken funktion fosfatet fyller i pressoperationen. Som en fortsättning på denna fråga är också de specifika egenskaperna hos fosfatet betydelsefullt. Detta eftersom en sådan kunskap i framtiden enklare bidrar till att hitta ett ersättningssmörjmedel eller en ny pressmetod. Studien bygger på följande frågeställningar;

- Vilka egenskaper har fosfatet?
- Vilken funktion fyller fosfatet?
- Varför använder sig SKF av denna metod?
- Är det teoretisk möjligt att ersätta fosfatet i pressprocessen?

1.5 Rapportens disposition

1. Inledning

I detta kapitel presenteras studien och dess syfte. Även en kort beskrivning över studiens bakgrund och frågeställning. Samt rapportens disposition.

2. Teoretisk referensram

I den teoretiska referensramen presenteras pressprocessen i SKF, fosfatbeläggning, smörjmedel och alternativa smörjningsmetoder.

3. Mätmetoder

Mätmetoder behandlar plastisk bearbetning och hur det går till följt av förklaring av styckskärande bearbetning.

4. Metod

I detta avsnitt behandlas Six sigma metoden och dess ingående verktyg som används under projektets gång.

5. Projektfas Definiera

I den här fasen definieras projektets syfte och omfattning. Här ska det även ingå information om processen och vad kundernas behov och krav är. Samtidigt definiera projektets nytta till företaget

6. Projektfas Mätning

I mätningssdelen samlas data för nästkommande steg analys. I den här fasen analyseras även vilka metoder som skall användas för att samla in data om det aktuella processläget, vilken typ av data som ska samlas in och hur insamlingen ska gå till.

7. Projektfas Analys

Syftet i analysfasen är att undersöka data som har samlats in från mätningssfasen.

8. Nuvärdesanalys

Här redovisas den andra fasen i arbetet. För att kunna hitta en baseline för den nuvarande processen undersöktes loggböcker med historisk data där avsikten var att hitta livslängden på verktygsdelarna och även medelvärde på uppstående kassationer vid varje körning.

9. Projektfas förbättring

Följande rekommendationer för fortsatt förbättringsarbete ges i detta kapitel.

10. Slutsats

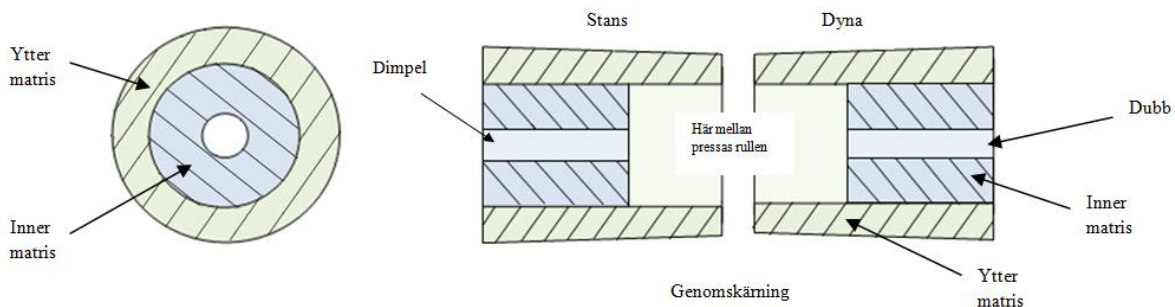
I sista kapitlet redogörs vilka slutsatser studien har lett fram till. Dessutom verifieras syftet av studien samt frågeställningarna om fosfatet i detta kapitel.

2. TEORETISK REFERENS RAM

I detta kapitel kommer pressprocessen i SKF, fosfatbeläggningen och smörjmedel och alternativa smörjningsmetoder att behandlas.

2.1 Processgenomgång för rullar i flödet LRQ samt LRQ3

SKF påbörjar sin process genom att Ovako levererar valsad fosfaterad tråd i olika dimensioner. Det första steget blir då att valstråden hängs upp i riktverk för att bli rak. Därefter startar tillverkningsprocessen, se bilaga 1 och National machinery 241 klipper den valsade och riktade tråden till cuts i lämplig storlek. Dessa cuts matas fram till matrissidorna dyna och stans och pressas. Formen som erhålls beror på hur matriserna är formade. Samtidigt stämplas även dubb och dimpel, se figur 2.1 in i presslaget. I själva pressögonblicket förs det båda matrishalvorna emot varandra vilket ger upphov till en presskant mitt på rullen, något som benämns presskägga.



Figur 2.1 Genomskärning av verktygsdelarna stans, dyna, dubb och dimpel.

Efter pressoperationen där rullens geometri skapas med hjälp av de båda matrishalvorna placeras rullämnet i en transportlåda. Dessa placeras och vidarebearbetas sedan i en klocktrumlingsprocess. I detta steg tvättas rullämnet i vatten och rostskyddsmedel. Målet är att dimsmörjningsoljan samt att rullämnena mekanisk bearbetas så att fosfateringen försvinner. Detta för att rullämnet inte skall påverka eller försvåra härddprocessen. När rullen är fri från fosfateringen och oljor laddas den på en charge för att hädas i en härddugn kallad IPSEN 4. Materialegenskaperna hos den färdig hädade rullen skall motsvara martensit. Efter härddningen avslutas LRQs ansvarsområde och tas över av LRQ3.

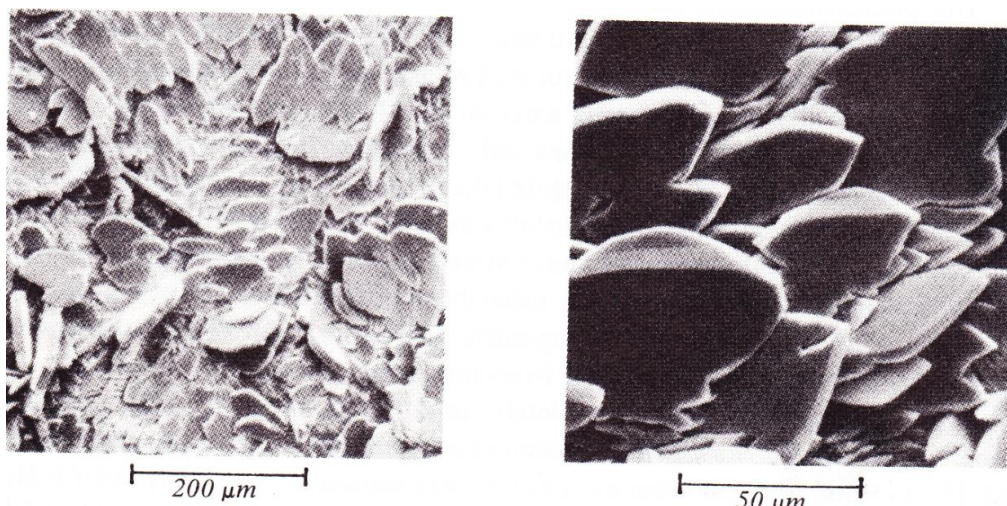
Genom LRQ3 processen slipas rullämnet så att presskägget avlägsnas. Detta genomförs då två roterande slipskivor bearbetar ämnet till dess att godkända toleranser för rundhet uppnåts. Direkt därefter planslipas dimpel och dubbsidan. Sista steget för LRQ och LRQ3 processerna är vibbpoleringen. I uteslutande grad är det meningen att rullämnets radier skall poleras bort så att processen kan fortsätta i nästkommande processer. Processen bygger på att rullämnet vibrerar mellan slipstenar i en vattenburen process samt cleanflex, något som totalt tar ca 4 timmar. I nästa skede som ligger bortom studien är processerna inriktade på finpolering och finslipning.

2.2 Kostnader och omsättning samt kapacitet

Processflöden är resursslukare. Genom att öka kunskapen om orsakerna till variation i processen ökas möjligheterna att optimera förutsättningarna för att produkten i slutändan skall bli mer lönsam. Genom att minimera antalet bearbetningsprocesser kan prisbilden justeras vilket gör att man ur företagets perspektiv får en strategisk fördel vid konkurrenssituationer. Detta är en av de största anledningarna till att optimerings- och effektiviseringsprocesser så ofta pågår. Genom att reducera en process skapas dessutom utrymme för de övriga kvarvarande processerna. Ofta leder det till synergieffekter som innebär att även dessa kan utvecklas. I avseende på att helt avlägsna den processdel som fosfateringen innebär uppstår utrymme för förbättringspotential på många områden. Dels kräver inte den totala processen lika mycket, i och med att processteget helt avlägsnas. Detta ger besparingar både i tid, yta och kostnadsbesparingar över lag. Samtidigt försvinner de kostnader som är förknippade med fosfateringen helt. Viktigt är däremot att ersättningsmetoden är likvärdig som minst och helst bättre ur dessa hänseenden. I annat fall är risken sådan att förbättringsarbetets kostnader helt förstör de långsiktiga vinsterna. Den ekonomiska vinsten av att lyckas ta bort fosfatering från tråden redan i ett tidigare skede ökar processnyttan och effektiviteten. Exempelvis kan ytan som idag används vid trumlingsprocessen användas till materialförråd eller som buffert till de olika processerna i rullkroppen. Samtidigt kan buffert till hårdprocesserna med fördel skötas från 241 processområde, se bilaga 2. Troligt är även att ett pull system kan börja användas istället för ett push system detta tack vare att klocktrumlingen försvinner som buffert i processen, vilket öppnar för ett mer överskådlig flöde. Möjligheterna vid effektiviseringsarbeten är ofta stora men det viktiga är att analysarbetet i planeringsfasen är tillförlitliga annars förloras den ekonomiska vinningen mycket snabbt.

2.3 Fosfatering

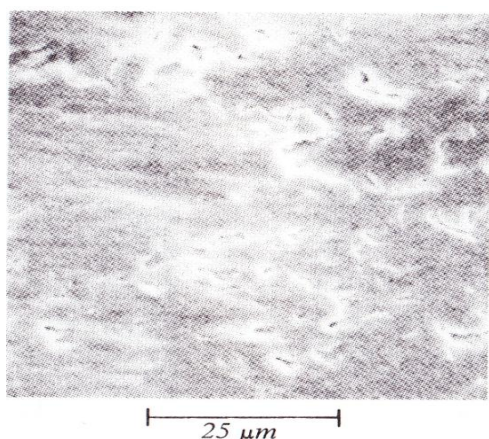
Det har alltid funnits ett intresse för att förändra järn och bearbetat stål och ge det egenskaper som är användbara. Redan år 1864 lämnades en patent in och godkändes. Redan romarna använde en teknik där kol och kadmium bearbetades in i stålet för att ge vapnet bättre skydd mot rost. Ovan nämnt patent byggde på samma principer. Fosfateringsprocesser utvecklades i Tyskland i början av 1900-talet. Vid tidpunkten klassades upptäckten som ett genombrott just på grund av att fosfatering är en sådan mångfasetterad produkt med en rad spridda egenskaper som kunde användas i ett stort flertal av processer i stålindustrin. Något som genererade stora ekonomiska vinster. I dagsläget har betydelsen av fosfatering dock avmattats på grund av stora tekniska framsteg i både processer och metoder. Dock har andra användningsområden visat sig mer vinstgivande. Bland annat används idag fosfateringens egenskaper som grundskikt i lack och färg industrin. Fosfatering är ett samlingsnamn för en rad olika varianter av industriell ytbehandling som syftar till förbättra ytskiktet på metallytan och där igenom att överföra egenskaper som materialet saknade. Fosfateringen omvandlar metallytans översta skikt till en kristall liknande struktur, se figur 2.2.



Figur 2.2 Bild som visar fosfatets ytstruktur i 200 μm och 50 μm (Rausch et al. 1990)

Denna kristallstruktur ökar vidhäftningen vid användandet av smörjoljor samt lackfärger då dessa tillåts att tränga in i på djupet i den fosfaterade ytans kristallmellanrum. Metaller som vanligen fosfateras är järn, zink, aluminium, och deras olika legeringar. Fosfatskiktets viktigaste uppgift är att skydda mot underkorrosion då fosfatskiktet stoppar utbredningen i ytskiktet. Skiktets isolerande egenskaper bidrar till att bromsa upp den elektrokemiska utbredningsprocessen i ytskiktet på metallen (Almnäs et al. 1970) Denna effekt är endast möjlig vid användandet av lack samt rostskyddsoljor eller i kombination. Detta har att göra med det ovan nämnda fosfatskiktets kristallstruktur och dess absorptionsegenskaper.

Ytstrukturen på figuren 2.3 visar samma yta som båda figurerna i figur 2.3 bara för att ställa dessa i relation till varandra. Ytan på bilden har en ytjämnhet på 0,015 i jämförelse med de fosfaterade ytorna vi har uppmätt till 1,0 till 0,8 i snitt.

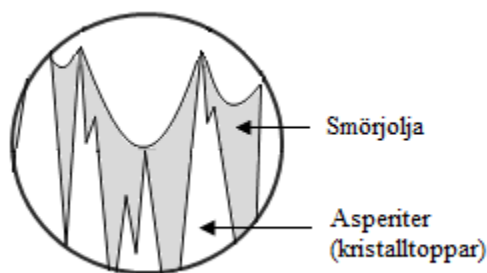


Figur 2.3 Ytstrukturen på ofosfaterat stål (Rausch et al. 1990)

Det är just på området absorption eller vidhäftning som fosfatets fysikaliska egenskaper bevisas som en utmärkt oljefilmsbärare i kallformningsprocesser där kristallstrukturen tillsammans med noga utvald film-smörjolja anbringar så stor oljefilmstyrka i just pressögonblicket där enorma krafter appliceras på arbetsmaterialet av arbetsverktygen. De

olika typerna av fosfateringar är, zink/järn fosfatering i olika tjocka skikt, mangan fosfatering samt i liten utsträckning aluminium fosfatering. Fosfateringsprocessen är en kemiskprocess där man låter en stark syra beta på materialet och jonisera ytan och därefter tillföra fosfatet, antingen då zink, mangan eller järn. Zinkfosfatering bildar ett hårt och slitstarkt kristalltyskikt som främsta användningsområde är riktad till kallformning processerna där höga krav ställs på oljefilmsstyrkan för att kunna bevara en stor presskraft och hastighet utan att riskera maskinens verktygslivslängd.

Den främsta egenskapen hos zinkfosfatering inom industrin idag är just dess unika affinitet med oljor och smörjmedel detta gör att oljor och smörjmedlet homogeniseras med zinkfosfatskiktet (Almnäs et al. 1970). I sökande efter smörjmedelegenskaper då zinkfosfat skall användas är de av yttersta vikt att hitta ett smörjmedel med så låg adhesionskraft som möjligt för att få resultatet som figur 2.4 representerar. Skulle adhesionskraften vara för hög resulterar de i att oljefilmen ligger som droppar på kristallstrukturen. Detta ger negativa resultat på både pressad produkt och verktygens livslängd då bristfällig smörjning sker emellan verktygen och materialet. Kristallstrukturen låter oljefilmen totalt absorberas in i mellanrummen och tvingar där igenom oljan att smörja under hela pressförloppet.



Figur 2.4 Illustrerande bild på önskevård oljefilmsbeläggning vilket visar hur smörjoljan lägger sig ovanför kristalltopparna i ytstrukturen sett i 2D

Används smörjoljor med fel egenskaper, till exempel hög adhesionskraft blir konsekvensen under kontinuerlig process ”tryckinkopritoner” i arbetsmaterialet. Detta beror på att oljan inte hinner evakueras precis i pressögonblicket och bildar då mikroskopiska droppar på materialets yta med extremt högt tryck ”presskraften = oljedroppens tryck”, detta resulterar i små gropigheter i den färdigpressade produkten speciellt på kortändan. Samma fenomen inträffar vid översmörjning av arbetsmaterialet.

2.4 Manganfosfatering

Manganfosfatering förekommer i tjocka fosfatskikt och används främst som slitskydd av till exempel kuggar i stora växellådor, kolvar och vevaxlar (Almnäs et al. 1970). Kristallstrukturen vid manganfosfatering blir inte lika vass som vid zinkfosfatering utan manganfosfateringen tenderar till att ha mer lövformade kristaller alltså kristaller med bredare bas (trianglar) och därav fungerar manganet just bättre i aspekt mot inslitning av maskindelar.

2.5 Järnfosfater

Järnfosfater är mycket tunna och hårda och järnfosfateringen lämpar sig utmärkt som underlag eller primer vid målning och lackering då den ökar vidhäftningen extremt. Detta beror på att järnfosfateringens kristallstruktur är väldigt spretig och taggig. Järnfosfatering är den billigaste fosfateringsmetoden av de uppräknade och används främst inom måleri och lackindustrier.

Fosfateringen bygger på att man låter värdmetallen reagera kemiskt med ett syrabad vanligen innehållande fosforsyra och det unika fosfatet till exempel järnfosfat, manganfosfat eller zinkfosfat. Reaktionssyran varierar med vald appliceringsmetod. För att den kemiska reaktionen skall starta krävs bland annat att syrabadet är temperaturstyrt och begränsat så att temperaturer under 90 grader inte förekommer samt inte heller temperaturer över 300 grader. Skulle detta inträffa leder detta till radikalt sämre fäste för fosfaterna på ytskiktet hos värdmetallen. Fosfateringsprocessen tar olika långt tid beroende på hur tjockt fosfatskikt man vill uppnå samt vilken metod man använder. Normalt är det 15-30 minuter. Metoderna man kan använda när man ska applicera fosfat skiktet är allt från doppbad och sprutapplicering till valsapplicering.

Doppapplicering är den simplaste av metoder. Det som skall fosfateras doppas helt enkelt i den kemiska lösningen under en viss tid för att uppnå önskvärt resultat. Processparametern man styr är den kemiska sammansättningen i doppbadet, temperatur och tid. Denna metod är också den billigaste och mest vanligt förekommande. Förbehandlingskraven för att få så lyckad reaktion som möjligt med den kemiska substansen är att ytan skall vara ren och avfettad.

Sprutapplicering av fosfatering är den dyraste metoden då en hel anläggning behöver införskaffas, samma principer gäller fortfarande, man låter ytskiktet reagera med den kemiska substansen. Sprutanläggningar används främst för stora detaljer som hade krävt extremt stort bad. Anläggningen kan också få ekonomisk vinning om fosfatering är företagets huvudsakliga process då täckningen för maskinen kan bli hög.

Valsapplicering är mindre vanlig då denna metod endast kan ske tillsammans med valsprocessen i övrigt. Metoden går helt enkelt ut på att man har en appliceringsvals till en huvudvals som anför fosfateringens kemiska substanser i processen. Skall fosfatering inte användas i andra processteg utan endast som smörjmedelsbärare så ställer detta till det rent logiskt för processen. En till process måste till för att avlägsna fosfatskiktet. Processer som avlägsnar fosfatskikt är bland andra mekaniskbearbetning så som svarvning, blästring eller trumling. Dessa metoder är ineffektiva ur ett just in time och lean perspektiv.

Kemiskbearbetning är ett effektivt sätt att avlägsna rester men ställer höga krav på processsäkerheten. Kemiskbearbetning går till på samma sätt som vid appliceringen av fosfatet men reduktivt, alltså man låter processen verka tvärtom så man nyttjar i detta läge betning av

materialet i ett syra bad. Processparametrarna som spelar roll och som man styr i den kemiska bearbetningen är tid och temperatur.

2.6 Smörjmedel

Funktionen av smörjmedel är att motverka kontaktfriktion också kallat gränsskikt friktion. Denna friktion uppkommer när två ytor är i direkt kontakt med varandra (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). I praktiken är det omöjligt att få två ytor helt plana. Det handlar i slutänden om viken metod som appliceras och vilken grad av förstoring som mätinstrumentet använder eller hur känsligt det är för att kunna avgöra graden av asperiter (ojämnheter). Vid rörelse så är det värdet av dessa ojämnheter som avgör kontaktkraften och således även slitaget. Om kontaktfriktionen är för stor bidrar detta till att en ökad maskinkraft kommer att användas för att uppnå den mängd kraft som krävs för att i vårt fall pressoperationen skall vara genomförbar. I detta sammanhang kommer smörjmedel in i bilden just för att minska denna gränsskiktsfriktion och öka effektiviteten samt minska energiförluster.

Funktionen med smörjmedel är att jämna ut asperiterna i kontaktytan vilket i sin tur leder till att de två gränsskikten där friktionen uppkommit glider mer lättsamt då kontaktmellanrummet har jämnats ut med smörjmedlet (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). Detta är en viktig aspekt att oljan fyller ut asperiternas topografi när pressoperationer ska genomföras då önskvärt är att oljan är över hela arbetsmaterialet. Andra aspekter på smörjmedel fränsett minska friktionen i avseende på glidande eller rullande ytor är att smörjmedlet skall ha en tätande funktion så att smuts och orena partiklar inte hittar in i processerna och bidrar till förstörande arbete. De korrosionsskyddande egenskaperna hos oljebaserade smörjmedel är en väldigt positiv effekt då detta får en rad betydelse för livslängden på produkten och ger möjlighet till lagerhållning utan extra hantering. Värmeledningsförmågan ökar även den vid användning av smörjmedel då smörjmedel verkar med kylande effekt. Värmen absorberas i första hand av smörjmedlet som minimerar värmeöverföringen till materialet. I sin helhet bidrar smörjmedlet till att den totala arbetstemperaturen sett till hela processen är lägre med smörjmedel.

Man särskiljer vanligen smörjmedel genom en tudelad uppdelning. Vanligen oorganiska smörjmedel och mineraloljor som framställs genom raffinering av råolja. Samt de organiska smörjmedlen som i övervägande del framställs från vegetabiliska oljor som härstammar från levande organismer, oftast växter. Smörjmedel har väldigt skiftande egenskaper. Dessa egenskaper justeras genom att emulogotorer tillförs. Dessa förändrar helt smörjmedlets egenskaper och går att anpassa efter de krav som smörjmedlet skall hantera. Man tillsätter även antioxidanter och korrosionsinhibitorer för att öka smörjmedlets korrosionsbeständighet.

2.7 Smörjmedelsfett

Ett smörjmedel definieras som en flytande till halvfast vätska bestående av en förtjocknings emulgeringsmedel som tillför egenskaperna som smörjfettet skall ha (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). Smörjfett har en rad olika tillämpningsområden men används allt som oftast till lastavbärare friktionsdämpare samt tätningsmassa så att inte orena partiklar hittar in i speciella applikationer. Tillsatser som kan existera i ett smörjfett är till exempel förtjockningsmedel som gör att strukturen på oljemolekylerna omgrupperar sig så att de liknar en tvättsvamp i sin mikroskopiska struktur. Denna reaktion sker med så kallade metallhydroxider till exempel aluminium eller litium vilka båda är högreaktiva ämnen. Andra tillsatser som återfinns i smörjfett är korrosionsinhibitorer vilket bidrar till att fettet får rostskyddande egenskaper. Tillsatser som polymerer tillsatt också för att öka vidhäftningsförmåga på arbetsmaterialet. EP (extrem pressure) och AW (anti wear) är egenskaper man eftersträvar i ett smörjfett. Dessa båda förkortningar anger i huvudsak hur oljans egenskaper beter sig vid mekaniskt slitage och under högt tryck.

De flesta smörjfett riktar sig mot tunga applikationer inom industrin eller anläggning och därför är de flesta baserade på syntetiska oorganiska oljor som utvinns av råolja (Gleitmo TECHNIK 2009) Vid till exempel smörjprocesser ute i öppna och utsatta områden ställs de dock helt andra krav på smörjfettet, detta gäller vid till exempel smörjning av tågväxlar och glidskenor. Specialfetter som kuggfett är anpassat för att erhålla hög filmhållarhållfastighet vid extremt tung belastning som kan uppstå i växlar och kugganordningar. Kuggfetter har som egenskaper extrem vidhäftningsförmåga och dess viskositet är näst intill oberoende av de tänkbara arbetstemperaturer som kan uppstå i normala förhållanden. – 50 till +400. Kuggfett återfinns över hela världen och används i allt från gruvor till smältverk samt inom Offshore branschen och i vindkraftverk.

2.8 Smörjolja

För att mekaniska processer skall fungera krävs att friktionen reduceras. I detta sammanhang är smörjolja även kallat vätskefilmssmörjning det i särklass vanligast förekommande friktionshärmande medlet. Så snart det finns rörliga delar i en maskin av något slag krävs alltså någon typ av smörjolja för att förhindra att maskinen och slitdelar förstörs för snabbt. De viktigaste aspekterna med smörjolja är att minska kontaktfriktion, kyla arbetsytorna samt rengöra och förhindrar att avfall, sot och rost förstör processen och i stället binds till smörjolan. Kvaliteter finns i en stor uppsjö av varianter. Egenskaper som återfinns i smörjolja är rostskydd, kontaktfriktions dämpare, dynamisk viskositet och statisk viskositet. Bra smörjmedel skall nämligen vara konstant beroende av temperatur, annars finns de risk för överhettning och då förlorade egenskaper.

2.9 Glidlack

Glidlack och glidfilm är indelade i två grupper, vattenlösliga och lösningsmedelsbaserade. Tanken med glidfilmer är att jämna ut ytans asperiter och därigenom minska gränsskiktskontakten och få radikalt mindre kontaktfriktion mellan de två dynamiska ytorna. Detta ger i sin tur mindre belastningar på den tänkta operationen då mindre kraft går till spillo. De bildar vidhäftande, torra smörjfilmer med goda prestanda metoden är den samma som termen hydrodynamisk smörjning (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). Glidlacker möjliggör en förbehandling och lagring av monteringsfärdiga, smorda detaljer. De är extremt tryck-, värme- och köldtåliga, åldras inte och är renliga att hantera. Glidfilmer skyddar mot inkörningsproblem till exempel svetsningar då trycket och värmeutveckling blir så stor att de bidrar till att maskindelar förstörs.

3 MÄTMETODER

Mätmetoder behandlar plastisk bearbetning och hur det går till följt av förklaring av styckskärande bearbetning.

3.1 Plastisk bearbetning

Formpressning bygger på en rad fysiska antaganden. Grunden är att krafter appliceras på ett material som till följd av detta ändrar sin form. Att plastiskt bearbeta en metall med kraft är i princip vad tillverkningstekniken formpressning innebär. De krafter som appliceras mot arbetsmaterialet får detta att ändra sin struktur och forma sig. Det innebär att det i själva verket är en kvarvarande deformation av grundmaterialet som beskriver den nya formen hos den pressade detaljen. Geometrin följer alltså formen på pressverktyget och den form som detta har (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010).

Plastisk bearbetning har den teoretiska begränsningen om konstant volym och beskrivs genom Ludwik flyttag. Denna formel illustrerar att plastisk bearbetning inte skapar materialspill utan endast förflyttar och förändrar materialet genom tryck så att nya ytor uppstår. (Hågeryd et al. 2005)

$$\sigma = +K \cdot \varepsilon$$

σ sann spänning

K material konstant

ε Naturlig plastisk töjning

Deformationshårdnande beskriver att ett materials sträckgräns och deformation påverkas desto högre kraft kommer behöva användas för att brottgränsen inträffar. Det finns en rad aspekter som man bör bejaka vid valet av arbetsmaterial när en pressoperation skall utföras. Legeringens art påverkar direkt *deformationshårdnandet* i materialet. Tjockleken ställs i direkt proportion mot presskraften, den kraft som kommer krävas att få en permanent deformation. Anisotropi är materialets riktning i den föregående processen vilket allt som oftast är valsning. Materialet har en valsriktning som kommer medföra att *deformationshårdnandet* är större i den motsatta riktningen (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). Vilket utnyttjas flitigt då den största permanenta töjningen skall ske i anisotropins riktning då mycket kraft kan sparas om man drar nytta av dessa fakta.

Det finns två tillämpliga metoder att använda inom plastiskt bearbetning nämligen *intruderande* och *extruderande* pressning. Den *intruderande* pressningen syftar till den plastiska bearbetningen som slår in geometrier i arbetsmaterialet genom arbetstrycket. Den *extruderande* pressningen syftar till att plastiskt omforma arbetsmaterialet till en annan form alltså att tvinga materialet till en form som tidigare inte var naturligt. Detta innebär att spänningarna ökat markant vilket i sin tur gör att arbetsmaterialet blivit ostabilt. För att reducera dessa spänningar behöver grundmaterialet glödgas eller hårdas för att kunna få alla sina egenskaper och vara användbar i en applikation.

Defekter som uppstår vid plastisk formning är många då man med mycket höga krafter tvingar in ett material i en form utan att faktiskt ändra materialets mängd. Detta leder inte så konstigt till väldigt höga spänningar inom detaljen. För att lyckas med en plastisk operation ställs det höga krav på att arbetsmaterialet glider på verktygsmatriserna så att all kraft överförs till arbetsmaterialet. Detta för att minimera risken för dragningar på grund av ökad friktion. Dragningar uppstår när materialet inte är följsamt med formmatrisen. För att detta förfarande inte skall uppstå ställs det stora krav på friktionsminskade metoder. Metoder som minskar kontaktfriktion är ytans tribologi alltså ytjämnheten, för att jämna ut asperiterna på utan används ett flertal olika medel och oljor för att just få arbetsmaterialet att glida så lätt som möjligt i formmatrisen.

3.2 Styckskärande bearbetning

Inom kategorin styckskärande bearbetning är klippning den absolut vanligaste bearbetningsmetoden. Styckskärande bearbetning kan delas in i flera underkategorier till exempel utklippning, stansning och avklippning. Avklippning är den metod som används i process 241 vilket innebär att denna metod ägnas extra uppmärksamhet. Den valsade tråden klipps till cuts. Den faktor som är avgörande för att avgöra kvaliteten på cutsen är att skapa ett så nära på perfekt klippsnitt som möjligt. Klippspalten avgörs genom att avståndet till dyna och stans regleras. Detta avstånd varierar beroende på grundmaterial men egenskapen som är mest betydelsefull är brottgränsen.

$< 450\text{MPa}$ = klippspalt mellan 6-8% av arbetsmaterialtjockleken.

$>450\text{MPa}$ = klippspalt mellan 9-12% av arbetsmaterialtjockleken (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010).

Detta samband beskriver nämligen hur klippsnittets utseende kommer att bli. Skulle inte klippspalten vara korrekt inställd så resulterar detta i att klippzonen blir mer skruvad och det är stor risk för *flytningar* på skäreggarna i klippverktygen, vilket då resulterar i att skäreggarna slits och går sönder snabbare. (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). Dessa karaktärsdrag är viktigt att ta hänsyn till i relation till klippkanten för att det ska vara en lyckad klippoperation. Klippet ger upphov till en nedböjning i materialet och en permanent deformation uppstår.

Skäroperationen skapar en blankzon på arbetsytan av materialet. Ett kritiskt snitt skapas som ger upphov till att ett brott i materialet uppstår. Brottzonen är resultat av kritisk sprickbildning, i detta sammanhang är det viktigt att ha rätt spaltavstånd då man leder sprickbildningen i ett rakt snitt. Då det är helt i praktiken omöjligt att få ett perfekt snitt utan *materialflytningar* skapas alltid slitage på klippverktygen samt att de skapas en klippgrad i slutet av klippsnittet.

4. METOD

I detta kapitel av studien introduceras läsaren till Six sigma metodologi och de metoder som använts under arbetets gång.

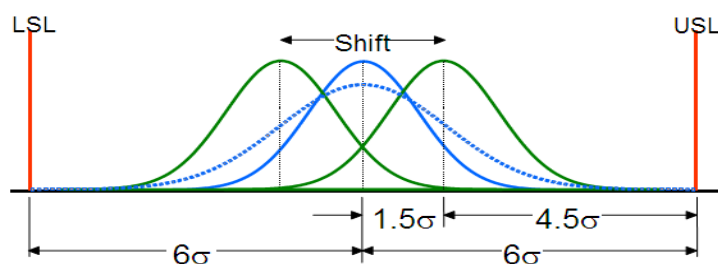
4.1 Six Sigma

Six Sigma är en metodologi vilket utvecklades hos Motorola under 80-talet och som används i företagen för att kvalitet och prestandamässigt förbättra företagets produkt, tjänst eller processer. Syftet med metodiken är att minska slöseri inom företaget genom att eliminera moment och variation som innebär kostnader utan att de tillför något värde. I dagsläget är kvalitetsarbeten mycket viktiga då kvalitet är ett konkurrensmedel. Förbättringsarbetet görs i projektform, där teamet utgörs av utbildade Green Belts, och Black Belts vilka är projektledarna i teamet.

Grundidén med Six Sigma projektet är att **reducera variation i processen**. Variation är det värde som avviker från målvärdet i detta fall från kundkrav eller kravspecifikationer. Enligt Magnusson är variation ett fundamentalt fenomen och är en del av alla systems liv. I företagen kan variationer uppstå på alla nivåer, till exempel organisation, process, projekt och produkter. (Magnusson et al. 2003).

”Variation kommer alltid att finnas men även om den är ofrånkomlig så kan man förbättra kvaliteten och reducera kostnader genom att eliminera inverkan av så många variationer som det är möjligt.” (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011)

Sigma är en statisk beteckning vilket står för standardavvikelsen. Standardavvikelsen är ett mått på normalfördelningens spridning kring medelvärdet. Six sigma betyder att avståndet från en process medelvärde bör vara 6 standardavvikelser mellan toleransgränserna som definieras av kunden (LSL= Lower specification limit, USL= Upper specification limit), se figur 4.1. När en process når en nivå på Six sigma kommer den att vara 99,9997% fel fri vilket motsvarar att processen genererar 3.4 dpmo (fel per miljon observationer). En process tillåts variera högst +/- 1.5 sigma men ändå klara målet på 3.4 dpmo. (Brassard et al. 2003, Magnusson et al. 2003)



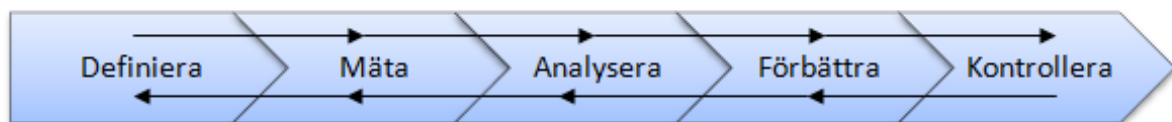
Figur 4.1 Normalfördelningens spridning och hur det kan variera inom gränserna +/- 1,5 sigma. (MVP programs 2011)

Fördelarna med mindre variation är att det blir mindre spill och förändringar vilket minskar kostnaderna. Företagets producerade varor och tjänster får bättre egenskaper, vilket i sin tur medför nöjda kunder (Brassard et al. 2003).

4.2 DMAIC

För processförbättringar inom Six Sigma, följer projekten alltid en tydlig formaliserad förbättringsmetodologi DMAIC, (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Metoden börjar med att projektgruppen definierar problemet och tar reda på vad som skall förbättras. För att åstadkomma detta rangordnas orsakerna vilka uppstår i processen utefter deras påverkan på processen. Därefter utförs mätningar vilket sedan analyseras för att hitta grundorsakerna till problemet vilket har definierats innan. Efter att ha identifierat grundorsakerna kan lösningarna tas fram för att förbättra processen. Dessa lösningar vilket sedan införs och kontrolleras för att säkerställa att de genomförda förbättringarna ger önskad effekt.

På figur 4.2 nedanför illustreras arbetsgången för de olika delfaserna i metodiken DMAIC och hur dessa delfaser samverkar. I varje fas finns det ett antal verktyg och metoder som skall genomföras för att åstadkomma resultat (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003).



Figur 4.2 DMAIC förbättrings metodologi med de fem faserna

4.2.1 Definiera

Den första fasen i DMAIC- processen är definiera fasen där fasen går ut på att bestämma vilket projekt som skall göras, definiera projektets syfte och omfattning. Här ska det även ingå information om processen och vad kundernas behov och krav är. Kunderna är de som tar emot produkten eller tjänsten och kan vara extern eller intern. Med extern menas den kund vilken betalar för slutprodukten. Intern kund är de som är med i processen till exempel montörer. I denna fas görs även en business case för att sammanknyta projektets nytta med företags framgångsfaktorer.

Om definiera fasen är välbearbetad kommer det att underlätta i kommande faser vilket medför snabbare och bättre resultat.

Verktygen som används i definiera delen:

- Critical to Quality (CTQ): Kvalitetsfaktorer utifrån kundens perspektiv.
- SIPOC – Kundens röst: Metod vilken ger en översikt över hela processen.
- Processkarta: Ger en mer detaljerad översikt på processen och dess ingående och utgående flöde.

(SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003)

4.2.2 Mäta

I mätningens fasen samlas data för näst kommande fas analys. I den här fasen analyseras även vilka metoder som skall användas för att samla in data om det aktuella processläget, vilken typ av data som ska samlas in och hur insamlingen ska gå till. Det viktiga är att känna till vilka variationstyper det förekommer i processen och hur ofta dessa variationer uppstår. Viktigt är även hur dessa variationer påverkar processens resultat.

Mätningarna skall ge grund till att hitta en struktur vilket kan användas för att kunna jämföra resultatet mot förbättringar eller försämringar (baseline).

Efter datainsamlingen används ett validerat mätsystem vilket säkerställer precision och hållbarheten på data. Uppsättning av dessa preliminära analysresultat ger en inriktning på projektet.

Verktygen vilket används i mätningssfasen:

- Orsaksverkan-matris (C&E): Matris för att se förhållandet mellan indata och CTQ.
- Potentiell Failure measure effect analyze (p-FMEA): Diagram för analys av felorsakerna vilket kan uppstå i en process.
- Datainsamling: Insamling av meningsfull data för projektet

(SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003)

4.2.3 Analysera

Syftet i analysfasen är att undersöka variationskällorna vilka är grundorsakerna som har störst inverkan på de definierade problemen. Det görs med hjälp utav de data som har samlats in från mätningssfasen. Vilket i sin tur ger möjligheter att identifiera vilka grundorsaker som kan förbättras. När ett antal grundorsaker är identifierade är det lämpligt att bestämma ett mål för förbättringen och hur det ska gå till väga.

Verktyg vilket används i Analysdelen:

- De sju kvalitetsverktygen: Sju stycken grafiska analysverktyg vilket används för att kunna undersöka variationer noggrannare.

(SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003)

4.2.4 Förbättra

Efter uträttad analysfas skall det möjliggöra en mycket klarare bild av vilka faktorer vilket påverkar projektet. Dessa faktorer skall kunna utvecklas och undersökas för att hitta konkreta lösningar på hur processen kan förbättras. Då lösningar på förbättringar har hittats skall förbättringarna testas i processen vilket det bästa lösningsalternativet slutligen skall implementeras i processen. (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003).

4.2.5 Kontrollera

Målet med kontrollfasen är att kontinuerligt kontrollera processen under en längre tidsperiod om den implementerade förbättringsalternativet uppnår önskat resultat och dokumentera det. Det som kontrolleras är de ekonomiska vinsterna och andra effekter vilket förbättringsfasen har lett till. I denna fas ingår även framtida möjligheter som ska förutses och se till att lärdomar från förbättringsarbetet används. (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003).

4.3 Six sigma verktyg

Det finns en rad verktyg som används i six sigma men här ges endast en god förståelse för de grundläggande verktygen i förbättringsarbetet. Vilket används för att underlätta processen i förbättringsarbetet på ett strukturerat och detaljerad sätt.

4.3.1 Critical to quality

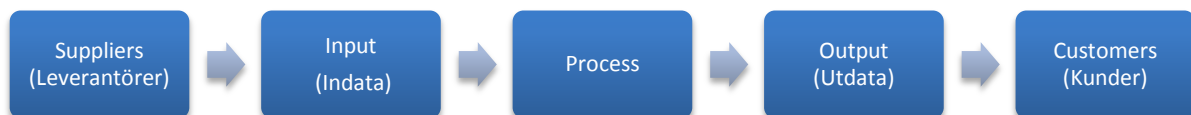
Critical to quality, CTQ (kritiska frångångsfaktorer för kvalitet) är faktorer vilket kan användas som måttetal där variationerna söks för att kunna förbättras. Som även har till syfte att ur ett kundperspektiv kvalitetssäkra de faktorer som är mest kritiska för ett projekts framgång. De här kritiska framgångsfaktorerna binder samman kundbehov med specifika mätbara egenskaper i processen eller produkten. Vanligtvis att ta reda på dessa kvalitetsfaktorer är att intervjua kunder angående deras upplevelse av processen eller produkten. (Magnusson et al, 2003)

4.3.2 SIPOC

En SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer) utförs för att få en övergripande kunskap om processen och processens komponenter. Dessa komponenter är nödvändiga för

att en process ska anses vara fullständig. SIPOC är ett verktyg vilket beskriver processen stegvis från leverantörer till kunder. Det hjälper även att definiera omfattningen av projektet.

- Suppliers (Leverantörer): De som bidrar med indata till processen
- Input (Indata): Material, resurser och data vilka behövs för att utföra processen.
- Process: De indata som utnyttjas för att omvandla till utdata/resultat.
- Output (Utdata/resultat): De utdata som är resultatet av förvandlingen och som förmodligen svarar för kundernas behov.
- Customers (Kund): De som tar emot processens resultat – internt och externt.



Figur 4.3 Exempel på ett SIPOC Källa: (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011)

4.3.3 Process karta

Processkartan är en detaljerad version av processen i SIPOC. Syftet med processkarta är få en översiktlig bild över den aktuella processen och identifiera dess indata och utdata. Med hjälp av klassificering av indata som styrbara, brus och standardiserad arbetssätt i en processkarta har man möjligheten att se delar som inte tillför något värde till processen. De styrbara faktorerna kan fysiskt ändras för att kunna se hur utdata påverkas. Till skillnad från styrbara faktorerna kan brus faktorerna däremot inte ändras på grund av att det kan vara för kostsamt eller att det helst inte bör ändras. Standardiserade arbetssätten är indata vilka är standardiserade i processen och behövs för att processen skall fungera.

Processkarta används även för att jämföra framtida förbättringar med grund processen. (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003).

4.3.4 C&Q

En orsaks-verkan matris, (C&Q, Critical quality) används för att se relationen mellan indata och kundernas kvalitetsfaktorer. Dessutom för att identifiera de viktigaste indata i processen. Först listas kvalitetsfaktorerna och värderas utifrån hur betydelsefull dessa är för kunden. Nästa steg är att skriva in indata från processkartan och därefter värdera förhållandet mellan utdata och indata. Som resultat kommer vi att få de viktigaste indata för att uppfylla kundernas kvalitetsfaktorer. De viktigaste indata skall därefter analyseras vidare. (SKF Green Belt - utbildningsmaterial 2011, Brassard et al. 2003).

4.3.5 P-FMEA Beskrivning

PFMEA, Potentiell feleffektsanalys är ett mycket användbart arbetssätt som kan tjäna som underlag för förbättring av processen och dess ingående indata. Analysen går ut på en genomgång av en process, dess potentiella felmöjligheter, feleffekt, felorsaker samt nuvarande kontrollfunktion. Analysen kallas för potentiell då den är intern vilket betyder att den inte behöver bedömas utav kunden.

En pFMEA genomförs ofta för att förutse möjliga fel som kan uppstå i processen, utvärdera effekten av felet, identifiera potentiella orsaker för varje fel och nuvarande kontroller för att upptäcka felet. Sedan genom poängsättning upptäcka de inputs som har högst sannolikhet att få fel och därefter föreslå åtgärder vilka bör genomföras för att hindra att felen uppträder. (SKF Green Belt-utbildningsmaterial 2011)

Ett sätt att göra en värdering är att väga ihop felsannolikheten F, allvarlighetsgrad A, och upptäcktssannolikhet U genom att bedöma dem på en skala från 1 till 10 och multipliceras sedan ihop till ett så kallat risktal, ofta betecknat RPN (Risk priority number), som anger vilka fel som bör prioriteras vid beslut om åtgärder. (Bergman et al. 2007)

4.4 De 7 kvalitets verktygen

De verktyg som vanligen ingår i de 7 kvalitetsverktygen är, datainsamling, paretodiagram, histogram, fiskbensdiagram, stratifierig, sambandsdiagram, styrdiagram. Nedan följer en beskrivning på enbart de verktyg vilka har använts i arbetet.

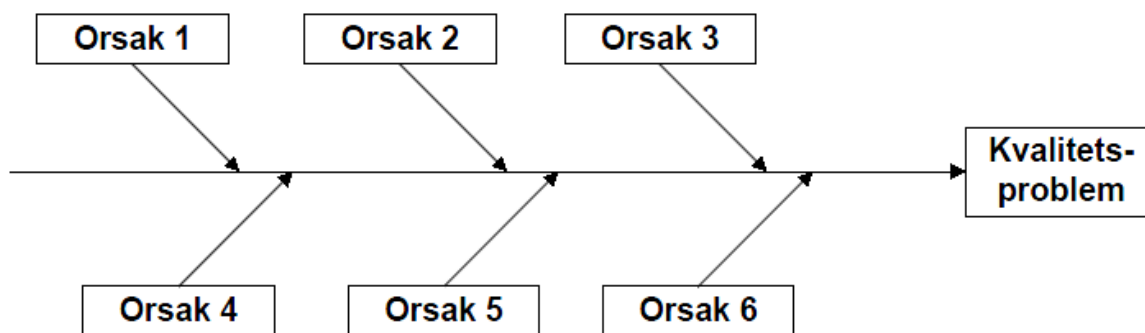
4.4.1 Datainsamling

Insamling av data är en viktig del i ett Six sigma projekt. I datainsamlingen skall målen för mätningen klargöras, ta reda på varför data insamlas och vilken data som behövs. När datainsamlingen sker är det bra att samla in kvantitativ data, för kvalitativa data är inte lämpliga för Six sigma projekt. Är det så att det ändå data som finns är kvalitativ skall dessa på något sätt omvandlas till kvantitativt data så att det går att mäta. Data kan även delas in i två grupper, primär och sekundärdata. Primärdata är data vilket utredaren själv har samlats in från egna undersökningar och intervjuer. De sekundära data är information vilket har samlats in och sammanställs tidigare av andra för ett annat ändamål. De sekundära data kan fås från olika databaser, internet och loggböcker.

4.2.2 Fiskbensdiagram

Fiskbensdiagram eller även känd för orsaksverkan diagram och Ishikawa diagram är ett hjälpmedel för att strukturera upp, sortera och identifiera vilka huvud- och delorsaker som påverkar ett givet problem eller tillstånd. Ibland kan det finnas orsaker till ett problem vilket inte är så uppenbara. Detta kan resultera att en orsak analyseras utan att vara grundorsaken till problemet. Fiskbensdiagrammet är ett enkelt sätt att belysa ett problem och dess påverkande orsaker vilket medför en översikt över vilka parametrar som skall koncentreras på. Dessutom fås en klar bild över hur orsakerna är beroende utav varandra.

Diagrammet består av en ”ryggrad”, se figur 4.5 vilket går genom diagrammet till ena änden där problemet definieras. Till ryggraden ansluts flera pilar ”ben” för varje tänkbar huvudorsak. Huvudorsakerna utgörs vanligen av sju stycken M, Människa, maskin, metod, material, miljö, management och mätning. Sedan grenas varje huvudorsak med mindre ”delben” vilket ger mer detaljerad information. Här går det bra att använda frågeställningen varför, exempelvis verktygsförslitning – varför, fel inställning. Benen kan ytterligare grenas ut tills grundorsaken hittas till problemet. Markera intressanta orsaker som har mest påverkan på problemet och kan förbättras. (Bergman, 2007)

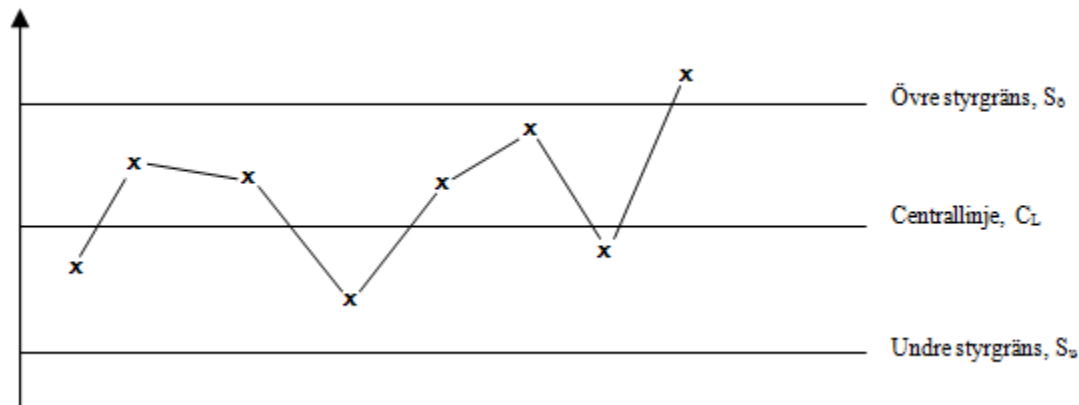


Figur 4.5 Exempel på hur ett fiskbensdiagram ser ut. Källa: (Bergman, 2007)

4.4.3 Styrdiagram

I ett styrdiagram presenteras hur en process varierar över en tid. Styrdiagrammet är betydelsefullt för kvalitetsarbetet eftersom det är viktigt att veta när förändringar har skett i en process så att orsakerna till förändringarna kan identifieras och åtgärdas innan ett stort antal variationer inträffar. Standardvärdet som eftersträvas utgörs av en horisontellinje, se figur 4.6, som kallas för centrallinje vilket befinner sig mellan en övre och en undre kontrollgränser. När mätvärdena för en process befinner sig inom den övre och undre styrgränsen så anses processen vara stabil. Datainsamlingen för ett styrdiagram sker genom urval vid olika tidpunkter, varje punkt i ett styrdiagram motsvaras av ett urval som har gjorts vid en tidpunkt.

Ett styrdiagram ger varningssignaler när urskiljbara orsaker till variation har uppstått i processen. (Bergman, 2007)



Figur 4.6 Principen för ett styrdiagram. Källa: (Bergman, 2007)

4.4.4 Minitab

Minitab är ett statistikprogram som används runt om i världen för att underlätta användarens uppgifter vid undersökningar och analys av data. I detta program finns det olika diagram att välja mellan för önskat ändamål. Exempelvis går det att använda styrdiagram och de sju kvalitetsverktygen i Minitab. Programmet liknar kalkylprogrammet Excel dock med fler statistiska analysverktyg vilket gör den till den bäst lämpade för statistiska ändamål. ”Programmet utvecklades ursprungligen vid Pennsylvania State University för användning vid universitetskurser och spreds snabbt över hela universitetsvärlden tack vare sitt enkla och effektiva koncept” (Introduktion till Minitab 2010).

5. PROJEKTFAS DEFINIERA

I den här fasen definieras projektets syfte och omfattning. Här ska det även ingå information om processen och vad kundernas behov och krav är. Samtidigt definiera projektets nytta till företaget

5.1 Problemformulering

I början av projektet definierades vårt problem som bygger på en utredning som leder fram till vilken funktion fosfatbeläggning fyller i pressoperationen.

Målet är att i första hand att avgöra vilken betydelse det fosfaterade grundmaterialet från Ovako har i SKF pressprocess. Som en fortsättning på denna fråga är också de specifika egenskaperna hos fosfatet betydelsefullt. Detta eftersom en sådan kunskap i framtiden enklare bidrar till att hitta ett ersättningssmörjmedel eller en ny pressmetod.

Som andra fas i arbetet utförs en nuvärdesanalys över processens för att kunna ställa i förhållande till framtida förbättringar.

5.2 Business case

För att se vilken nytta projektet tillför företaget är det viktigt att sammanknyta företagets framgångsfaktorer med rapporten. SKF AB framgångsfaktorer:

- 15 % rörelsemarginal
- 8 % årlig tillväxt
- Noll fel
- Noll olyckor
- Hållbarutveckling
- Minska användningen av lösningsmedel

De två första målen behandlar företagets finansiella resultat och påverkas troligen inte av projektet. Detta då det är en liten del av verksamheten som påverkas. Målen med noll fel och noll olyckor kan kopplas till studien på det sättet att processen blir kortare och säkrare med mindre människor involverade vilket minskar chansen till att fel och olyckor uppstår. Här är det även viktigt att antal fel i processen i form av kassationer inte ökar. Önskvärt är det om det minskar.

Målet med att minska användningen av lösningsmedel kan kopplas till projektet. Om fosfatbeläggningen kan uteslutas eller förbättras till ett annat alternativ vilket inte behöver klocktrumlas, kommer det i sin tur leda till att klocktrumlingen tas bort och då minskar lösningsmedel användandet. Projektet kan även då kopplas till hållbarutveckling vilket syftar till att minska de negativa konsekvenserna av verksamheten, vilket i detta fall är avfallet från klocktrumlingen.

5.3 SIPOC

För att få en övergripande bild över processen och definiera start och slutpunkt gjordes en SIPOC, se figur 5.1. För en mer ingående bild över processen se bilaga 3.



Figur 5.1 SIPOC för tillverkningsprocessen

Syftet med analysen var även att avgränsa projektet samt att definiera kunden. Processen som vi undersöker begränsas av ståltrådsleverantören och LRQ. Där startpunkten för processen är när fosfatbelagt ståltråd levereras av Ovako. Som därefter tillsammans med smörjmedel går in i pressningsprocessen och ut kommer pressade rullar med beläggning och smörjmedel. Kunden till dessa rullar är LRQ vilket är slutpunkten för processen i projektet.

Det är även LRQs uppgift att säkerställa att rullarna är godkända. Kravet på rullarna från LRQ är att det ska vara önskad yta utan defekter på rullarna, se bilaga 4. Just för att LRQs pressprocess skulle lyckas är de av högsta vikt att rullen glider så kontaktfritt som möjligt in i pressmatriserna då friktionsvärme är en av de största anledningarna till att pressoperationer misslyckas.

Då utredningen ska leda fram till fakta om vilken funktion fosfatbeläggningen har i pressprocessen kommer det att fokuseras på processens output, rullar med beläggning och smörjmedel och processens mer detaljerade inputs, se bilaga 5. Att ytan är en viktig parameter för LRQ spelar stor roll när mätetal ska definieras. För att båda ta hänsyn till denna parameter och projektets uppgift kan mätetalet definieras som **Ra - värdet**, vilket är en beteckning för ytjämnheten på en yta.

Med hjälp utav Ra – värdet innan pressning och efter kan vi då ta reda på hur stor skillnaden är mellan värden och anta slutsatser på hur den fosfaterade beläggningen påverkar arbetsmaterialet och vad fosfat kan ha för egenskaper.

Med en mer detaljerad överblick över tillverkningsprocessen, se figur 5.2 ses att processen för arbetsmaterialet är sammanknyten med verktygsprocessen.

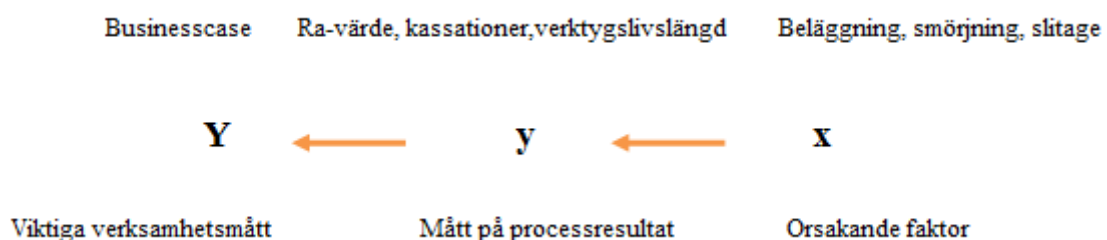


Figur 5.2 SIPOC för nuvärdesanalys över nuvarande processen.

Som processflödet innan startar processen med leverans från leverantören vilket i detta fall är verktygsleverantören och avslutas med kunden LRQ som hanterar de utkommande rullarna. I denna process uppstår dock två andra parametrar, **kassationer** och verktygsutbyten. Då företagets mål är att ha noll fel är det viktigt att ha en kontrollerad och stabil process med icke ökande kassationer och verktygsutbyten. Med hjälp utav dessa parametrar kan en nuvärdesanalys göras för att i framtiden kunna ställa processen i relation till en eventuell ersättningsteknik.

Kravet på rullarna med önskad yta utan defekter kan kopplas till verktygsutbyten och kassationer. Ifall beläggningen eller smörjmedlet byts ut kan det påverka ytan av rullen genom att förändra Ra – värdet men även hur verktyget förslits med tiden. Till exempel kan ett dåligt smörjmedel eller beläggning öka friktionen mellan arbetsmaterialet och verktyget vilket leder till förslitning på verktyget. I sin tur kan förslitningen på verktyget leda till att det blir defekter på pressade rullar, alltså en ökning av kassationer tills verktyget byts ut till en ny. Verktygsutbyten beror på hur mycket förslitning verktyget klarar av alltså **verktygets livslängd**.

Resultatet av utredningen kommer ge grund till fortsatt arbete för att sedan kunna svara mot verksamhetens framgångsfaktorer som definierades i businesscase, se figur 5,3.



Figur 5.3 Orsakssamband mellan de viktigaste verksamhetsmått Y, processresultaten y som påverkar Y och faktorer x som påverkar processresultatet.

6. PROJEKTFAS MÄTNING

I mätningdelen samlas data för nästkommande steg analys. I den här fasen analyseras även vilka metoder som skall användas för att samla in data om det aktuella processläget, vilken typ av data som ska samlas in och hur insamlingen ska gå till.

6.1 Mätmetod

Den teknikintensiva industrin ställer idag mycket höga krav på att allt som produceras följer de specifikationer som angetts. Detta innebär att det krävs exakta och effektiva sätt för att kontrollera att processerna genererar de resultat man eftersträvar. Mätningar av olika slag är exempel på en av de vanligaste metoderna eftersom bra trovärdighet erhålls till en lägre omfattande kostnad. Metoderna som används är mångfasetterade och varierar från analoga klockmätningar till högteknologiska optiska mättekniker. Många gånger är det parametrar så som tjocklek, kapytor, ytegenskaper och liknanden egenskaper som kontrolleras. Form, jämnhet och vågighet kontrolleras ofta för att kunna fastställa kvalitén (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010). Den mätmetod som användes var släpnålsmätning. Släpnålsmätningsteknik utförs genom att man låter en tunn nål dras mot ytan man vill mäta alternativt att ytan belyses med en tunn laserstråle och genom att låta stråle reflekteras mot ytan kan man sedan optiskt avbilda ytans egenskaper genom reflektion på digital väg vilket gör att ett ytjämnhetsdiagram erhålls. Det man kan tyda utan avancerad mätutrustning är ytans albedo alltså ytans reflektionsförmåga som står i direkt proportion till ytjämnheten på materialet och den glans som syns. De parametrarna man kan mäta med hjälp av släpnålsteknik eller ytjämnhetsmätning är den mekaniska passningen och tätningen men även tåligheten, det vill säga bärigheten, denna funktion avläses med hjälp av hur ytprofilen ser ut. Storleken och bredden av asperiterna avgör hur mycket kraft applikationen kan utsättas för. Ytjämnhetsmätning visar mycket exakt även förmågan att hålla oljefilm samt hur denna eventuellt går att dränera. Just den sistnämnda maktfunktionen var de vi studerade i vår datainsamling

6.2 Datainsamling

Vår utgångspunkt var att fosfateringens yta var avgörande för att tillsammans med smörjmedlet tribol möjliggöra de moment som pressoperationen i National machinery 241 skulle genomföra. Hypotesen var att de egenskaper som den fosfaterade tråden har är en förutsättning för att inte skada vitala maskindelar. Den fosfaterade trådens ytskikt kontrollerades med släpnålstekniken innan något pressmoment genomförts. Alltså i det läge då tråden bearbetats i quillen och endast blivit klippt. Därefter samlades cutsarna in och rengjordes på alla olja och partiklar som kunde ha fastnat på ytan då dessa icke är representativa för ytkaraktäristiken. Ett tjugotal cuts på olika utvalda ställen längs coilens valdes ut vilket skulle representera hela trådcoilens yttopografi, se bilaga 6.

Härefter började vi mäta med Tylor Hobson mätutrustning som just är en släpnålsmätmaskin. Vi mätte en sträcka diagonal där man såg att blankzonen i klipprocessen hade verkat och sedan en mätsträcka 180 grader vriden från blankzonen. Detta gjorde att vi fick två mätvärden per cuts som vi sedan tog medelvärde av. För att ha ett jämförelsetal med trovärdighet användes sedan samma teoretiska referenspunkter för att mäta på det färdigpressade rullarna. Detta gav oss möjligheten att med relativ säkerhet utgå ifrån att förutsättningarna varit likvärdiga. Tanken var givetvis att föröka detektera om det skett någon förändring i yttopografin hos de två grundmaterialen.

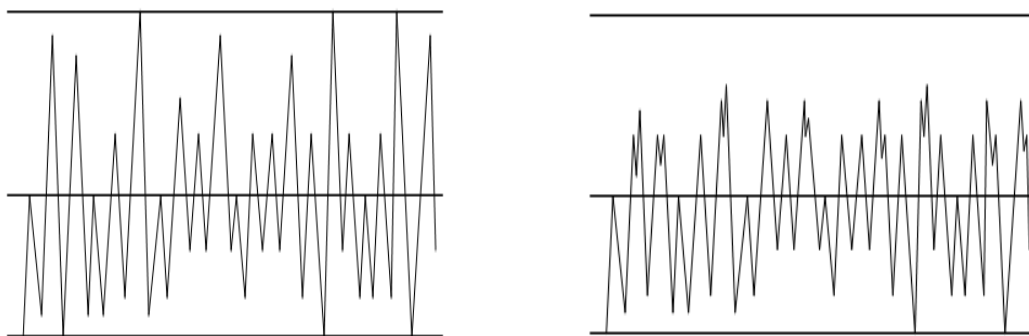
7. PROJEKTFAS ANALYS

Syftet i analysfasen är att undersöka data som har samlats in från mättningsfasen.

7.1 Analys av mätvärden

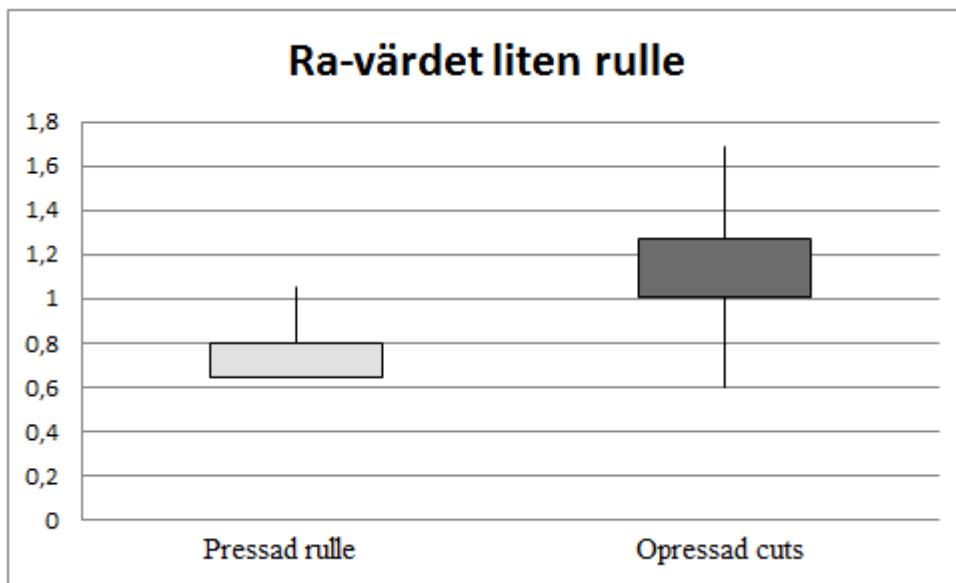
Det är här som fosfateringens egenskaper kommer in i bilden. Fosfateringen har tack vare sin kristallstruktur ökar smörjmedlets oljefilmsstyrka. Denna vetenskap fram till nu fördes över till P-fmea, se bilaga 7 för att få hela händelseförloppet. Även i denna metod visade det sig att bristfällig smörjning var de mest kritiska i pressprocessen dessutom visade p-fmean att fel smörjmedel var lika kritiskt för processen då detta uppträder som otillräcklig eller ingen smörjning. Vår six sigma utredning kan alltså sammanfattas med att de mest kritiska i produktionen av rullar i pressoperationen som sker i LRQ National machinery 241 är just smörjning av cuts.

Problemformuleringen är dock inte helt besvarad då vi även ville ta reda på om fosfatering hade fler egenskaper än att vara just smörjbärande för tribol som är smörjmedlet i 241 processen. Vår utgångspunkt grundade sig då i att arbetsmaterialet glider på topparna i kristallstrukturen i fosfateringen så att de åstadkommer mekaniska brott. Detta kontrollerade vi genom praktiskt mätning där vi genom släpnålsteknik mätte cuts före och efter pressoperationen. Där hypotesen var att topparna på kristallstrukturen i fosfatet skulle gå sönder och därav bidra till smörjningen, då dessa kristalltoppar är hårda med väldigt sköra så hjälper detta att minska verktygsslitage då de mesta av förslitningen skulle ske i kristallstrukturen.



Figur 7.1 Ytstrukturen på cuts/rulle innan pressning och efter.

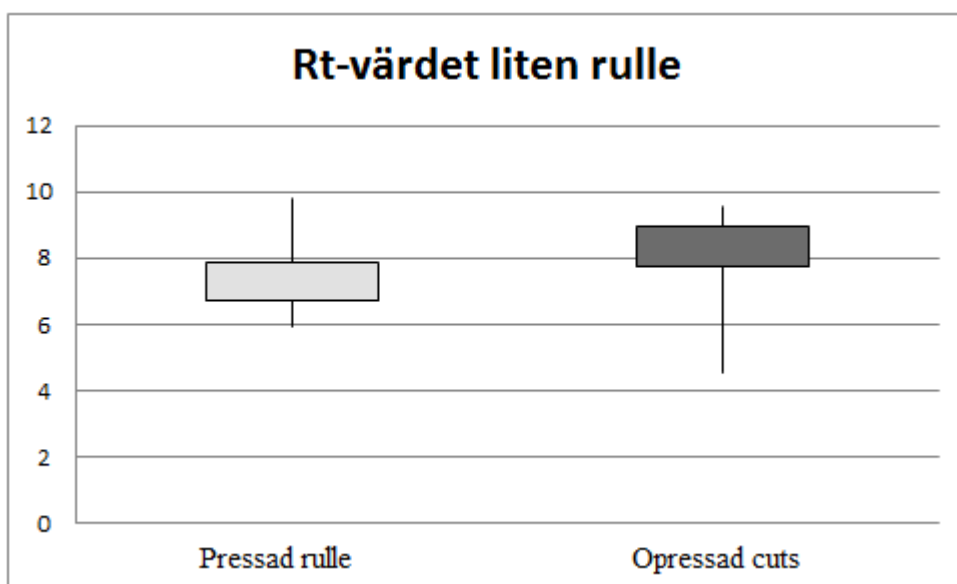
Mätningarna av ämnet (cutsen) före och efter pressoperationen, se figur 7.1 visade att topografin både Ra och Rt hade minskat med repressiva värden för att stödja denna teori. Se figurerna 7.2 - 7.5 nedan för skillnaden mellan opressad cuts och pressad rulle. För mätvärdena se bilaga 6.



Figur 7.2 Ra värdet på pressad rulle och opressad cuts liten.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ra medelvärde pressad rulle} = 0,81821 \\ \text{Ra medelvärde opressad cuts} = 0,96842675 \end{array} \right\} = 0,15021675 = 15,02167 \mu\text{m}$$

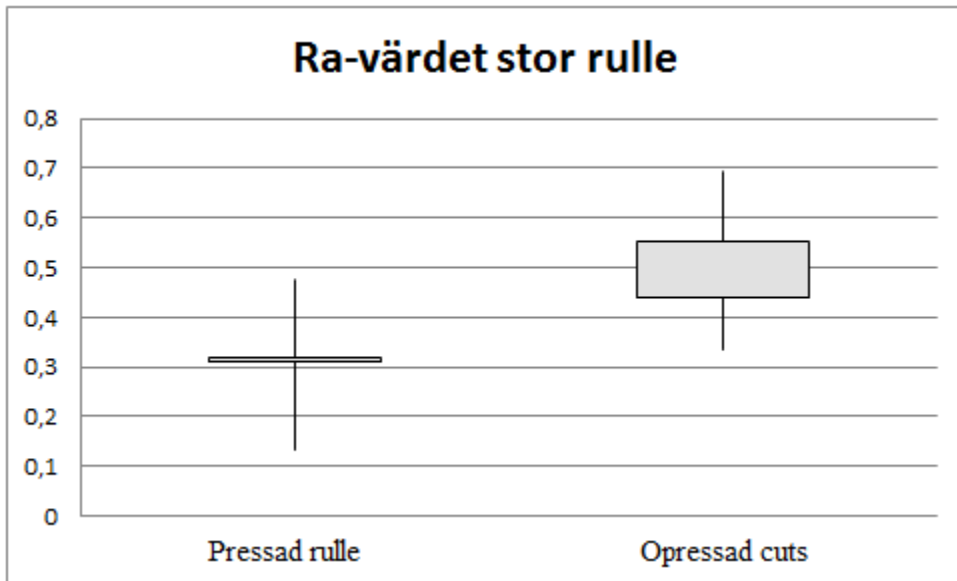
Skillnaden på medelvärdet av Ra värdet för liten pressad rulle och liten opressad cuts är 15 μm .



Figur 7.3 Rt värdet på pressad rulle och opressad cuts liten.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Rt medelvärde pressad rulle} = 7,7339 \\ \text{Rt medelvärde opressad cuts} = 7,810515 \end{array} \right\} = 0,076615 = 7,6615 \mu\text{m}$$

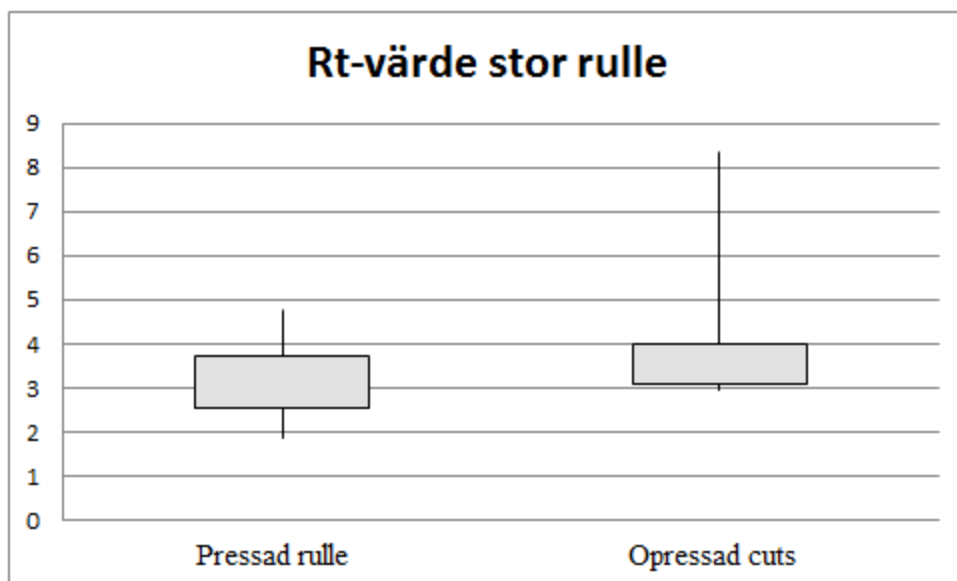
Skillnaden på medelvärdet av Rt värdet för liten pressad rulle och liten opressad cuts är 7,6 μm .



Figur 7.4 Ra värdet på pressad rulle och opressad cuts stor.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Ra medelvärde pressad rulle} = 0,3206875 \\ \text{Ra medelvärde opressad cuts} = 0,49554 \end{array} \right\} = 0,1748525 = 17,48525 \mu\text{m}$$

Skillnaden på medelvärdet av Ra värdet för stor pressad rulle och stor opressad cuts är 17,5 μm .

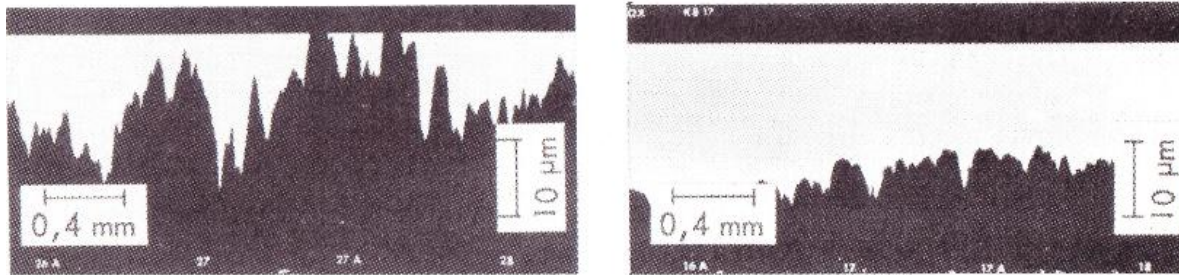


Figur 7.5 Rt värdet på pressad rulle och opressad cuts stor.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Rt medelvärde pressad rulle} = 3,1355875 \\ \text{Rt medelvärde opressad cuts} = 4,2651925 \end{array} \right\} = 1,129605 = 112,9605 \mu\text{m}$$

Skillnaden på medelvärdet av Rt värdet för en stor pressad rulle och en stor opressad cuts är 112,9 μm .

Skillnaden på medelvärdena i dessa sammanhang är stora tal då kristalliderna är av dimensionerna 30-40um. Vi har alltså bevisat med våra mätningar att just för National machinery 241 har fosfatering både oljefilmsbärande egenskaper som är mycket goda, samt att kristalltopparna i fosfateringen verkar för att försörja de martensit härdade matriserna med brottmekanisksmörjning, då de sköra topparna går av och bidrar positivt till förseelsen av minskad friktion i operationen. Bilderna nedan presenterar de som har hänt i pressoperationen, vid användandet av fosfat. Diagrammen är Ra och Rt grafer från mätningarna.



Figur 7.2 Fosfatets utbredning före och efter pressning Källa: Rausch 1990)

Före pressning

Efter pressning

Bilder över fosfatets utbredning före pressoperationen och efter pressoperationen, kan tydliggöra att asperiterna har blivit mindre vilket då skulle bevisa att fosfatets egenskaper hjälper till i pressningen se figur 7.2.

Vårt resultat kan mycket likna hydrodynamisk smörjning i kompendiet avancerad tillverkningsteknik del 1 (Institutionen för material- och tillverkningsteknik 2010) Hydrodynamisk smörjning går ut på att man inte låter arbetsmaterialet komma i kontakt med maskinmaterialet utan man använder så smörjmedel så att man säkerställer detta. Vinsten man får ut av att använda denna metod är att man vill undvika så mycket gränsskikts kontakt som möjligt. Med andra ord, arbetsmaterialet kommer inte i kontakt med verktyget. Fast istället för att använda tjocka oljor för att uppnå detta så använder man den torra glidfilmen fosfat. En annan metod som används flitigt idag är användandet av krympplastfilmer med långa kolmolekylstrukturer. Dess egenskap är i stort sett de samma som för fosfat då den ständigt ger ny smörjyta fast i stället för att topparna går av flyter med, principen är dock samma för de båda. Egenskaper som är vitala för att lyckas med en pressoperation i National machinerys 241 är olyckligtvis inte endas låg friktion då de problemet hade varit lätt löst. Utan National machinerys pressoperation är mycket mer avancerad än så. Det ställs kvar på oljefilmstyrka, vidhäftning, viskositet, applicerbarhet, tvättbarhet, kostnad, ytskydd, rostskydd samt ofarliga gärna vattenbaserad, icke lättantändiga egenskaper.

Matrisen, se bilaga 8 är egenillustrerad och förklaringen är simpel, de upplevda samt faktabaserade intrycket utvärderad efter skalan 1-10 på varje egenskap som oljan måste innehålla. Den nuvarande smörjmetoden är redan utvärderad av oss, se röda slingan i matrisen på bilaga 8.

Denna matris skall genomföras både innan test med nytt smörjmedel och efter test i maskinen. Eftersom ett byte av smörjmedel i pressoperationen kan leda till så mycket mer nyttosaker än just bra pressprocess, till exempel med återknytning till projekt målet, att avskaffa klocktrumlingen. Att lyckas med detta ger mer plats till övriga fabriken.

Oljefilmstrycket är kritiskt i det momentet när presskraften appliceras, man vill här inte att smörjmedlet evakueras undan in i matrisen så att funktionen av smörjmedlet försvinner. Bra vidhäftning syftar till att det anbringade smörjmedlet på cutsen på väg in i pressoperationen rinner av utanpå cutsen så att de mesta av smörjmedlet inte kommer med in i pressoperationen alltså vill man att adhesionskraft är relativt låg. Se bilaga 8. för önskvärd egenskap. Viskositeten ligger inom båda ovannämnda men den kritiska egenskapen är temperaturkänsligheten. Efter att tillverkningsmaskinen uppnått arbetstemperatur samt friktionen avspeglas i värmeöverföringen på rullarna är det inte önskvärt att smörjmedlet skall rinna av på grund av att viskositeten har ändrats med temperaturen.

Själva processen att applicera smörjmedlet får inte vara för komplicerat för operatörerna i National machinery 241, då det finns specifika krav som kommer. Smörjmedlet får inte ha någon torktid innan dess funktion har uppnåtts i applicering i maskinen då maskintiden just vid klipp och pressning är 2,7 rullar per sekund. Däremot är applicering av smörjmedel på coilsen innan leverans till SKF inga problem.

Innan nästkommande operation som är härdning måste smörjmedlet tas bort då smörjmedel förstör den så viktiga atmosfären i härdprocessen. Det är detta man har haft trumling till, trumlig med flexiclean är mekanisk bearbetning eller nötning av fosfatskiktet. Vid lyckat projektmål skall tvättningen vara av mindre betydelse precis efter pressoperationen och därefter förvaras torrt så att oxider inte kan angripa rullarna. Eller så ska rullarna tvättas precis innan härdoperationen så att rullarna blir fria från smörjmedlet som i sin tur förstör atmosfären i härdoperationen. Det nya smörjmedlet måste vara lätt att tvätta bort i en simpel tvättoperation och då gärna vattenbaserat med tanken på miljön.

Om rullarna inte tvättas så snart som möjligt och tillsluts i rostskyddad pall så måste smörjmedel ha en rostskyddande egenskap för att förhindra att den nypressade ytan inte oxidera. Samtidigt måste oljan tåla höga tryck så inte fenomenet dieseling förekommer, alltså att oljan antänds likt en dieselmotors funktion.

8 NUVÄRDESANALYS

Här redovisas den andra fasen i arbetet. För att kunna hitta en baseline för den nuvarande processen undersöktes loggböcker med historisk data där avsikten var att hitta livslängden på verktygsdelarna och även medelvärdet på uppstående kassationer vid varje körning.

8.1 Fysiska processen för verktygshantering

För att kunna få en nuvärdesanalys över nuvarande processen gjordes en ny SIPOC se figur 8.1. Resultatet av processen är i form av pressade rullar och där kunden till rullarna är LRQ. Kvalitetsfaktorerna utgicks ifrån bilaga 4 där även en låg verktygsförslitning kan sammankopplas till önskad yta inför härdningen.



Figur 8.1 SIPOC för nuvärdesanalys över nuvarande processen.

För en mer ingående bild gjordes en processkarta, se bilaga 9 över fungerande maskin som även visar verktygets process. Första steget i processen påbörjas med verktygshantering där leveransen sker från verktygsleverantören med önskade dimensioner, material och toleranser. Verktygen placeras och sorteras i hyllor utefter deras dimensioner. Verktygen består av matriserna stans och dyna, även stämplingsverktygen dimpel och dubb.

När tillverkningsprocessen ska startas omställs maskinerna in till önskade inställningar och typverktygen monteras i maskinen. Formen på rullen erhålls av typverktyget då matriserna i verktyget är formade till den önskade formen på rullen. I detta steg är det viktigt att se till att maskinen har rätt inställning och typverktyg då de påverkar resultatet av processen. Resultatet är inte enbart rullar med dimensioner, utan även slitage på verktyg och friktionsvärme som överförs till matriserna.

Faktorer vilka påverkar verktygsförslitningen är materialet på cutsen, smörjmedlet, smörjmedlets egenskaper och materialet på verktyget.

Då smörjmedel appliceras på arbetsmaterialet bildas det en film vilket skapar gynnsammare förutsättningar för arbetsmaterialets glidning mot verktyget och samtidigt minskar friktionen. Oljefilmen medför lägre presskraft och kylande effekt på arbetsmaterialet vilket i sin tur ger upphov till lägre verktygsförslitning.

”För en ekonomisk tillverkning måste man ha i åtanke att smörjmedlet måste vara lätt att appliceras och sedan kunna avlägsnas utan svårigheter efter pressningsoperationen.” (Hågeryd et al. 2005).

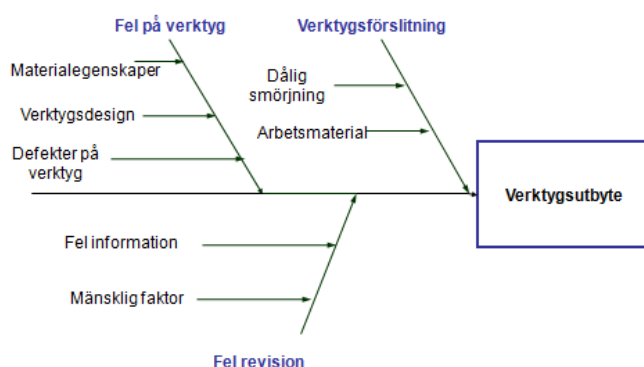
Bärigheten på beläggningen hjälper till att absorbera smörjmedlet bättre vilket i sin tur ger mer hållbart smörjmedel och glider lättare. Det som även kan hända är att fel typverktyg monteras vilket kan leda till kassationer om det inte märks direkt. Verktygsförslitning medför fler kassationer under processen vilket medför mindre produktion och högre kostnader för processägaren.

8.2 Mätning

Även i nuvärdesanalysen utfördes en orsaksverkan matris se bilaga 10, för att se förhållandet mellan processens indata och kvalitetsfaktorer. Detta underlättar då de viktigaste indata kan analyseras och värderas utefter påverkan på kvalitetsfaktorerna. Den kritiska framgångsfaktorn för kvalitet enligt bilaga 4, i den här delen är en låg verktygsförslitning. De utdata från processmappen som relateras till en låg verktygsförslitning är slitage på verktyg och dimension/tolerans. Dessa utgör de kvalitetsfaktorerna som processens indata värderas mot. Verktygets dimensioner och toleranser påverkar inte verktygsförslitningen lika mycket som slitage på verktyg vilket har lägre betydelsefullhet. Detta på grund av att dimensionerna på verktyget redan i en tidigt fas är anpassade och valda för önskade rulltyper. Toleranserna i verktygen kan bidra till förslitningen om de är satta snävare än det vanliga vilket ger upphov till högre friktionsvärme och leder till slitage på verktygen.

Värderingen på orsaksverkan matrisen resulterade i de viktigaste indata som slitage mellan yttre och inre matris, slitage på mantelytan på matris och fel på verktyg och revision.

Dessa faktorer kan nu ställas upp i en orsaksverkans diagram, se figur 9.1 för att lättare illustrera huvudorsakerna gentemot problemet. Problemet är verktygsutbyte och de faktorer vilka fått fram från matrisen är de huvudorsakerna och delorsakerna till varför det sker verktygsutbyte i processen.



Figur 8.2 Fiskbensdiagram vilket visar huvud och delorsaker till verktygsutbyte

8.2.1 Verktygsförlitning

Verktygsförlitningen innefattar slitage mellan yttre och inre matris och även slitage på mantelytan på matrisen. Slitage mellan yttre och inre matris uppstår på grund av kristalltopparna i fosfatbeläggningen då dessa flyter mot ändan av verktyget. Mer om verktyget se kapitel 8.3.1. Verktygsförlitningen påverkas av både smörjningen och arbetsmaterialet. Smörjningen bidrar till att det inte blir någon kontakt mellan verktyget och arbetsmaterialet vilket leder till mindre slitage. Arbetsmaterialet får inte vara för segt på grund av att sega material har lättare att klibba ihop sig på verktyget.

8.2.2 Fel på verktyg

Verktygens livslängd beror inte enbart på arbetsmaterialet utan även vilken mängd smörjmedel som tillsätts, verktygets utformning och verktygsmaterialet. Ett verktyg skall kunna motstå förlitningen vid höga tryck och temperaturer och vara hårdare än materialet som bearbetas. För att ett verktygsmaterial skall vara bra finns det flera egenskaper att sträva efter än bara hårdhet. Ett exempel på detta är att materialet inte får vara för sprött då spröda material bidrar snabbare till sprickor och defekter. En god seghet är att föredra då sega material tål mekaniska påfrestningar bättre. Ett bra verktygsmaterial ska ha följande egenskaper:

- Hög hårdhet
- God seghet
- God temperaturhårdighet
- Lågt pris

8.2.3 Felrevision

Det kan uppkomma tillfällen under processen där fel verktyg monteras. Det kan bero på den mänskliga faktorn eller förmedling av fel information till operatören. Mänskliga faktorn kan innebära mental trötthet vilket leder till symptom som långsammare informationsöverföring, försämrade tanke- och beslutsförmåga och försämrade sensoriska funktioner. Exempel på situationer som orsakar mental trötthet är

- Långvarigt arbete med stor mental koncentration och extrem uppmärksamhet
- Monoton arbete
- Buller, dålig belysning och icke komfortabla temperaturförhållanden
- Konflikter, oro eller brist på intresse
- Sjukdom, smärta eller febern
- Konflikter
- Stress

Mental trötthet kan försvinna i stort sett omedelbart genom att den tröttande verksamheten tas bort, omgivningsförhållandena förändras, förnyat intresse genom ny information. (Bohgard et al. 2010)

8.2.4 Mätning

För att få en kontinuerlig och snabbare värde på huvudorsakerna vilket alla påverkar verktygsutbytet kan mätetalet undersökas då verktygen byts ut och hur ofta. På så sätt fås medellivslängden fram på verktygen och hur dessa varierar utöver tiden. Då livslängden kan jämföras med den befintliga när den fosfaterade ståltråden byts ut eller förbättras.

8.2.5 Datainsamling

Datainsamlingen på verktygsutbytet sker genom att undersöka och analysera historisk data från loggböcker till den specifika maskinen National Machinery 241 se bilaga 11. Det bestämdes även att välja en stabil ståltrådsdimension för att kunna få bättre resultat. Den stabilaste enligt SKF är 56- dimensionerade tråden.

8.3 Analys

Loggböckerna gav informationen om antal körda rullar, kassationer, datumen då ordern startades och slutades, och efter vilket antal körda rullar verktygsdelarna byttes. Med hjälp av värden för första bytet och andra kunde livslängden för en verktygsdel tas fram. För att få ett stabil värde på livslängden måste bytet ske i samma körning eller körningen direkt efter. Det kan hända att körningen av en order pausas och att det körs en rulltyp med andra dimensioner under tiden där även verktygsutbyten sker. Sådana mätvärden kommer inte tas i hänsyn då de inte ger något pålitligt värde.

Perioden för vald historisk data är mellan 2009-2010 där det sker 51 körningar med rulltypen 56-56C och det specifika verktyget, se bilaga 12 för enklare bild på historisk data. Antalet körda rullar varierar med avseende på kundens order. Körningarna för ordena sker skiftviss 1-4.

8.3.1 Verktyget

Pressverktyget vilket används i National machinery 241 består av två delar, stans och dyna vilka pressar kutsen till önskad form. Varje del har en inre del och en yttre del, stans inre/yttre och dyn inre/yttre. De inre delarna slits mest då kutsen trycks mot stans inre fastnar en del av asperiterna från beläggningen på verktyget vilket förflyttar sig till kanterna och förslits med tiden. När stans inre slits bildas det defekter på den formade rullen vid radierna och leder till icke godkända rullar vilket resulterar i kassationer.

Yttre stans och dyna byts inte ut ofta då de yttre matriserna är de som begränsar arbetsmaterialet, alltså ger rullens diameter. Här uppstår det mindre friktion då arbetsmaterialet glider mellan de yttre delarna under pressningen med hjälp utav smörjmedlet vilket i sin tur leder till mindre friktion.

Livslängden räknades ut genom att undersöka hur många rullar det gick åt innan verktygen byttes igen. Det finns tillfällen där bytet mellan två verktyg inträffade efter några dagar och då kan det antas att det har körts ett skift med en annan order mellan och där bytet har skett. Detta gäller enbart dubb och dimpel, vilket inte påverkas av dimensioner och kan användas vid flera typer av rullpressning. Enligt data byts dessa inte ut ofta då de har högre livslängd. Livslängden på de yttre matriserna tas inte i hänsyn på grund av otillräcklig data.

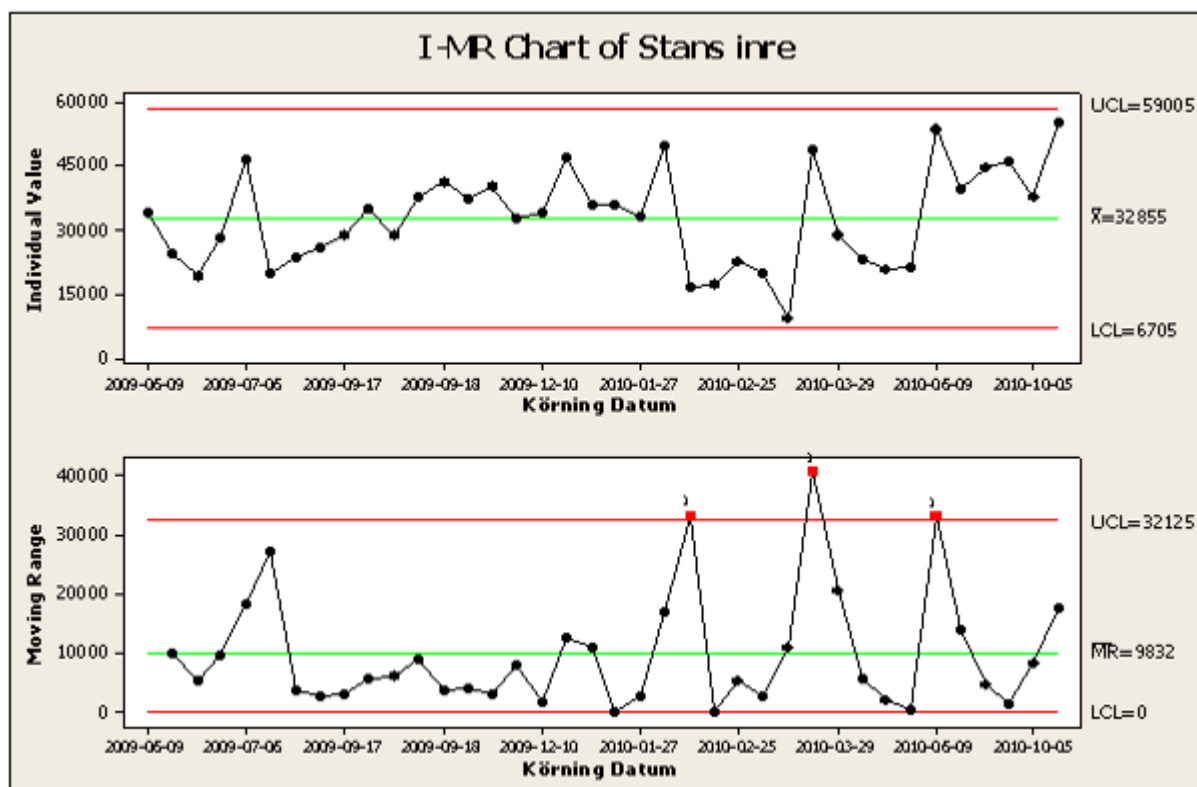
8.3.2 Räknesystem

Rullarna mäts i ett styrsystem i maskinen som räknar slagen. "Brankamp" räknar slagen och skickar signalen till PLC som känner av om rullen skickas till det godkända facket eller kassationsfacket. De räknade slagen i PLC-systemet motsvarar maskinens takt i pressningsprocessen. Slår maskinen tio gånger resulterar detta i tio stycken rullar. När rullarna matas ut från maskinen placeras de utifrån ett system med två fack. Antalet rullar i dessa fack varierar med typ av rulle. Med typ menas volymen av rullen vilket kan variera.

När maskinen körs i automatläge, sköts proceduren med facken helt automatiskt. Facken används för att kunna separera defekta rullar med godkända. Då båda facken blir fulla, indikerar maskinen med en ljussignal. Detta betyder att operatören manuellt måste mäta om rullarna uppfyller toleranser. Det är operatörens uppgift att kontrollera om rullarna är godkända eller defekta. Är rullarnas toleranser godkända trycker operatören på "Godkänt" knappen och rullarna släpps automatiskt ned i lådorna. Skulle rullarna inte vara godkända trycker operatören istället på "Kass" och rullarna släpps ned i kassationslådan. Mängden rullar varierar med rulltyp, ju större rullar desto mindre ryms i facket.

8.3.3 Stans inre

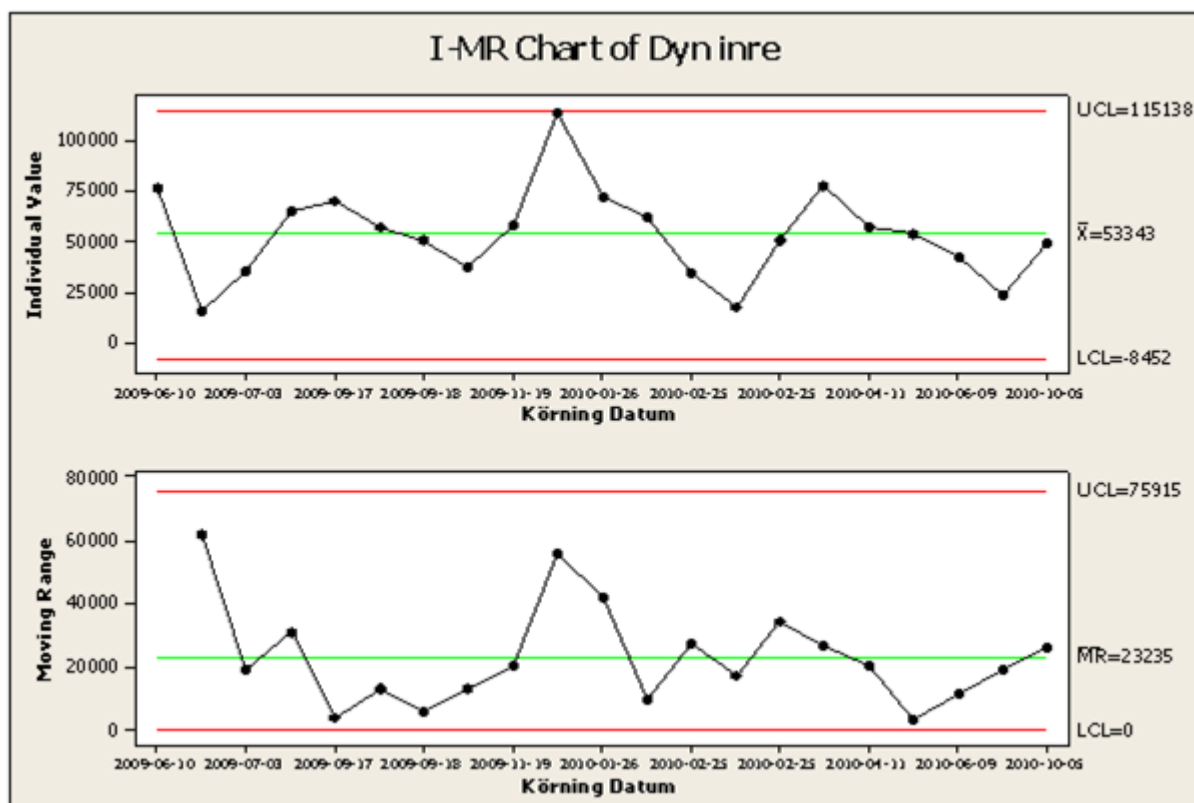
Data på livslängden av stans inre matrisen ställdes upp med datumet då körningen skedde. Medellivslängden på verktyget stans inre resulterade i 32 855 rullar. Övre sträckgränsen har ett värde på 59 005 rullar medan den undre har ett värde på 6 705. Enligt Minitab är medelvariationen 9 832 rullar. I vissa fall kan det uppstå situationer där vissa värden faller utanför sträckgränsen, som de tre röda punkterna i bilaga 13. För att kunna se vad som orsakar att dessa punkter går utanför sträckgränsen, undersöks loggböckerna för dessa tillfällen. På den första punkten är det oklart vad som hände. På den andra punkten testades det spännring och kan vara orsaken till att det blev en hög variation. Dokumentation för den tredje punkten visar att den yttre dynan hade spruckit vilket kan vara orsaken till den höga variationen.



Figur 8.3 I-MR analys: Graf 1 ger medellivslängden för stans inre. Graf 2 ger medelvariationen mellan värdena. Den höga variationen på de tre röda punkter medför negativt påverkan på medellivslängden. Därför bör det tas i hänsyn när livslängden för stans inre undersöks.

8.3.4 Dyn inre

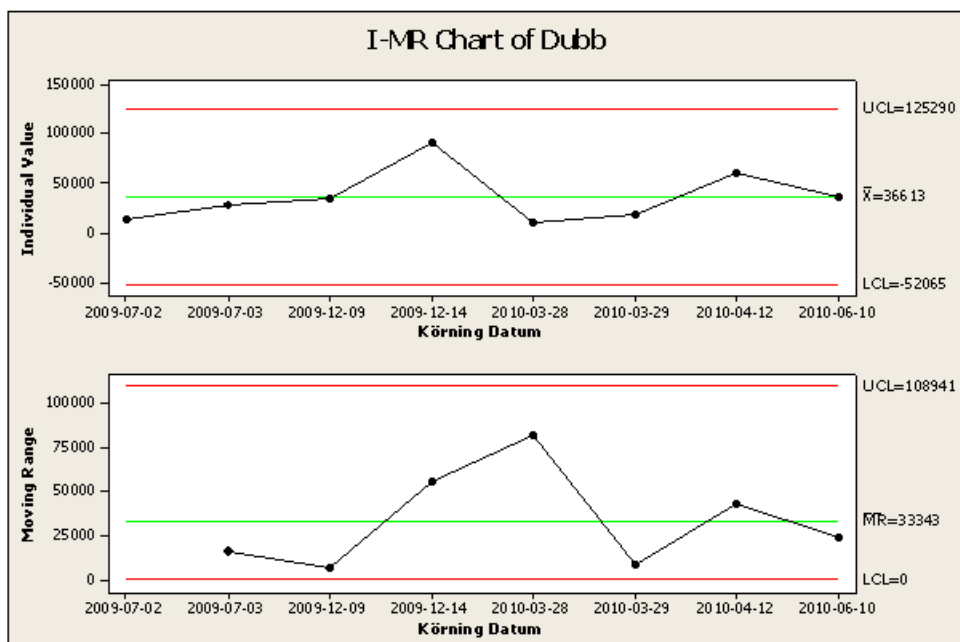
Det andra verktyget som byts ofta enligt loggböckerna är dyn inre matrisen. Medel livslängden på verktyget ligger på 53 343 rullar vilket är nästan dubbelt så högt i jämförelse med stans inre matrisen. Detta beror på att dyn inre inte slits ut lika mycket. Processen för dyn inre är under kontroll då det inte finns några värden som ligger utanför sträckgränserna.



Figur 8.4 I-MR analys: Graf 1 ger medellivslängden för dyn inre. Graf 2 ger medelvariationen mellan värdena.

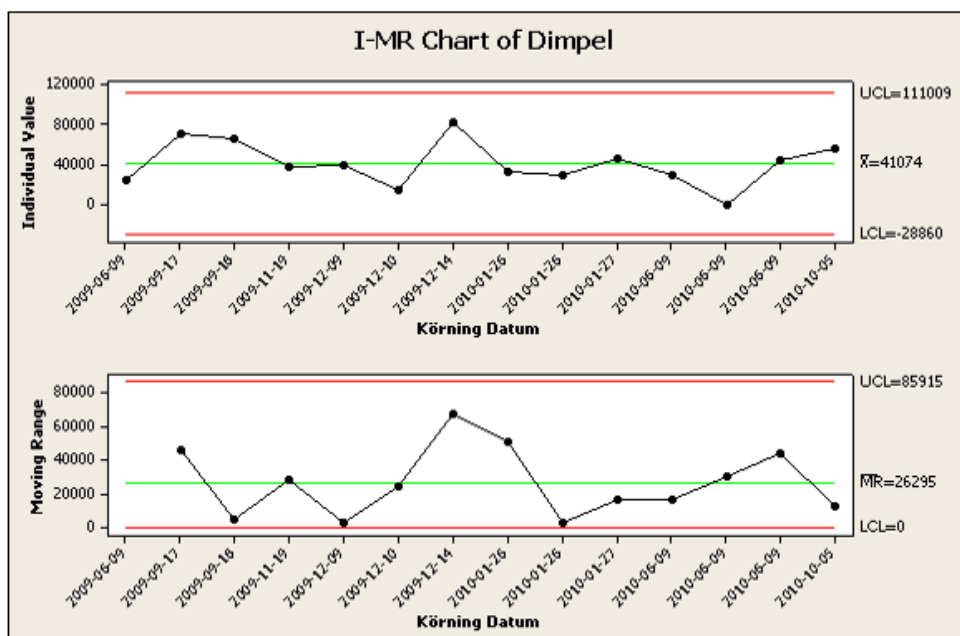
8.3.5 Dimpel och dubb

Medelvärde på livslängden av dubb kan inte definieras som stabilt då det inte finns tillräckligt många mätvärden som mäts med jämna mellanrum, se figur 8.5. Mellan vissa mätvärden går det upp till fem månader tills ett nytt mätvärde undersöks. Medelvariationen mellan mätvärdena är 33 343 rullar vilket är ganska högt. För att vara säker på livslängden av dubb måste det ske en bättre undersökning med flera mätvärden kontinuerligt över tiden.



Figur 8.5 I-MR analys: Graf 1 ger medellivslängden för dubb. Graf 2 ger medelvariationen mellan värdena. Då det är otillräckliga mätvärden medför det icke relevant medellivslängd.

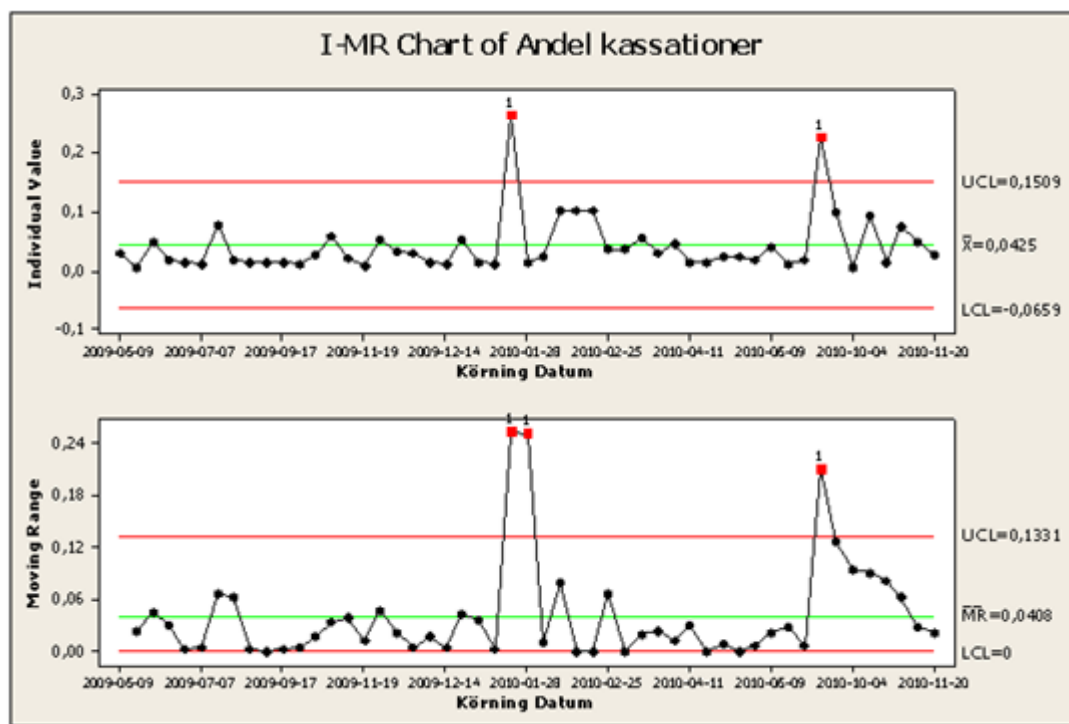
Däremot har dimpel ett bättre ”flöde” med en medellivslängd på 41 074 rullar. Även variationen är stabil med undantag från datumen 2009-12-10 – 2009-12-10, där det går fyra dagar mellan körningarna. Här kan det antas att dimpel byts i en annan körning med annorlunda order. Det andra undantaget är 2010-01-26 där skrapningar uppstår och quillen är sprucken.



Figur 8.6 I-MR analys: Graf 1 ger medellivslängden för dimpel. Graf 2 ger medelvariationen mellan värdena.

8.3.6 Kassationer

Analys på kassationerna av rullar medförde ett medelvärde på uppstående kassationer för varje körning. Genom att dividera antal kassationer med antalet körda rullar fås andelen av kassationer specifik för varje körning. Andelen uträknades på grund av att varje körning har olika antal körda rullar, och med andelen fås ett bättre mätvärde. I vissa fall uppstod det tillfällen med avsevärt höga värden på kassationer antagligen för att verktygen har slitits ut vilket i sin tur medför defekter på rullarna. De orimliga värdena uppstår vid 2010-01-26 och 2010-10-04. För det första orimliga mätvärdet är det oklart vad för något som orsakar det höga värdet på kassationerna. På det andra mätvärdet fås det information om att den yttre dynan har spruckit och att det är högt CK + DW3 variation. Dock verkar det annars vara en väldigt stabil process.



Figur 8.7 I-MR analys: Graf 1 ger medelandelen av kassationer som uppstår. Graf 2 ger medelvariationen mellan värdena. Stabil process dock med punkter som har hög variation vilket bör tas i hänsyn.

Det undersöktes även på vilken skift det sker mest kassationer med rulltypen 56/56C. Med 0,066 sannolikhet inträffar det mest kassationer på skift nr 2. Av 51 körningar sker 22 av dessa körningar på skift nr 2, se bilaga 13.

9. PROJEKTFAS FÖRBÄTTRING

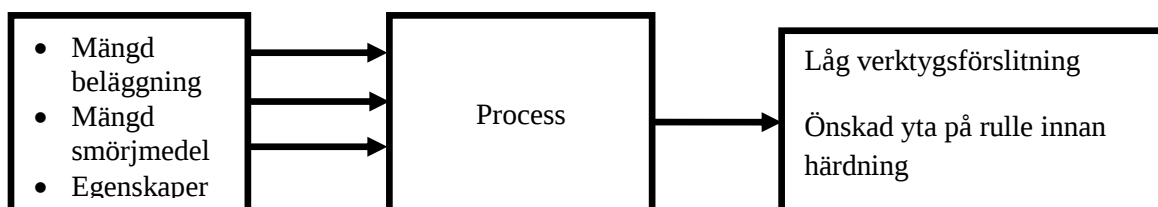
I detta avsnitt följer de rekommendationer som ges för fortsatt förbättringsarbete.

Ambitionen är att förbättringsprocessen bör leda till att det uppkommer mindre kassationer och mindre verktygsutbyten än dagsläget. Sambandet mellan mindre kassationer och önskad yta på rulle är självklarhet då det blir mindre kassationer ifall det är önskad yta på rullarna. Samtidigt är resultatet av mindre verktygsutbyten lägre verktygsförslitning.

Då arbetsmaterial utan beläggning inte testkördes för att se skillnaden mellan värdena av en ren yta och med beläggning, utgås nuvärdesanalysen på belagd yta med smörjmedel. Eftersom egenskaperna för fosfatet är utrett och visar att fosfatbeläggningen används för att minimera förslitningen, kan det rekommenderas att följa upp hur fosfateringen verkligen påverkar verktygsslitage och verktygsutbyten.

Ett sätt kan vara att testköra processen utan fosfat belagd tråd och undersöka om det resulterar i försämring eller förbättring genom att se hur det påverkar andelen av kassationer och livslängden på verktygen från nuvärdesanalysen. Exempel på andra parametrar vilket kan undersökas för att se påverkan se figur 11.1. Det som även kan analyseras är vilka av dessa parametrar som påverkar förslitningen mest och om det finns andra parametrar som spelar roll i processen.

En annan rekommendation är att dokumentera verktygsutbyten och onormala händelser vilket påverkar processen mer detaljerat. Detta för att underlätta hitta orsakande faktorer till felen som uppstår.



Figur 11.1 Pressprocessen med följande exempel på indata och utdata.

10. SLUTSATS

Här beskrivs de slutsatser studien resulterar i.

Eftersom funktionen av att använda den fosfatbelagda tråden är att man vill uppnå ett minskat slitage på verktygen som används i pressprocessen i 241:an skapas även en rad bieffekter. Fosfat är här tillsammans med ett smörjmedel med låg adhesions kraft en bra metod att lösa det problemet. Efterkommande process klocktrumlingen för att tvätta rent rullarna från både olja och fosfat är däremot inte lika önskvärd då den tar mycket fabriksutrymme samt att man bygger buffertar både framför och efter denna process.

Det som bör göras som första steg mot fosfatfri tillverkning i 241 är att efterlikna fosfatets och smörjmedlets foodprof tribol 3000 gemensamma egenskaper. Vilket finns att beskåda i egenskapsmatrisen där fosfatering och foodprof redan är illustrerade.

Alternativ smörjmetod är glidlack vilket innehar nästintill samma egenskaper som fosfatering på grund av att glidlack också ändrar de triboliska förhållandet och liknar de hydrodynamik smörjning. En annan metod kan vara att använda en annan olja på icke fosfaterad tråd. Parametrarna mängden smörjmedel och mängden fosfat kan även undersökas. Undersökning av mängden fosfatering kan medföra till att reducera tvättiden av rullarna för att få bort fosfatet.

Skulle ersättningssmörjmedel inte bringa de önskvärda egenskaperna kan man alltid eliminera klocktrumlingen genom att införskaffa en kemisk bearbetningsmaskin som går att styra batch vis. En sådan kemisk betningsprocess går till på samma sätt som metoden att lägga på fosfateringen. En stark syra fräter helt enkelt på den fosfatbelagda ytan och bildar ett restsalt av det avbetade fosfatet. Denna metod är snabb och effektiv samt går att ha helt slutna från in till output. Avfettning av smörjmedlet är inte heller något problem då detta sker i samma slutna process. Denna metod kommer dock kosta i en investering som inte alltid är önskvärd.

Ifall framtida förbättringsarbeten leder till att byta beläggning eller smörjmedel kan förändringarna kontrolleras eller jämföras med resultatet från nuvärdesanalysen. I detta fall utfördes nulägesanalysen på verktygsutbytet där medellivslängden på verktygsdelarna som inre och yttre matriser erhöles. På grund av att smörjning och beläggning har en stor inverkan vid förslitning av verktyg kan förhållandet mellan ny smörjmedel eller beläggning och verktygsförslitning undersökas med hjälp utav nuvärdesanalysen.

Undersökningen av data från loggböckerna för specifik rulltyp och verktyg gav resultatet på ungefärlig medellivslängd på verktygsdelarna. Medellivslängden för stans inre är ungefär 32 855 rullar dock får man ta hänsyn till att det finns punkter med hög variation som påverkar livslängden. För dyn inre är medellivslängden 53 343 rullar. För dimpel är det 41 074 rullar. Dock är livslängden för dubb ostabil på grund av få mätvärden därför tas inte det med i förbättringsarbetet.

Andelen kassationer är 0,042 vilket motsvarar 4,2 % kassationer på varje körning med rulltypen 56. Om beläggningen eller smörjmedlet byts ut är det bra att inte överskrida dessa värden. Optimalt är att förminska verktygsförslitningen och antalet kassationer med den nya beläggningen eller smörjmedlet.

11. REFERENSER

Tryckta referenser:

Bergman, B., Klefsjö, B (2007) *Kvalitet från behov till användning*. Lund: Studentlitteratur

Bohgard, M., Karlsson, S., Lovén, E., Mikaelsson, L, Mårtensson, L., Osvalder, A., Rose, L., Ulfvengren, P (2010) *Arbete och teknik på människans villkor*. Stockholm: Prevent

Brassard, M., Finn, L., Ginn, D., Ritter, D (2003) *Minnes trimmaren 6 Sigma*. Stockholm: Liber

Hågeryd, L., Björklund, S., Lenner, M (2005) *Modern produktionsteknik Del 1*. Stockholm: Liber

Institutionen för material- och tillverkningsteknik (2010) *Avancerad tillverknings teknik Del 1*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola

Lunau, S., John, A (2008) *Six sigma + Lean toolset: executing improvement projects successfully*. Berlin: Springer

Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B. (2003) *Six sigma: the pragmatic approach*. Lund: Studentlitteratur

SKF (2011) *SKF Green belt utbildningsmaterial*. Göteborg: SKF

Rausch, W., Blum, H., Funke, D., Hansen, H., Kaysser, F., Oppen, D., Siegmund, G., Ussat, W (1990) *The phosphating of metals*. Melksam: Redwood press

Stenudd, K., Weidemann, C. (1977) *Behöver smörjmedel anpassas till plåtytan vid pressning av djuppressningsstål?* Göteborg: Inst. För verkstadsteknisk forskning.

Sveriges mekanförbund (1969) *Smörjmedel för djuppressning*. Stockholm: Sveriges mekanförbund

Sveriges mekanförbund (1970) *Oorganiska beläggningsmetoder*. Stockholm: Sveriges mekanförbund

Sveriges mekanförbund (1971) *Inverkan av smörjmedel på en klippoperation: En förundersökning*. Stockholm: Sveriges mekanförbund

Sörgqvist, L (2007) *Six sigma: resultatorienterat förbättringsarbete som ger ökad lönsamhet och nöjdare kunder vid produktion av varor och tjänster*. Lund: Studentlitteratur

Länkar

Gleitmo TECHNIK AB (2009) Avancerade lim och smörjmedel
<http://www.gleitmo.se/index.aspx> (2011-10-16)

Restoration & Protection Technology (2004) RVS-tekniken- så fungerar det
<http://www.rvs.se/rvstechnology/page44.html> (2011-10-16)

LE smörjmedel (2006) Ett smörjmedels funktioner
<http://www.lesmorjmedel.se/pdf/tribologi.pdf> (2011-11-02)

12manage (2011) Vad är Sex sigma?
www.12manage.com/methods_six_sigma_sv.html (2011-09-25)

Triboliska egenskaper (2000)
<http://lotsen.ivf.se/KonsLotsen/Bok/Kap3/TribologiskaEgenskaper.html> (2011-10-28)

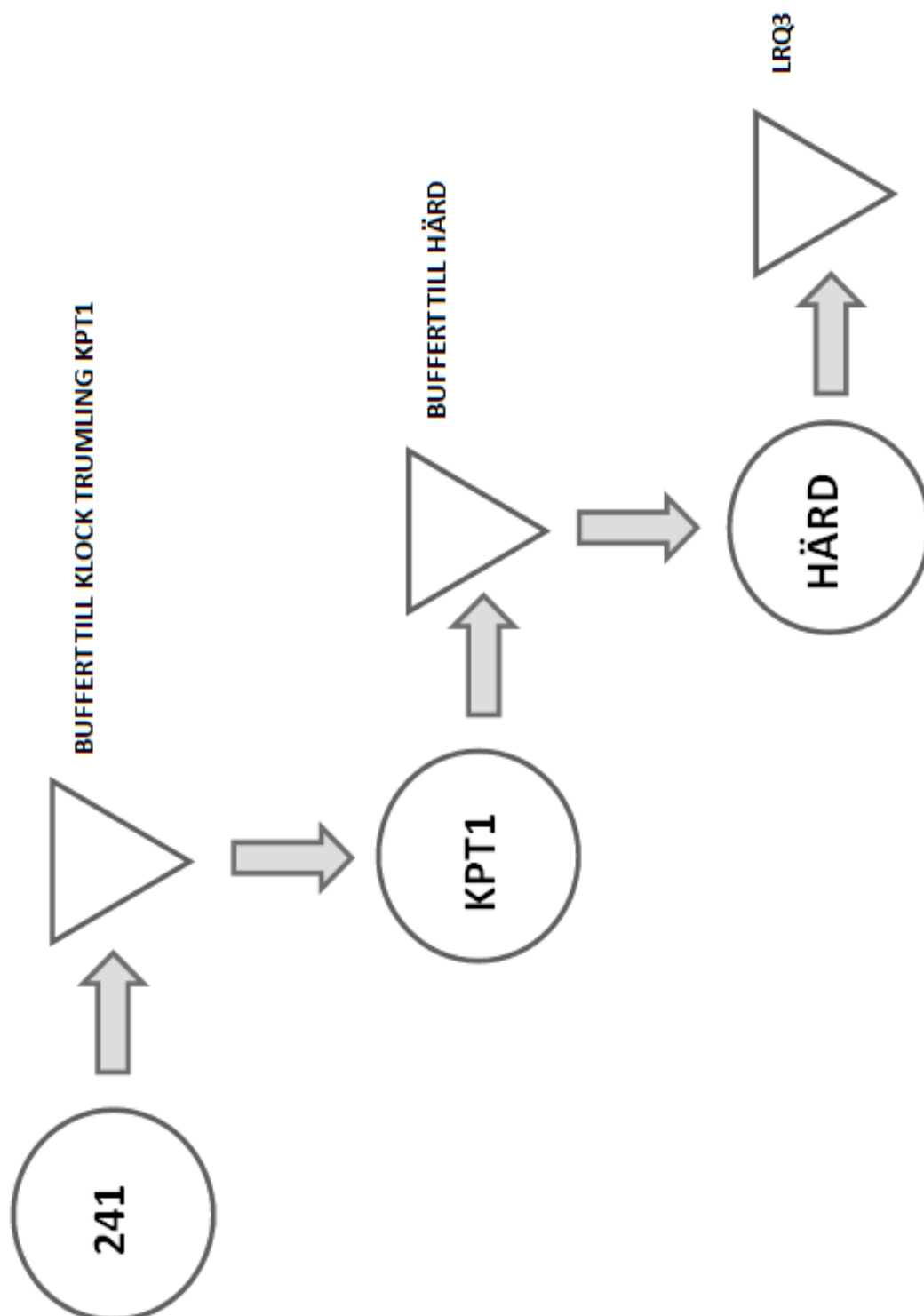
Ekonomi högskolan Lunds universitet (2009) Introduktion till minitab
[www.stat.lu.se/ media/utbildning/student/.../mtb_ver14rev.pdf?id](http://www.stat.lu.se/media/utbildning/student/.../mtb_ver14rev.pdf?id) (2011-11-15)

MVP programs (2006) MVP programs www.mvpprograms.com (2011-10-25)

Six sigma (2007) Vad är ett Ishikawa diagram? http://www.six-sigma.se/Ishikawa_Diagram.html (2011-10-25)

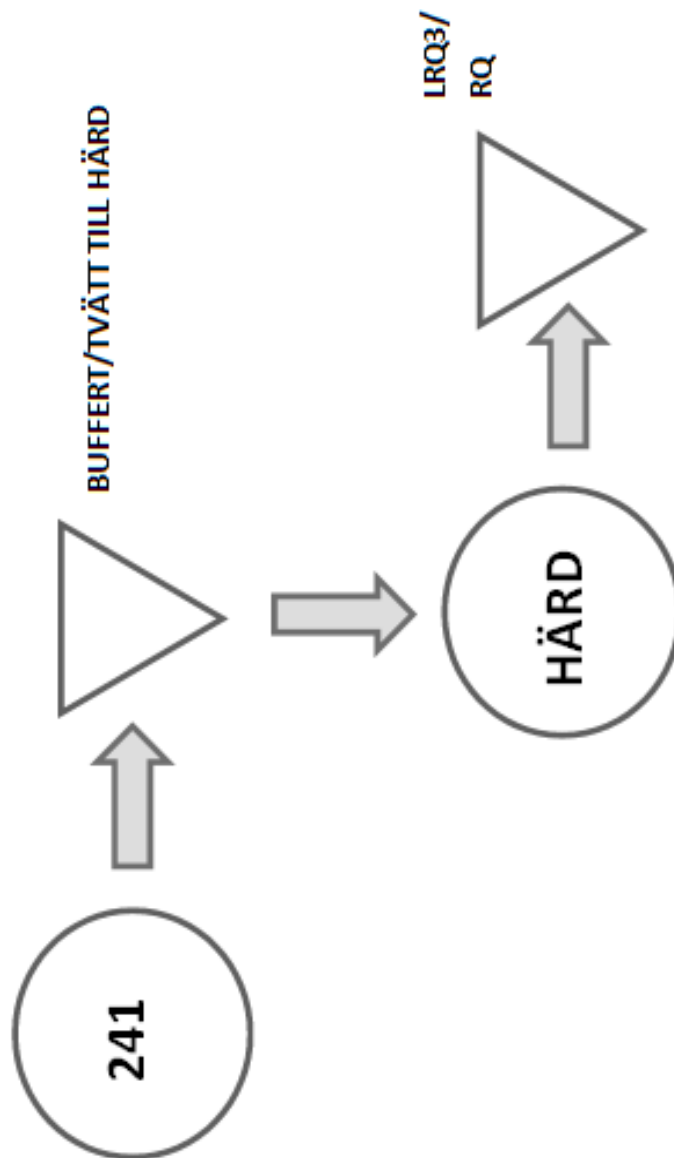
Nuvarande processflöde LRQ

Bilaga 1. Sid 1 (1)



Önskvärt processflöde LRQ

Bilaga 2. Sid 1 (1)



	Process Map				
Project Title	Del A				
Belt:	BU:	Date:	2011-09- 06	Version:	1
Page 1					
Input	Class		Step		Output
Notes					
Leverans enligt specifikation					
		Materialhantering		Antal ton Dimensioner Toleranser Zink-Fosfaterad beläggning Kolstål Beläggningstjocklek Vätbarhet	
Hastighet Rättningskraft Omställnings instruktion		Matningsprocess		Uträtad tråd matningshastighet	
Matningshastighet Dimensionsverktyg Omställning Instruktion		Klippning		Verktygsförslitning Kuts	
Kuts Smörjmedels viskositet Smörjfilmstjocklek Mängd på smörjmedel Vätbarhet Bärighet		Smörjning (Ytkrav innan pressning)		Kuts med smörjmedel Friktionsdämpning Kylande effekt Korrosionsskydd	

Kuts med smörjmedel
Omställning
Instruktion
Presskraft
Maskininställning
Typverktyg
Mätklockor
Friktion
Temperatur

Pressning

Pressad rulle
Rulle enligt tolerans
Kassaktion
Processuppföljning
Friktionsvärme
Grader

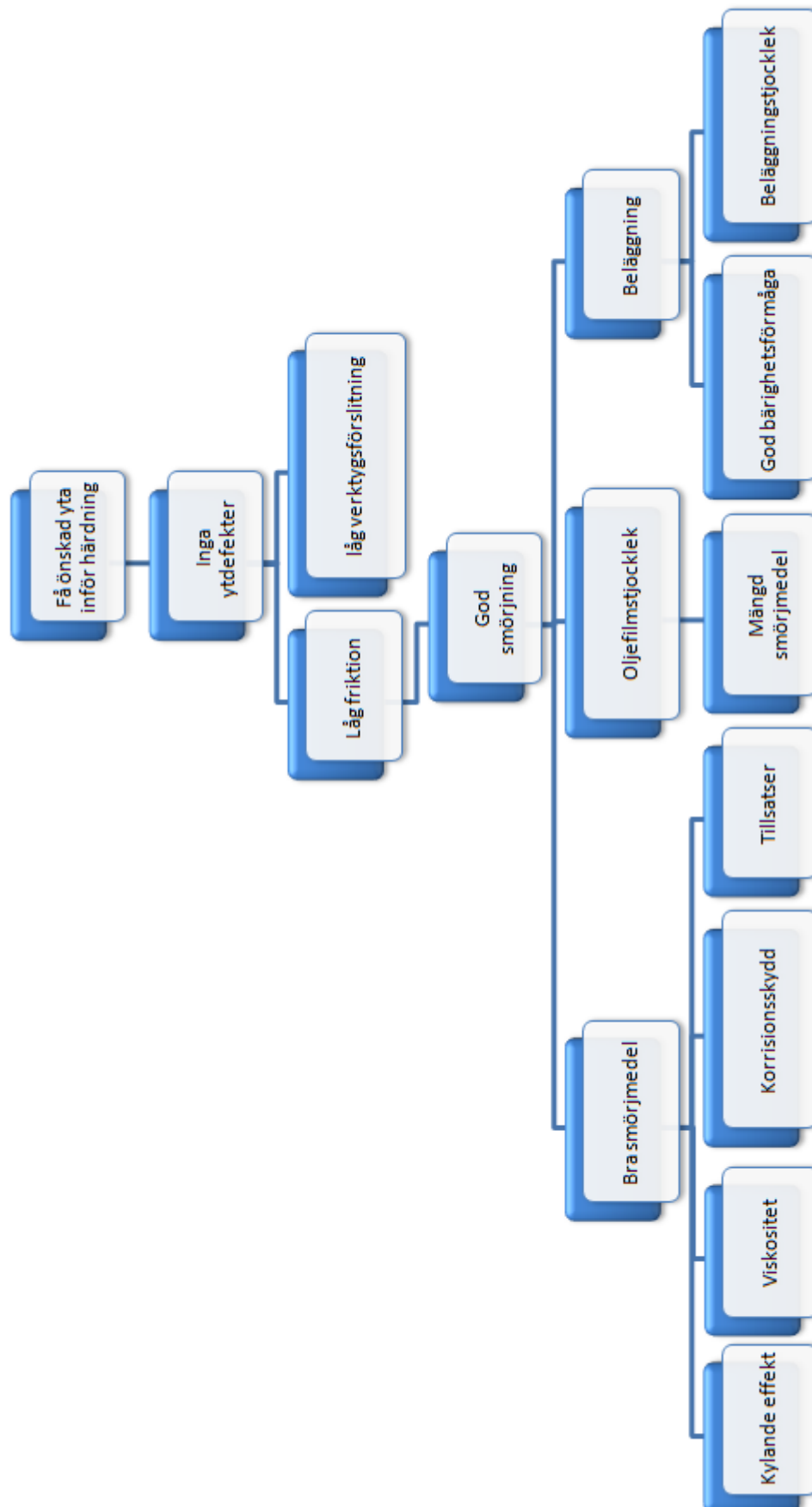
Pressad, oljig, fosfaterad tråd

Trumling

Oljefri
Gradfri
Belägningsfri tråd

CTQ – Kvalitets faktorer

Bilaga 4. Sid 1 (1)

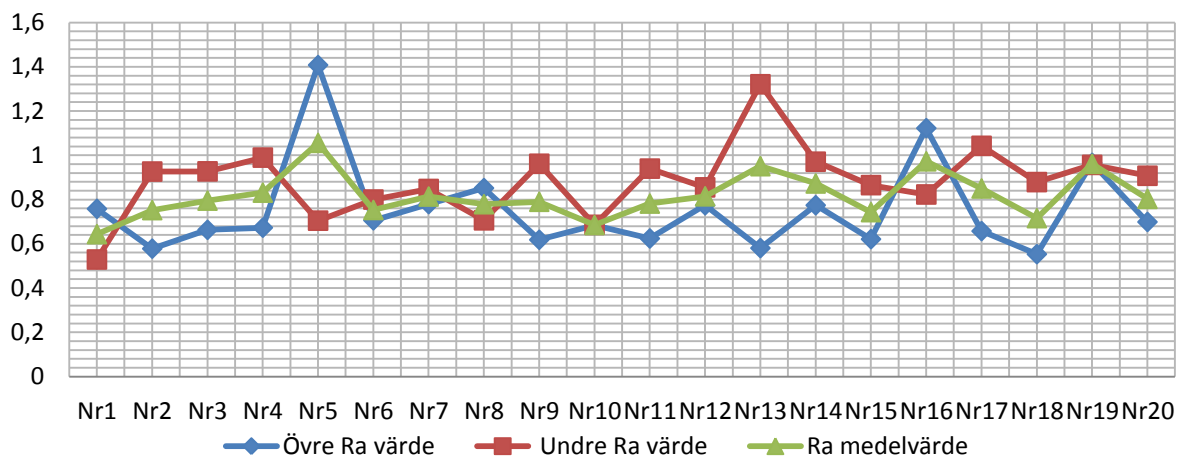


Six Sigma Cause and Effect Matrix – Del A

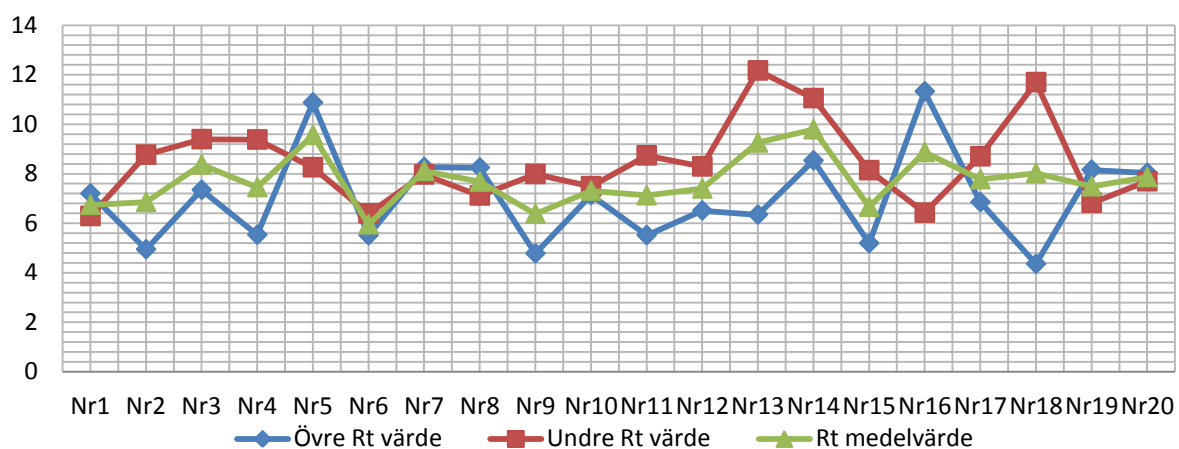
Bilaga 5. Sid 1 (1)

				1	2	3	4	5	
			Rating of Importance to Customer	10	8	8	6		
			Key Process Outputs	rulle enligt tolerans	Verktøgsförlitning	Bärighet	Friktionsvärm		
	Process Step	Process Input							Total
1	Smörjning	Vätbarheten på kuts med beläggning	9	9	9	9			288
2	Smörjning	Smörjfilmstjocklek	9	9	9	9			288
3	Smörjning	Smörjmedels bärighet	9	9	9	9			288
4	Smörjning	Smörjmedels viskositet	5	9	9	9			248
5	Pressning	Kuts med smörjmedel/vätbarheten på kutsen	5	9	9	9			248
6	Smörjning	Mängd på smörjmedel	5	9	5	9			216
7	Pressning	Presskraft	9	9	3	3			204
8	Pressning	Typverktyg	9	9	0	3			180
9	Smörjning	Kuts	9	5	5	1			176
10	Klippning	Omställning	9	9	0	0			162
11	Pressning	Mätklockor	9	9	0	0			162
12	Pressning	Omställning	9	5	3	0			154
13	Klippning	Matningshastighet	9	3	0	3			132
14	Matningsprocess	Omställnings instruktion	9	5	0	0			130
15	Pressning	Maskininställning	9	5	0	0			130
16	Materialhantering	Leverans enligt specifikation	3	3	9	0			126
17	Matningsprocess	Hastighet	9	3	0	1			120
18	Klippning	Dimensionsverktyg	9	3	0	0			114
19	Klippning	Instruktion	9	3	0	0			114
20	Pressning	Instruktion	9	3	0	0			114
21	Matningsprocess	Rättningskraft	3	3	0	3			72
22	Trumling	Pressad, oljig, belagd kuts	0	0	0	0			0
23									0
24									0
									0
	Totalt		1650	1048	560	408	0		

R_a -värde för pressad rulle RQ3 XXX liten

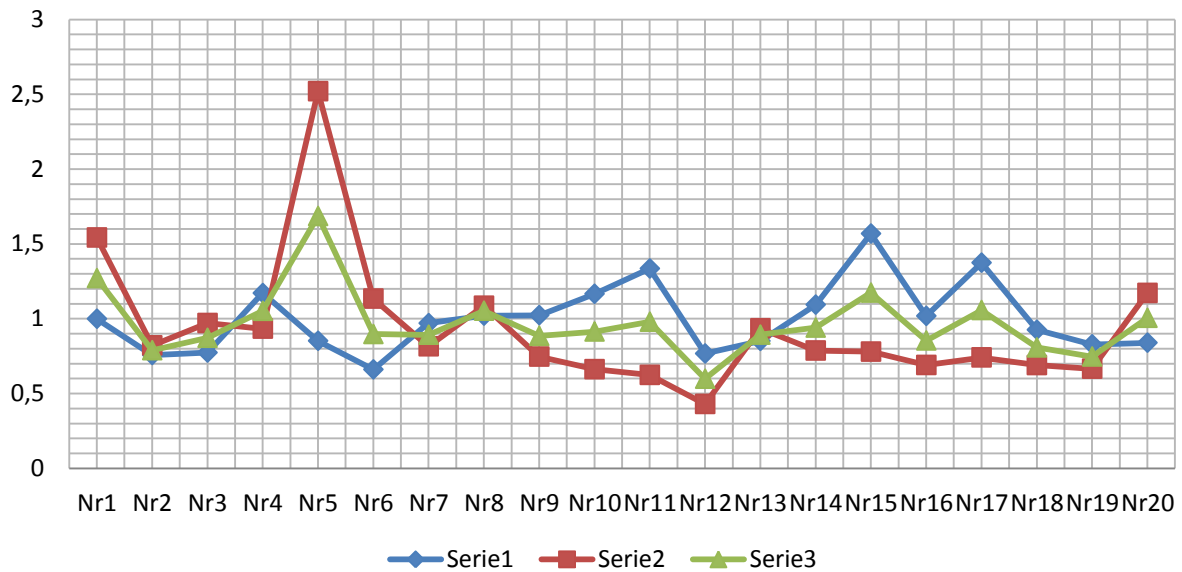


R_t -värde för pressad rulle RQ3 XXX liten

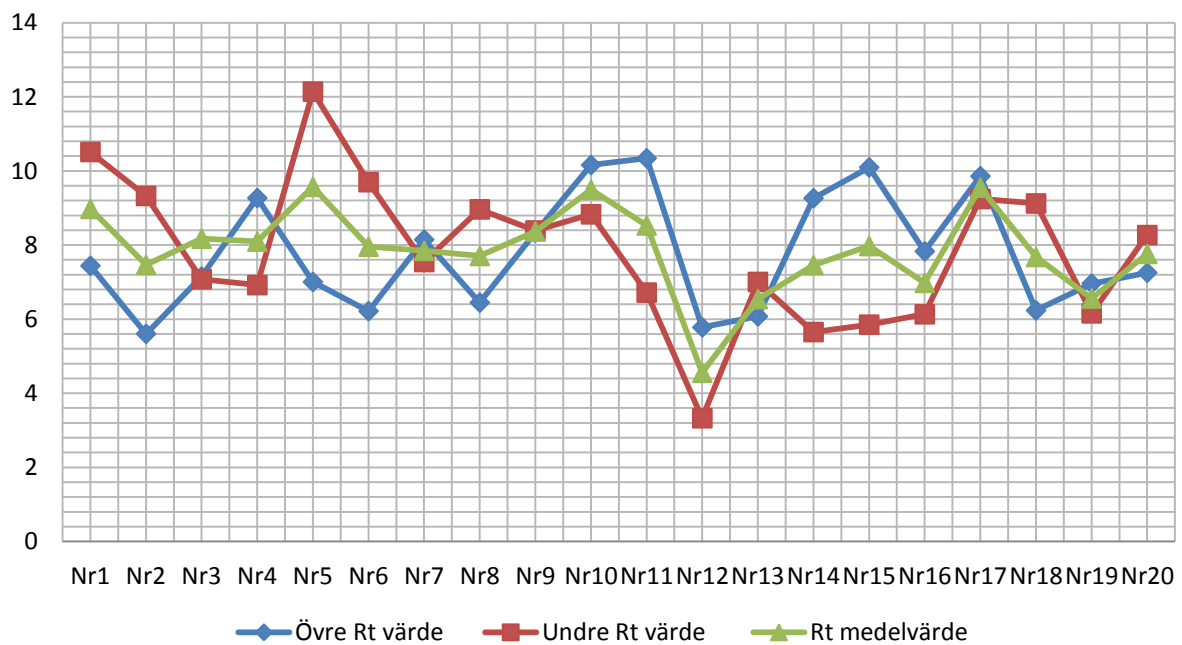


Pressad Rulle RQ3 XXXLITEN	Över R _a värde	Undre R _a värde	R _a medelvärde	Övre R _t värde	Undre R _t värde	R _t medelvärde
Nr1	0,7581	0,529	0,64355	7,1954	6,2867	6,74105
Nr2	0,578	0,9264	0,7522	4,944	8,765	6,8545
Nr3	0,663	0,9273	0,79515	7,3458	9,3914	8,3686
Nr4	0,6728	0,9895	0,83115	5,5305	9,3774	7,45395
Nr5	1,4078	0,7045	1,05615	10,8722	8,2562	9,5642
Nr6	0,706	0,7999	0,75295	5,5085	6,3929	5,9507
Nr7	0,7794	0,8477	0,81355	8,2654	7,9659	8,11565
Nr8	0,8517	0,7061	0,7789	8,2441	7,1154	7,67975
Nr9	0,6182	0,9616	0,7899	4,7774	7,9857	6,38155
Nr10	0,6842	0,6857	0,68495	7,1352	7,4919	7,31355
Nr11	0,6239	0,9397	0,7818	5,5143	8,7355	7,1249
Nr12	0,7742	0,8549	0,81455	6,5085	8,2891	7,3988
Nr13	0,5805	1,321	0,95075	6,3441	12,1678	9,25595
Nr14	0,7742	0,9709	0,87255	8,5312	11,0499	9,79055
Nr15	0,6211	0,8651	0,7431	5,1877	8,1379	6,6628
Nr16	1,1225	0,8229	0,9727	11,3232	6,4227	8,87295
Nr17	0,6574	1,0427	0,85005	6,8496	8,699	7,7743
Nr18	0,5532	0,8788	0,716	4,3543	11,696	8,02515
Nr19	0,9658	0,9566	0,9612	8,1545	6,82	7,48725
Nr20	0,6987	0,9074	0,80305	8,0332	7,6905	7,86185
		Medelvärde Ra	0,81821		Medelvärde Rt	7,7339

Ra-värde för opressad cuts RQ3 XXX liten

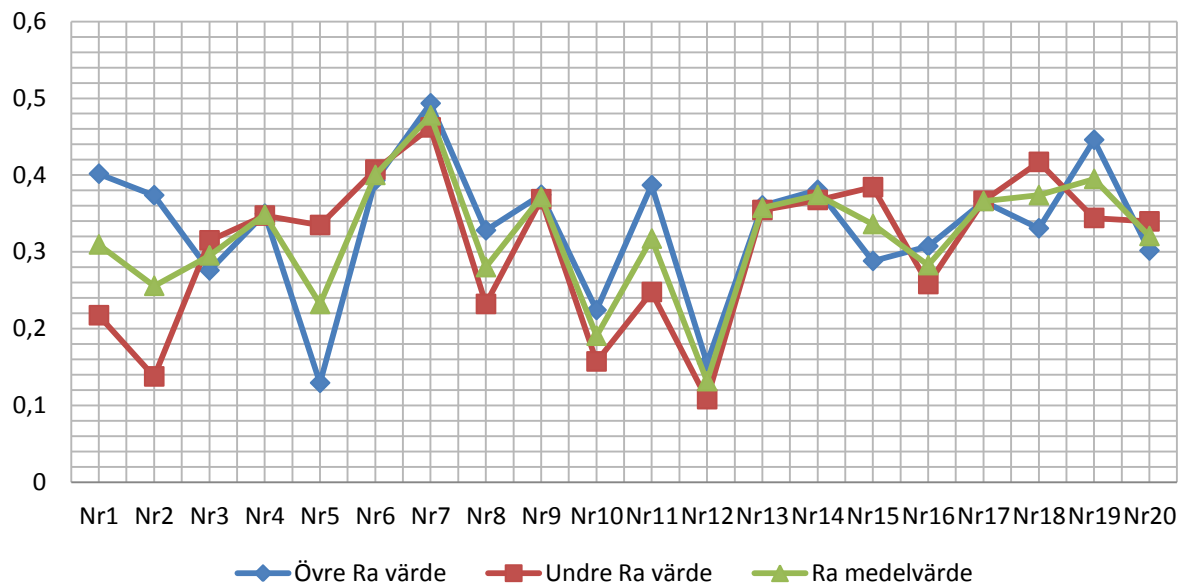


Rt-värde för opressad cuts RQ3 XXX liten

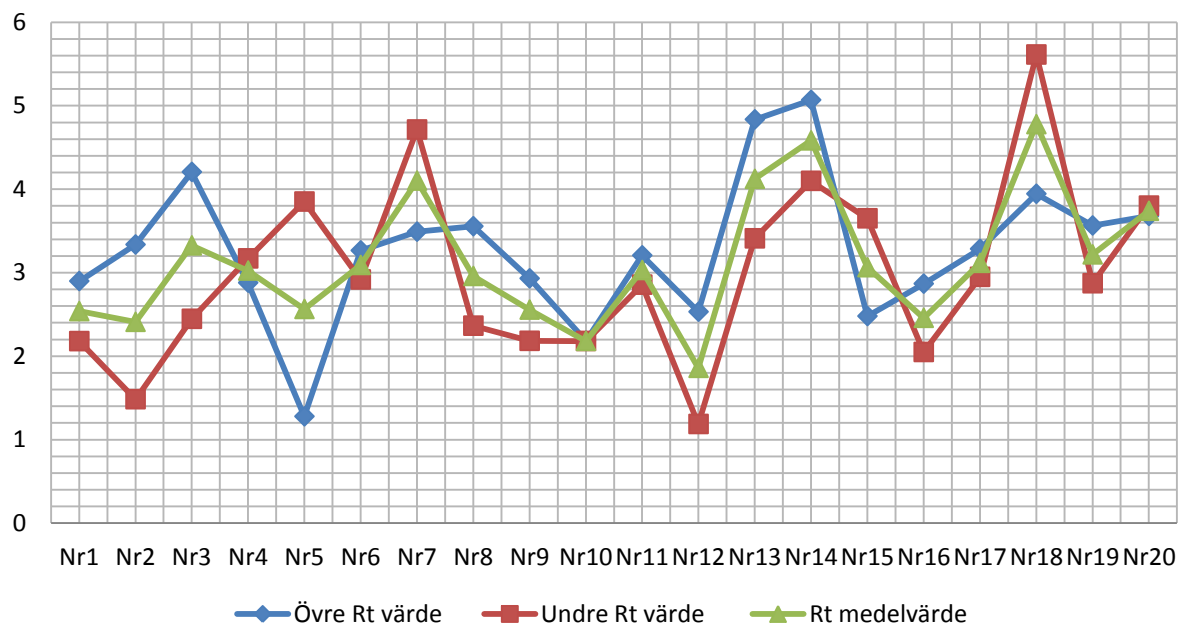


Opressad Cuts RQ3 XXX LITEN	Över R _a värde	Undre R _a värde	R _a medelvärde	Övre R _i värde	Undre R _i värde	R _i medelvärde
Nr1	0,9993	1,5424	1,27085	7,4394	10,5104	8,9749
Nr2	0,7567	0,8212	0,78895	5,6033	9,3254	7,46435
Nr3	0,7733	0,9706	0,87195	7,1492	7,0765	7,11285
Nr4	1,171	0,9333	1,05215	9,2674	6,9189	8,09315
Nr5	0,8518	2,5201	1,68595	7,0033	12,14	9,57165
Nr6	0,6605	1,1341	0,8973	6,215	9,6964	7,9557
Nr7	0,9699	0,8152	0,89255	8,1456	7,5413	7,84345
Nr8	1,0201	1,086	1,05305	6,4467	8,9628	7,70475
Nr9	1,0233	0,7465	0,8849	8,3381	8,3927	8,3654
Nr10	1,1659	0,662	0,91395	10,1589	8,8297	9,4943
Nr11	1,3352	0,62387	0,979535	10,3412	6,716	8,5286
Nr12	0,767	0,4297	0,59835	5,7778	3,3258	4,5518
Nr13	0,8509	0,9354	0,89315	6,0747	7,0037	6,5392
Nr14	1,0935	0,7869	0,9402	9,2635	5,6518	7,45765
Nr15	1,5685	0,7796	1,17405	10,0956	5,8504	7,973
Nr16	1,0181	0,6902	0,85415	7,8286	6,1317	6,98015
Nr17	1,3741	0,7408	1,05745	9,8572	9,2429	9,55005
Nr18	0,9255	0,6898	0,80765	6,2349	9,1215	7,6782
Nr19	0,8282	0,6656	0,7469	6,9598	6,1564	6,5581
Nr20	0,8393	1,1717	1,0055	7,2526	8,2679	7,76025
		R_a medelvärde	0,96842675		R_i medelvärde	7,86083

Ra-värde för pressad rulle RQ3 XXX stor

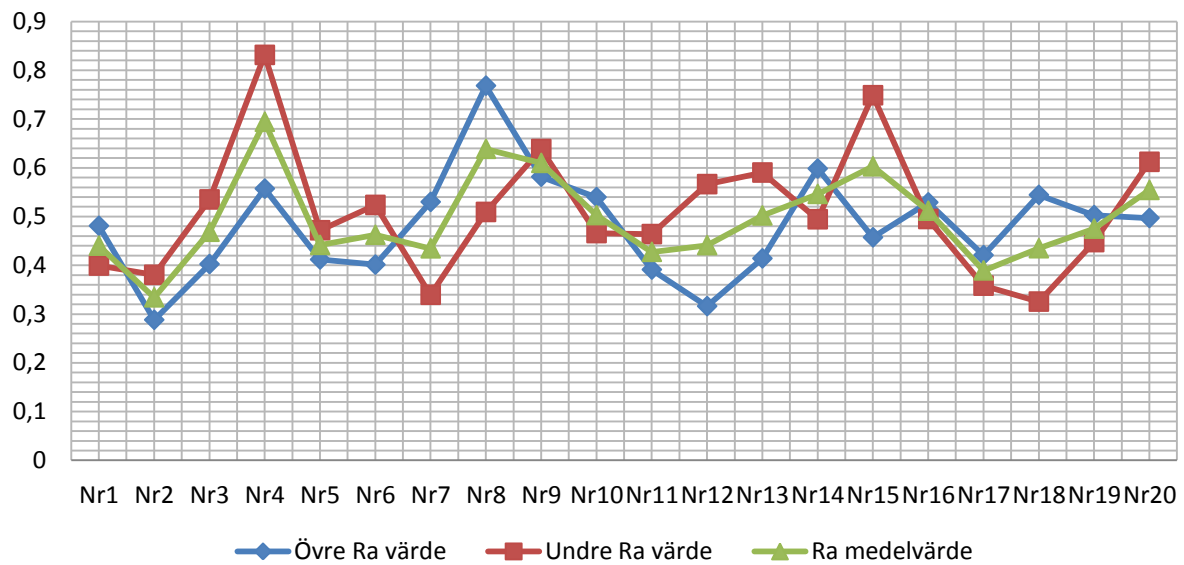


Rt-värde för pressad rulle RQ3 XXX stor

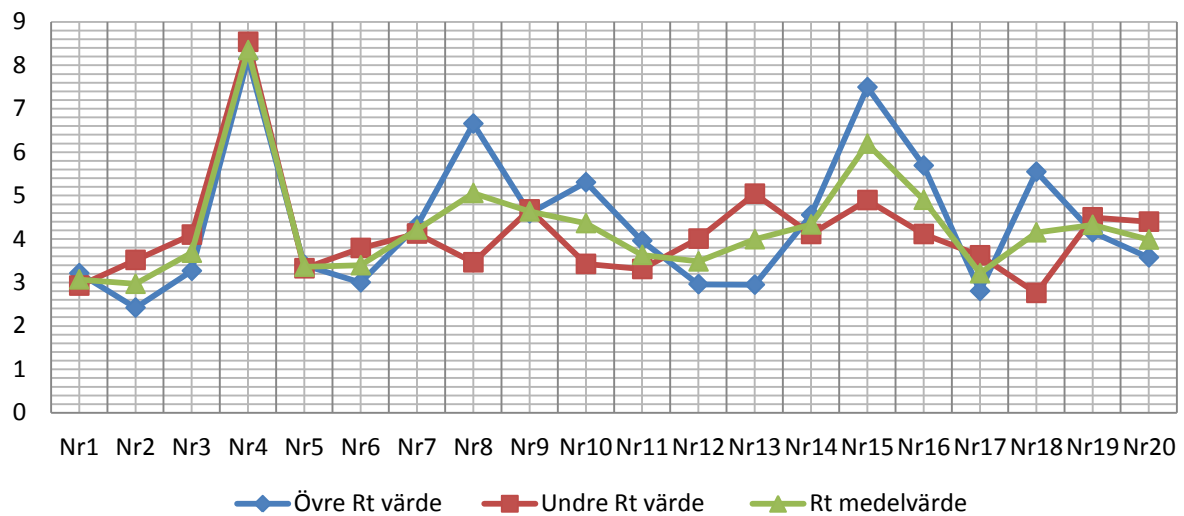


Pressad Rulle RQ3 XXXSTOR	Över R _A värde	Undre R _A värde	R _A medelvärde	Övre R _I värde	Undre R _I värde	R _I medelvärde
Nr1	0,4016	0,2173	0,30945	2,8979	2,1782	2,53805
Nr2	0,3736	0,1376	0,2556	3,3358	1,4826	2,4092
Nr3	0,2757	0,3148	0,29525	4,2051	2,4453	3,3252
Nr4	0,3495	0,3471	0,3483	2,8784	3,1691	3,02375
Nr5	0,1292	0,3348	0,232	1,277	3,8501	2,56355
Nr6	0,3931	0,407	0,40005	3,2643	2,9167	3,0905
Nr7	0,4933	0,4619	0,4776	3,4898	4,7131	4,10145
Nr8	0,3279	0,232	0,27995	3,5546	2,3634	2,959
Nr9	0,3742	0,3684	0,3713	2,93	2,1818	2,5559
Nr10	0,2241	0,1571	0,1906	2,1815	2,1801	2,1808
Nr11	0,3867	0,2475	0,3171	3,2057	2,8547	3,0302
Nr12	0,1549	0,108	0,13145	2,5303	1,1857	1,858
Nr13	0,3603	0,3543	0,3573	4,8345	3,4094	4,12195
Nr14	0,3806	0,3674	0,374	5,0677	4,0982	4,58295
Nr15	0,288	0,3841	0,33605	2,4782	3,6493	3,06375
Nr16	0,3072	0,2579	0,28255	2,8664	2,0483	2,45735
Nr17	0,3657	0,3664	0,36605	3,2835	2,948	3,11575
Nr18	0,3305	0,417	0,37375	3,9435	5,6116	4,77755
Nr19	0,4458	0,344	0,3949	3,5634	2,8716	3,2175
Nr20	0,3015	0,3395	0,3205	3,6776	3,8011	3,73935
		R_A medelvärde	0,3206875		R_I medelvärde	3,1355875

Ra-värde för opressad cuts RQ3 XXX stor



Rt-värde för opressad cuts RQ3 XXX stor



Opressad cuts RQ3 XXX STOR	Över R _a värde	Undre R _a värde	Ra medelvärde	Övre R _t värde	Undre R _t värde	Rt medelvärde
Nr1	0,4808	0,3992	0,44	3,2113	2,9256	3,06845
Nr2	0,2879	0,3802	0,33405	2,4184	3,5163	2,96735
Nr3	0,4023	0,5348	0,46855	3,2655	4,0988	3,68215
Nr4	0,557	0,8312	0,6941	8,1579	8,536	8,34695
Nr5	0,4117	0,4716	0,44165	3,4009	3,3237	3,3623
Nr6	0,4012	0,5235	0,46235	3,0001	3,7907	3,3954
Nr7	0,5298	0,3393	0,43455	4,3071	4,1235	4,2153
Nr8	0,7681	0,5091	0,6386	6,6543	3,4612	5,05775
Nr9	0,5814	0,6382	0,6098	4,5885	4,6786	4,63355
Nr10	0,5396	0,4658	0,5027	5,3035	3,4242	4,36385
Nr11	0,391	0,4637	0,42735	3,9592	3,307	3,6331
Nr12	0,316	0,5662	0,4411	2,9587	4,0062	3,48245
Nr13	0,4139	0,59	0,50195	2,9467	5,0402	3,99345
Nr14	0,5981	0,4942	0,54615	4,5532	4,1131	4,33315
Nr15	0,4571	0,7485	0,6028	7,4933	4,8939	6,1936
Nr16	0,5288	0,4947	0,51175	5,689	4,1126	4,9008
Nr17	0,4206	0,358	0,3893	2,8016	3,6215	3,21155
Nr18	0,5442	0,3253	0,43475	5,5469	2,7574	4,15215
Nr19	0,5027	0,4473	0,475	4,1531	4,4967	4,3249
Nr20	0,4967	0,6119	0,5543	3,574	4,3973	3,98565
		Ra medelvärde	0,49554		Rt medelvärde	4,2651925

Differensen RA mellan opressad cuts och pressad rulle LITEN 0,15021675 15,021674 µm

Differensen RA mellan opressad cuts och pressad rulle STOR 0,1748525 17,48525 µm

Differensen RT mellan opressad cuts och pressad rulle LITEN 0,076615 7,6615 µm

Differensen RT mellan opressad cuts och pressad rulle STOR 1,129605 112,9605 µm

FMEA Number	
Prepared by: Aysun Pehlivan och Niklas Henningsson	
PFMEA Date (Orig)	
(Latest Revision Date)	

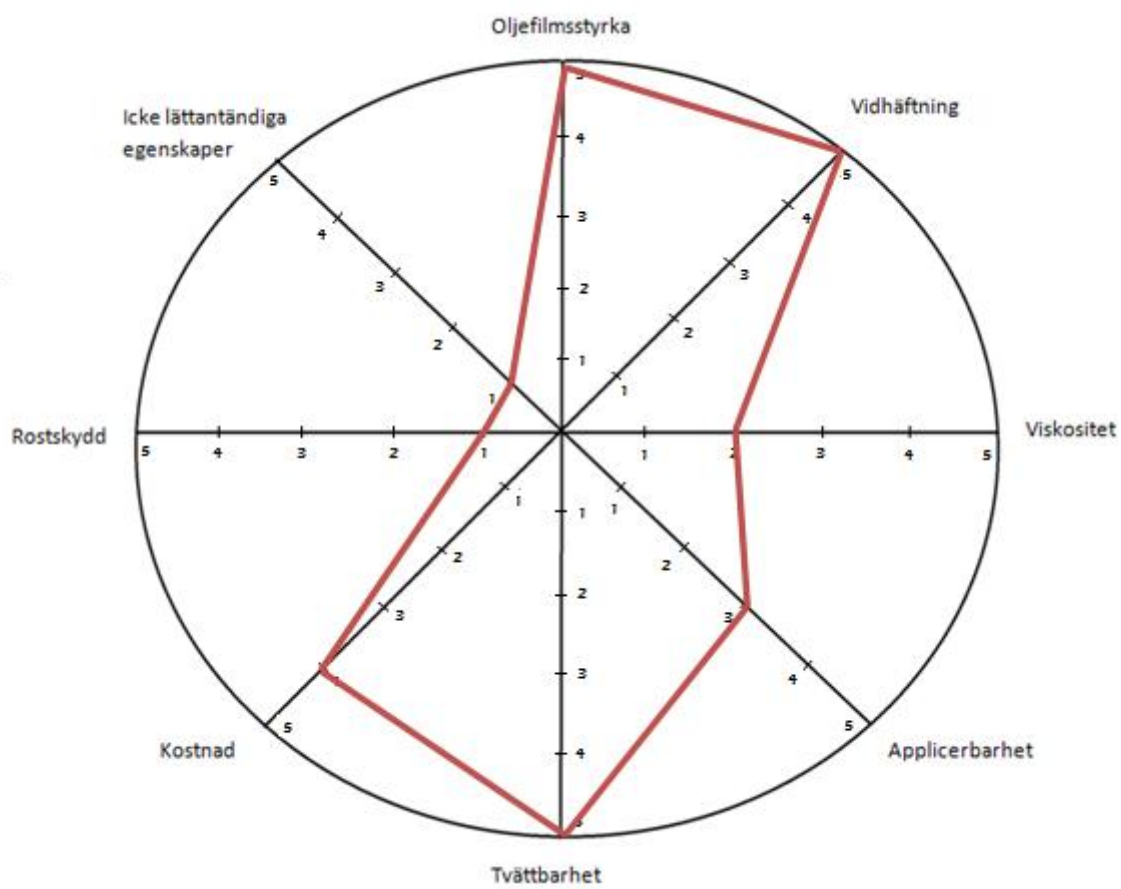
National Machinery 241	Process Responsibility
Product/Service Family	Key Date

Core Team									
Process Step	Input	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) Failure	Severity	Class	Potential Cause(s)/Mechanisms of Failure	Occurrence	Current Process Controls Detection	Detection RPN
Material hantering	Leverans enl. spec.	Leverans uteblir	Process stop	8		Transportproblem	3	Avklarning vid leverans	1 24
Material hantering	Leverans enl. spec.	Fel material levererat	Process stop	8		Oklar beställningsrutin	3	Avklarning vid leverans	2 48
Material hantering	Leverans enl. spec.	Defekter på materialet	Process stop/reklamation	8		Fel hos leverantör	3	Visuell kontroll	3 72
Maskin matningsprocess	Matnings hastighet	Ingen matning	Tråden matas inte alls	8		Elmotor fel	2	Förebyggande underhåll	2 32
Maskin matningsprocess	Matnings hastighet	Ingen matning	Tråden matas inte alls eller matas ojämnt	8		Fel maskininställning	2	Uppdatera omställningsprotokollen	4 64
Maskin matningsprocess	Matnings hastighet	Ingen matning	Tråden matas inte alls eller matas ojämnt	8		Fel maskininställning/omställningsinstruktioner	3	Uppdatera omställningsprotokollen	2 48
Maskin matningsprocess	Matnings hastighet	Ingen matning	Funktionen för matning fungerar dåligt	8		Dåligt underhållet	3	Reparera lägg arbetsorder	2 48
Maskin matningsprocess	Matnings hastighet	Ingen matning	Funktionen för matning fungerar dåligt	8		Matarhjulen slirar på tråden	3		4 96
Maskin matningsprocess	Tråd Rätning	För mycket rättningskraft	Tråden rätas för mycket och får positiv vinkel/Defekt	6		Fel maskininställning/omställningsinstruktioner	5	Uppdatera omställningsprotokollen	2 60

Maskin matningsprocess	Tråd Rätning	För lite rättningskraft	Tråden rätas för lite och får negativ vinkel/process stop	6		Fel maskininställning/omställningsinstruktioner	5	Uppdatera omställningsprotokollen	2	60
Maskin matningsprocess	Tråd Rätning	För lite rättningskraft	Tråden rätas för lite och får negativ vinkel/process stop	6		Defekt rätarhjul/Bristfällig service	2	Avlägg arbetsorder till service	7	84
Maskin matningsprocess	Omställningsinstruktioner	Rättningsverket blir fel inställt	Defekta Cutsar/process stop	6		Fel i Omställnings rutiner/Mänskliga faktorn	4		2	48
Tråd klippningsprocess	Dimansionsklippverktyg	Defekt på klippverktyg	Defekta Cutsar/process stop	8		Tillverkningsfel/Materialfel/Konstruktionsfel av verktygen	5	Uppdatera Matrisdesign/Utvärdera	3	120
Tråd klippningsprocess	Omställningsinstruktioner	Klippprocessen blir fel	Defekta Cutsar/process stop	6		Oklara omställningsinstruktioner	4	Uppdatera omställningsprotokollen	3	72
Tråd klippningsprocess	Omställningsinstruktioner	Quill & klippblock blir felinställt	Defekta cutsar Geometrifel/process stop	6		Oklara omställningsinstruktioner	5	Uppdatera omställningsprotokollen	3	90
Smörjningsprocess	FOOD PROF smörjmedel	Fel Smörjmedel egenskaper	Ökat pressmotstånd/verktögsförlitning	6		Oklar	4	Visual control	7	168
Pressning av Rullar	Cuts med foodproof	Cuts utan eller med för lite smörjmedel	Skrapningar på rullen	6		dimsmörjning urfunktion/Stop i ledningar/Shut på olja	4	Visuell kontroll	6	144
Pressning av Rullar	Cuts med foodproof	Cuts utan eller med för lite smörjmedel	Värmeutveckling pga. ökad friktion	6		dimsmörjning urfunktion/Stop i ledningar/Shut på olja	8	Visuell kontroll	7	336
Pressning av Rullar	Maskininställning	Maskinen blir felinställd	Geometrifel på rullar/Process stop	6		Fel i Omställnings rutiner/Mänskliga faktorn	4	Första styckskontroll/uppdatera omställningsprotokoll	3	72
Pressning av Rullar	Omställningsinstruktioner	Maskinen blir felinställd	Defekta Rullar	6		Fel i Omställnings rutiner/Mänskliga faktorn	2	Första styckskontroll/uppdatera omställningsprotokoll	2	24
Pressning av Rullar	Typverktyg/Matriser	Defekta Matriser	Defekta Rullar/Process stop	8		Tillverkningsfel/Materialfel/Konstruktionsfel av verktygen	2	Kontakta maskinverkstan för utredning	3	48
Pressning av Rullar	Typverktyg/Matriser	Typverktyg fel för Orden	Process stop	8		Fel i Omställnings rutiner/Mänskliga faktorn	2	Följ rutiner kring Omställningar	3	48
Pressning av Rullar	Typverktyg/Matriser	Fel monterade matriser	Matriserna går sönder	6		Mänskliga faktorn	2	Följ rutiner kring Omställningar	4	48
Mätningar av pressade rullar	Pressad rulle	Fel inställda mätlockor	Rulle utanför tolerans/defekt	6		Oklara mätlocksinstruktioner/mänskliga faktorn	4	Kontrollera mot typullen/följ omställningsinstruktioner	2	48
Mätningar av pressade rullar	Pressad rulle	Mätlockor defekta	Rulle går inte att mäta	8		Byt mätlocka	2	Kontakta mättrum för uppföljning	2	32

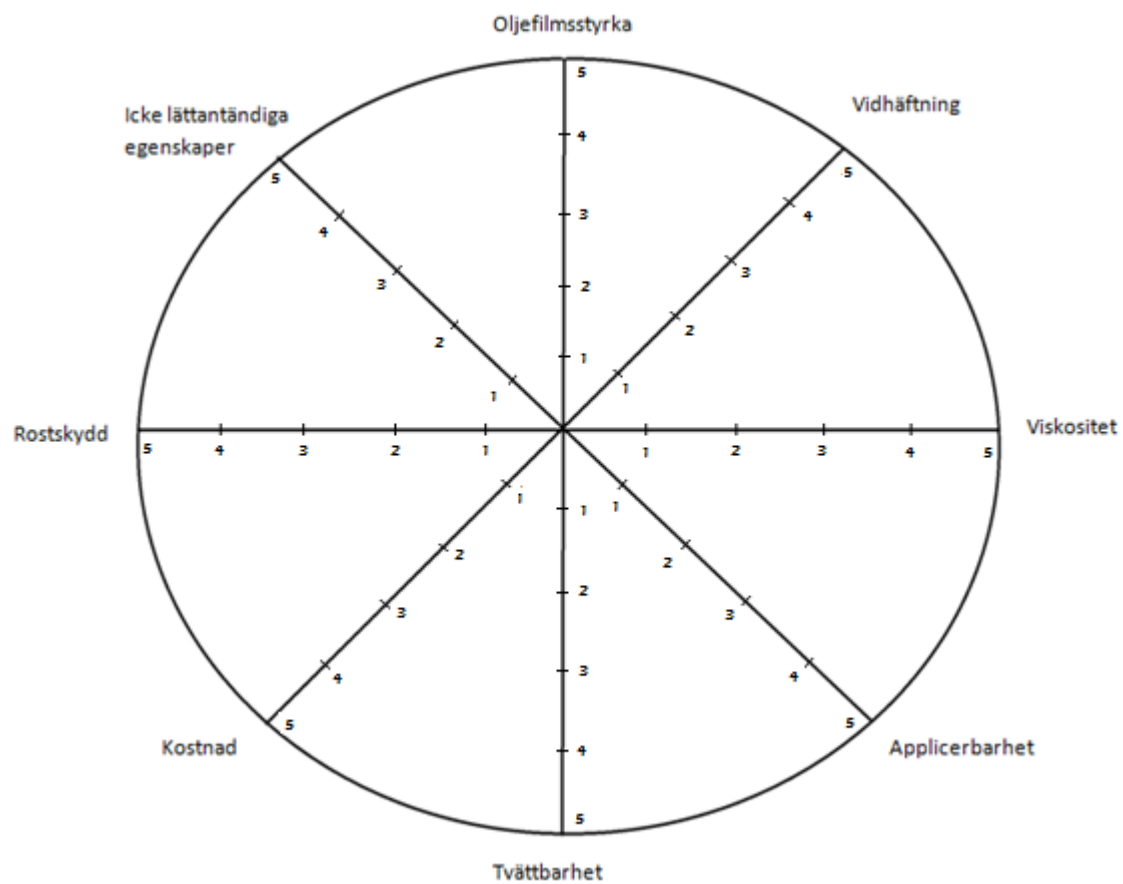
Egenskapsmatris

Bilaga 8. Sid 1 (2)



Egenskapsmatris

Bilaga 8. Sid 2 (2)



	Process Map				
Project Title	Del B				
Belt:	BU:	Date: 2011-10-26	Version: 1	Page	1
Input	Class		Step		Output
Leverans enligt specifikation			Verktgshantering		Dimensioner Materialkvalitet Toleranser Rätt typverktyg
Typverktyg Operatör Omställningsinstruktion			Omställningsprocess		Rätt maskin inställning
Kuts med smörjmedel och beläggning Presskraft Omställning Instruktion Maskininställning Extra dimsmörjning			Pressning		Slitage på verktyg Rullar Friktionsvärme
Kuts Smörjmedels viskositet Smörjfilmstjocklek Mängd på smörjmedel Vätbarhet Bärighet			Verktgfsörslitning		Grader Repor på rulle Rulle utanför tolerans Fel på verktyg
Fel på verktyg Fel på revision			Verktgsutbyte		Rätt revision Rätt verktyg

Six Sigma Cause and Effect Matrix – Del B

Bilaga 10. Sid 1 (1)

			1	2	3	4	5	
			Rating of Importance to Customer	10	3			
			<u>Key</u> Process Outputs	Slitage på verktyg	Dimension/tolerans			
	Process Step	Process Input						Total
1	Verktügsförslitning	Slitage mellan yttre och inre matris	9	9				117
2	Verktügsförslitning	Slitage på mantelytan på matris	9	9				117
3	Verktügsutbyte	Fel på verktyg	9	9				117
4	Verktügsutbyte	Fel revision	9	9				117
5	Pressning	Kuts med smörjmedel och beläggning	9	3				99
6	Pressning	Extra dimsörjning	9	3				99
7	Pressning	Presskraft	9	1				93
8	Verktügshantering	Leverans enligt specifikation	3	3				39
9	Omställningsprocess	omställningsinstruktion	3	3				39
10	Pressning	omställning	3	3				39
11	Pressning	maskininställning	3	3				39
12	Omställningsprocess	Typverktyg	1	9				37
13	Omställningsprocess	Operatör	1	3				19
14	Pressning	Instruktion	1	3				19
34								0
35								0
Total			780	210	0	0	0	

LOGBOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP	RULLTYP	DATUM	2009-06-09
ORDER NR	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 1
KÖRDA	KÖRDA		
KASS	KASS		
GODKÄNDA	GODKÄNDA		

[illegible]

LOGBOOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP	RULLTYP	DATUM	2009-06-10
ORDER NR	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 4
KÖRDA	48 000	KÖRDA	
KASS	200	KASS	
GODKÄNDA	47800	GODKÄNDA	

[illegible]

LOGBOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP	RULLTYP	DATUM	2009-07-02
ORDER NR	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 2
KÖRDA	KÖRDA		
KASS	KASS		
GODKÄNDA	GODKÄNDA		

[illegible]

LOGBOOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP		RULLTYP	DATUM	2009-07-08
ORDER NR		ORDER NR	SKIFT LAG	Lag 2
KÖRDA	24 300	KÖRDA		
KASS	1 900	KASS		
GODKÄNDA	22 400	GODKÄNDA		

[illegible]

LOGBOOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP		RULLTYP	DATUM	2009-09-16
ORDER NR		ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 3
KÖRDA	30 000	KÖRDA		
KASS	500	KASS		
GODKÄNDA	29 500	GODKÄNDA		

[illegible]

LOGGBOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYYP	RULLTYP	DATUM	2009-09-16
Lag 3	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 2
KÖRDA	14 500	KÖRDA	
KASS	200	KASS	
GODKÄNDA	14 300	GODKÄNDA	

[illegible]

LOGGBOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYPE	RULLTYPE	DATUM	20090918
ORDER NR	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 3
KÖRDA	45 200	KÖRDA	
KASS	1 200	KASS	
GODKANDA	44 000	GODKANDA	

[illegible]

LOGGBOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP	RULLTYP	DATUM	20091208
ORDER NR	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 2
KÖRDA	28 100	KÖRDA	
KASS	1 500	KASS	
GODKANDA	26 600	GODKANDA	

[illegible]

LOGBOOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP	RULLTYP	DATUM	20091210
ORDER NR	ORDER NR	SKIFT LAG	Lag 2
KÖRDA	35 500	KÖRDA	
KASS	500	KASS	
GODKÄNDA	35 000	GODKÄNDA	

[illegible]

LOGBOOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP	RULLTYP	DATUM	20091214
ORDER NR	ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 2
KÖRDA	31 600	1 358	
KASS	300	1 358	
GODKÄNDA	31 300	GODKÄNDA	

[illegible]

LOGGBOK
NATIONAL PRESSARNA

RULL TYPE		RULLTYPE		DATUM	20100328
ORDER NR		ORDER NR		SKIFTLAG	Lag 4
KÖRDA	70 000	KÖRDA			
KASS	2 200	KASS			
GODKÄNDA	67 800	GODKÄNDA			

[illegible]

LOGGBOK

NATIONAL PRESSARNA

RULL TYP		RULLTYP	DATUM	20101120
ORDER NR		ORDER NR	SKIFTLAG	Lag 1
KORDA	21 100	KORDA	4 600	
KASS	550	KASS	1 240	
GODKANDA	20 550	GODKANDA		

RÄKNEVERK	PROBLEM	ÅTGÄRD	OK API
54 700		Start	
55 400		Stans inner matris	
63 500		Coil	
75 900		Slut på ordern	
0		Omställning till 24126-C/VW027	
4 600		Slut på skift städar	
		Maskin OK	
		Lossa inte tången. Om ni behöver byta matriser.	
		Den är lyft lite brann i maskinen	

Datainsamling – Verktygsutbyte och kassationer

Bilaga 12. Sid 1 (1)

Örning Datum	Skiftlag	Start	Slut	Körda	Kassationer	Andel kassationer	Stans inre	Dyn inre	Dubb	Dimpel
2009-06-09	1	0	39000	39000	1114	0,028564	34200			25000
2009-06-10	4	39000	87000	48000	200	0,004167	24400	76900		
2009-07-02	2	0	18800	18800	900	0,047872	19000	15300	13000	
2009-07-03	2	18800	52000	33200	600	0,018072	28500	34700	29000	
2009-07-06	2	52000	96400	44400	700	0,015766	46800			
2009-07-07	2	96400	130000	33600	400	0,011905	19700	65700		
2009-07-08	2	130000	154300	24300	1900	0,078189	23400			
2009-09-16	3	0	30000	30000	500	0,016667	26000			
2009-09-16	2	30000	44500	14500	200	0,013793				
2009-09-17	4	44500	60000	15500	200	0,012903	29000			
2009-09-17	3	60000	91000	31000	450	0,014516	34900	70000		70000
2009-09-17	2	91000	133000	42000	400	0,009524	28900	56500		
2009-09-18	3	133000	180200	47200	1200	0,025424	37800	50500		65700
2009-09-18	2	180200	207600	27400	1600	0,058394	41400			
2009-11-19	4	15200	51200	36000	700	0,019444	37400	37400		37400
2009-11-19	2	51200	95500	44300	300	0,006772	40400	58100		
2009-12-08	2	0	28100	28100	1500	0,053381				
2009-12-09	2	28100	55200	27100	900	0,03321	32600		35700	39600
2009-12-10	1	55200	85200	30000	900	0,03	34300			15600
2009-12-10	2	85200	120700	35500	500	0,014085	47100	114000		
2009-12-14	2	120700	152300	31600	300	0,009494			90800	82500
2010-01-26	2	0	23100	23100	1200	0,051948				
2010-01-26	4	23100	60300	37200	550	0,014785	36000			32400
2010-01-26	2	60300	101000	40700	500	0,012285	36100	72100		29500
2010-01-27	4	101000	135100	34100	9000	0,26393	33300	61900		46200
2010-01-28	2	135100	161800	26700	400	0,014981	50000			
2010-02-25	2	0	20300	20300	500	0,024631				
2010-02-25	4	20300	59100	38800	4000	0,103093	17000	34100		
2010-02-25	4	20300	59100	38800	4000	0,103093	17100	17200		
2010-02-25	4	20300	59100	38800	4000	0,103093	22500			
2010-02-25	2	59100	98700	39600	1450	0,036616	19900	51200		
2010-02-25	2	59100	98700	39600	1450	0,036616	8900			
2010-02-26	4	98700	122000	23300	1300	0,055794				
2010-03-28	4	0	70000	70000	2200	0,031429	49300		9200	
2010-03-29	1	70000	104500	34500	1535	0,044493	28800	78100	18100	
2010-04-11	2	0	60100	60100	900	0,014975	23000	57500		
2010-04-11	2	0	60100	60100	900	0,014975	20900			
2010-04-12	1	60100	92500	32400	726	0,022407	21100		60100	
2010-04-12	4	92500	100300	7800	180	0,023077				
2010-06-08	4	0	36000	36000	600	0,016667				
2010-06-09	3	36000	62000	26000	1000	0,038462	54000	54000		30200
2010-06-09	1	62000	96000	34000	400	0,011765	40000	42000		500
2010-06-09	4	96000	131000	35000	600	0,017143				44200
2010-06-10	1	131000	160700	29700	6700	0,225589	44900		37000	
2010-10-04	3	0	4000	4000	400	0,1				
2010-10-04	2	4000	40300	36300	200	0,00551		23200		
2010-10-05	1	40300	73100	32800	3115	0,09497	46400	49800		56240
2010-10-05	3	73100	103500	30400	400	0,013158	38100			
2010-11-18	1	0	15800	15800	1200	0,075949				
2010-11-19	1	15800	54700	38900	1861	0,047841				
2010-11-20	1	54700	75800	21100	550	0,026066	55400			

One-way ANOVA: Kassationer versus Skiftlag

Source	DF	SS	MS	F	P
Skiftlag	3	19146091	6382030	2,56	0,066
Error	47	117000182	2489366		
Total	50	136146273			

S = 1578 R-Sq = 14,06% R-Sq(adj) = 8,58%

Individual 95% CIs For Mean Based on
Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	10	1810	1889
2	22	805	507
3	6	658	350
4	13	2118	2563

0 1000 2000 3000

Pooled StDev = 1578