

CHALMERS



Kartläggning och utredning av smidesprocessen – Ett Six Sigma-projekt för att identifiera källor till kvalitetsvariation

Mapping and investigation of the forging process – A Six Sigma
project to identify sources of quality variation

*Examensarbete för högskoleingenjörsexamen inom
Maskiningenjörsprogrammet*

Kim Axelsson

Annika Martinsson

Institutionen för Material- och tillverkningsteknik
Avdelningen för Avancerad oförstörande provning
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sweden, 2014

Examinator: Peter Hammersberg Examensarbete No. 117/2014

FÖRORD

Detta examensarbete utfördes under våren 2014 i samarbete med Sandvik Materials Technology i Sandviken. Projektet omfattar 15 högskolepoäng och är den avslutande delen av Maskiningenjörsprogrammet med inriktning teknisk utveckling på Chalmers Tekniska Högskola.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Peter Hammersberg för vägledning och många goda råd.

På Sandvik Materials Technology's materialforskning vill vi rikta tack till vår handledare Jan Haraldsson för stöd och hjälp under hela projektets gång. Vi vill även tacka Lina Ek och Jenny Enecker som gav oss ovärderlig hjälp om allt som har med smidesprocessen att göra. Tack till personalen i smidesanläggningen för att de besvarade alla våra frågor och funderingar med stort tålamod.

Ytterligare vill vi tacka Jenny Gerbino för allmänt stöd och goda råd om processer och flöden.

Kim Axelsson och Annika Martinsson

Göteborg Juni 2014

SAMMANFATTNING

Under en längre tidsperiod har Sandvik Materials Technology haft runt 50 % kvalitetsutbyte på två produkter som genomgår smidning. Då Sandvik har kontroll över blandningsprocessen tros kvalitetsvariationer uppkomma under varmbearbetningen, värmebehandlingen eller kombination av dessa. Kvalitetsvariationerna leder till störningar i övriga produktionen då produkterna kräver ombearbetning, något som även får ekonomiska och miljömässiga konsekvenser. På grund av produktionsstopp under projektets gång kunde inte fokus läggas på de två nämnda produkterna utan syftet blev att utreda kvalitetsvariation i smidet generellt. Med hjälp av Six Sigma-metodik undersöktes och kartlades smidesprocessen.

Via observationer, intervjuer och ett antal kvalitetsverktyg gjordes en nulägesanalys av smideprocessen. Viktiga nyckelfaktorer som påverkar variation togs fram och analyserades med hjälp av feleffektsanalys och Ishikawadiagram.

Nulägesanalysen resulterade i en uppdelning av faktorer som påverkar kvalitetsvariation i mikro- och makronivå. Resultat på makronivå visar att dagens mätsystem inte speglar verkligheten, att det finns en avsaknad av ledning samt att återkoppling och kommunikation brister i processen. Dessa faktorer påverkar direkt eller indirekt de faktorer på mikronivå som framkommit av kartläggningen; systemet tillåter för stor frihet; problematik finns kring arbetsrutiner; stora riskfaktorer kring rikttningsförfarande; maskinparken är gammal och sliten.

Utifrån resultaten rekommenderas Sandvik Materials Technology att arbeta med de faktorer som uppkommit på makronivå för att komma tillrätta med spridningen i kvalitet. Man bör upprätta ett mätsystem som speglar verkligheten och mäter de faktorer som påverkar variation. Skapa förutsättningar och riktlinjer för enhetliga och informativa kommunikationsvägar samt verka för en kunskapsdelande arbetsmiljö och generera en gemensam målbild för berörd personal kring smidesprocessen genom styrning och beslutsfattande på högre nivåer i organisationen.

Nyckelord: Six Sigma, smide, processförbättring, kvalitet, variation

SUMMARY

During a period of time Sandvik Materials Technology has had 50 % quality yield with two products that undergo forging. Since Sandvik has control over the mixing process the hypothesis is that quality variations arise during hot working, heat treatment or in a combination of these two. Said quality variations results in interference in the production flow due to reprocessing, and therefore has economic and environmental consequences. Because of downtime during the project, focus shifted from investigating only the two aforementioned products to an investigation of the quality variation in the forging process in general. Examination and mapping of the forging process was conducted by using Six Sigma methodology.

Through observations, interviews and usage of a number of quality tools, a situation analysis of the forging process was performed. Important key factors that affect variation were identified and analyzed using failure mode effect analysis and Ishikawa diagram.

Situational analysis resulted in a breakdown of factors affecting the quality variation in to micro and macro level. Results at macro level show that today's measurement systems do not truly reflect the process, there is a lack of leadership and feedback and communication is insufficient in the process. These factors influence the factors at the micro level directly or indirectly. Factors at micro level was identified as; system allows too great freedom; problems are related to work practices; major risk factors surrounding the direction proceeding and the fleet is old and worn after the situational analysis.

As a result recommended actions to be taken by Sandvik Materials Technology is to work on the factors that emerged at the macro level to deal with the proliferation of quality. A measurement system should be established, that reflects the reality of the process and measures the factors that influence variation. Create conditions and guidelines for consistent informative communication channels and promote a knowledge sharing environment. Also generate a common vision for the personnel working within the forging process by controlling and decision-making at higher levels in the organization.

Key words: Six Sigma, forging, process improvement, quality, variation

ORDLISTA

SMT: Sandvik Materials Technology

DMAIC: Förbättringsmetodik inom Six Sigma

Glama: Chargeringsmaskin som används för förflyttningar av ämnen i vagnugn

Manipulator: Maskin som matar ämnet genom smidespressen

Stickserie: Förprogrammerad deformationsserier som används vid bland annat smide

Appen: IT-system som anger var i produktion ämnet befinner sig

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 Sandvik och Sandvik Materials Technology	1
1.2 Bakgrund	1
1.3 Syfte	2
1.4 Avgränsningar	2
1.5 Precisering av frågeställning	2
2 TEORETISK REFERENSRAM	3
2.1 Kvalitetsbegreppet och Total Quality Management	3
2.1.1 Variation	4
2.1.2 Styrdiagram	4
2.2 Smidesprocessen	5
2.3 Kvalitetsproblem i smidesprocessen	6
2.3.1. Inre fel	6
2.3.2 Dimensionsfel	6
2.3.3 Ytfel	7
2.4 Kvalitetsbristkostnader	7
2.5 Six Sigma	8
2.5.1 DMAIC - cykeln	8
2.6 Organisationens roll i förbättringsarbete	9
3 METOD	11
3.1 Litteraturstudie	11
3.2 Observationer och intervjuer	11
3.3 Problembeskrivning	12
3.4 Processkartläggning	12
3.6 Utvärderingsmetoder	13
4 RESULTAT	14
4.1 Nulägesanalys	14
4.1.1 Observationer och intervjuer	14
4.1.2 Problembeskrivning	14
4.1.3 Processkartläggning	16
4.2 Kartläggning av rotorsaker	19
4.2.1 Orsak och verkan-matris	19
4.2.2 Feleffektsanalys	21
4.2.3 Ytterligare orsaker till variation	24

5 DISKUSSION	27
5.1 Problematik på mikronivå	27
5.2 Problematik på makronivå	29
5.3 Ekonomiska och miljömässiga konsekvenser	31
5.4 Att sätta problembeskrivningen i ett större sammanhang	31
5.5 Fortsatt arbete	32
6 SLUTSATS	34
Referenser.....	35

1. INLEDNING

En studie utfördes på smidesanläggningen på Sandvik Materials Technology i Sandviken. Följande kapitel ger en bakgrund till projektet och en kort bakgrund till företaget. Ytterligare presenteras bakgrund till problemställning, syfte, avgränsningar samt frågeställningar.

1.1 Sandvik och Sandvik Materials Technology

Sandvik är ett högteknologiskt forskningsföretag inom metallbearbetning, gruv- och anläggningsindustrin samt materialteknik. Ett av de fem affärsområden inom vilka Sandviks verksamhet bedrivs är Sandvik Materials Technology (SMT) i Sandviken. (Sandvik AB 2014). På SMT utvecklas och tillverkas avancerade rostfria stål och andra högpresterande material till krävande miljöer. Verksamheten är fördelad på fyra produktområden: Tube, Strip, Primary products och Wire and Heating technology. (Sandvik Materials Technology 2014)

Smidesproduktionen på SMT ligger under produktområdet Primary, är belägen i götverksbyggnaden på området och togs i drift år 1971. Anläggningen består av en hydraulisk smidespress, två rälsbundna manipulatorer, en mobil chargeringsmanipulator kallad Glama, en stegbalksugn, fyra vagnugnar, en svalbädd samt två vattenkar för släckning av stång. Smidespressen används huvudsakligen för att tillverka grov rund stång och grova runda ämnen avsedda för tillverkning till extruderade rör. År 1998 byggdes smidesanläggningen ut med en ny släckglödgningsanläggning.¹

1.2 Bakgrund

Ursprungligen var uppgiften med detta arbete att undersöka orsaken till kvalitetsvariationer hos två högt prioriterade produkter. Till dessa produkter tillverkas legeringar som varmbearbetas och därefter genomgår värmebehandling. Sandvik har kontroll över blandningsprocessen och därav tros kvalitetsvariationer uppkomma under varmbearbetningen, värmebehandlingen eller kombination av dessa. Vid tidigare observationer utförda av SMT, har kvalitetsbrister i form av tvärgående sprickor, glödgningsfläckar och dimensionsvariationer uppkommit under varmbearbetning. Varmbearbetningen på dessa produkter sker i form av valsning eller smidning. Kvalitetsvariationerna leder till behov av ombearbetning och skapar därmed störning i den övriga produktionen, vilken består av grundmaterialstillverkning till både interna och externa kunder. Sandviks behov och nytta av denna typ av undersökning är därför stor då störningarna medför ekonomiska, tidsmässiga samt miljömässiga konsekvenser.

På grund av produktionsstopp kan dock inte tillräcklig mätdata hämtas inom projektets tidsram och projektet styrs om. Uppgiften nu är att med hjälp av Six Sigma-metodik undersöka och kartlägga smidesprocessen på SMT, i syfte att utreda kvalitetsvariation. Fokus är att ta fram problembeskrivning samt underlag till förbättringar för att ge SMT förutsättningar för fortsatt arbete med kvalitetsvariationer inom smide. Produkter som genomgår smide uppvisar alla någon form av variation, dock är de två tidigare produktslagen problemområden då de emellanåt endast har 50 % kvalitetsutbyte.

¹ Bo Wiklund förbättringsledare Smide SMT, samtal den 1 april 2014.

1.3 Syfte

På beställning av SMT är författarnas uppgift att kartlägga och undersöka smidesprocessen. Syftet är att definiera problem med processen, analysera orsaker till variation och att ge en grund för ett fortsatt arbete med kvalitetsvariationer.

1.4 Avgränsningar

Detta arbete är avgränsat till smidesprocessen och är förlagt till SMT och dess produktområde Primary Products under en fyraveckorsperiod, övrigt arbete utförs därefter på CTH. Med hänsyn till projektets längd kommer endast define-, measure- och analyzefasen av Six Sigmas DMAIC-metodik att utföras. Större ekonomiska beräkningar kommer inte genomföras, dock kommer ekonomiska såväl som miljömässiga aspekter beaktas under arbetets gång.

1.5 Precisering av frågeställning

Kartläggning och undersökning av smidesprocessen ska genomföras med hjälp av följande frågeställningar:

- Hur ser processen ut i nuläget?
- Vilka nyckelfaktorer leder till kvalitetsvariationer i processen i dagsläget?
- Vilka är de största utmaningarna för att skapa en mätbar och hållbar process?
- Hur ska utmaningarna angripas för att säkerställa en mätbar och hållbar process?

2 TEORETISK REFERENSRAM

I detta kapitel kommer teori kring smidesprocessen samt de kvalitetsproblem som uppkommer i smide att presenteras. Projektets mål; att undersöka och finna orsaker till kvalitetsvariation, görs genom Six Sigma-metodik och därav avhandlas även detta i kapitlet.

2.1 Kvalitetsbegreppet och Total Quality Management

Det finns inom kvalitetstekniken många definitioner på vad kvalitet är. Bergman och Klefsjö (2010) har gjort följande definition efter att ha studerat arbetet hos pionjärer inom kvalitetsområdet:

“The quality of a product is its ability to satisfy, or preferably exceed, the needs and expectations of the customer.” (Bergman & Klefsjö 2010, s.23).

Total quality management, härnäst TQM, är ett koncept som många företag jobbar utifrån och innebär ett konsekvent arbete med kvalitetsfrågor. Grundstenarna inom TQM är kunden i centrum, beslut baserat på fakta, fokus på processen, ständig förbättring, delaktighet och engagerat ledarskap, något som illustreras i Figur 2.1. (Bergman & Klefsjö 2010).



Figur 2.1. Grundstenarna inom Total Quality Management.

Inom TQM eftersträvas ett holistiskt synsätt på kvalitetsfrågor. Målet med konceptet är att skapa ökat kundvärde med mindre resursåtgång, vilket kan åstadkommas med hjälp av diverse metoder och verktyg. För att lyckas krävs ett långsiktigt och medvetet engagemang på ledningsnivå. Fokus ligger på att öka kundnyttan, vilket gäller interna såväl som externa kunder. En åtgärd som inte är av värde för kunden är onödig. Beslut ska baseras på fakta och för att kunna göra det krävs kunskap om variation. Detta återkommer mer detaljerat senare i kapitlet. Numerisk fakta redovisas med hjälp av de 7QC-verktygen medan verbal fakta med fördel redovisas med hjälp av de 7QM-verktygen. Stort fokus ligger på processen och att förstå hur den fungerar och förbättra den. Det är därför nödvändigt att analysera data över tid. Ständig förbättring är viktigt för ett lyckat kvalitetsarbete och för att alltid ligga i framkant gentemot konkurrenter. Det finns alltid ett sätt att använda mindre resurser och samtidigt förbättra kvaliteten. Den sista grundstenen inom TQM är att skapa delaktighet. En medarbetare kan inte ta ansvar om den inte har all information. Motivation och engagemang

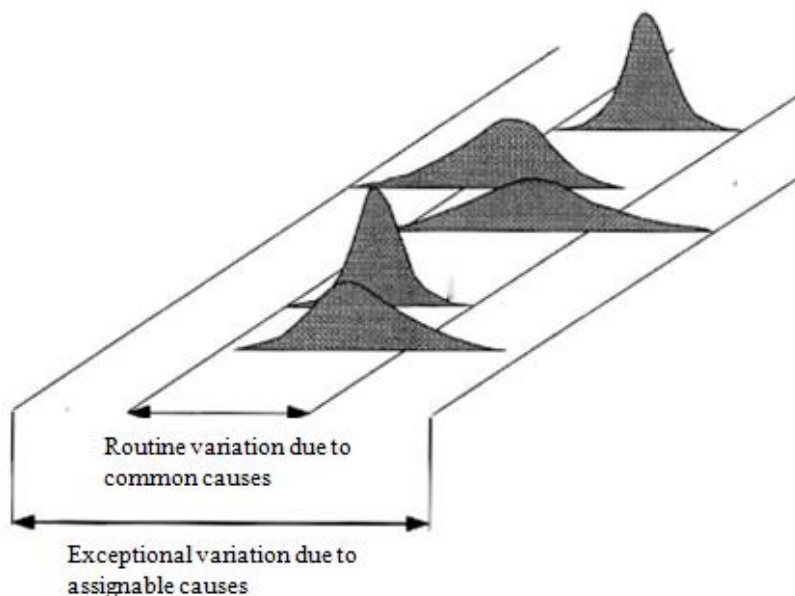
utvecklas när medarbetare känner sig behövda, får frihet, förtroende och ansvar. (Bergman & Klefsjö 2010).

2.1.1 Variation

Kunskap och förståelse om variation är enligt Bergman och Klefsjö (2010) nödvändigt för att få varaktigt resultat i sitt kvalitetsförbättringsarbete. Målet med kvalitetsarbete är att eliminera, eller åtminstone minska inverkan av, variation i de parametrar som är viktiga för kunden. Variation uppkommer i naturlig form eller till följd av orsaker som går att identifiera.

De olika faktorerna som påverkar variation och kan delas upp i två kategorier, signal eller brus. Brus är naturlig variation och uppkommer även om processen inte har förändrats. Eftersom brus är oundvikligt och alltid närvarande är denna typ av variation förutsägbart. En process vars variation endast består av brus är under kontroll, då det kan förutses hur den ska bete sig över tid. En process som endast innehåller brus kan inte förbättras i sin nuvarande form. För att öka kundnyttan måste denna typ av process genomgå en förändring. (Wheeler & Poling 1998).

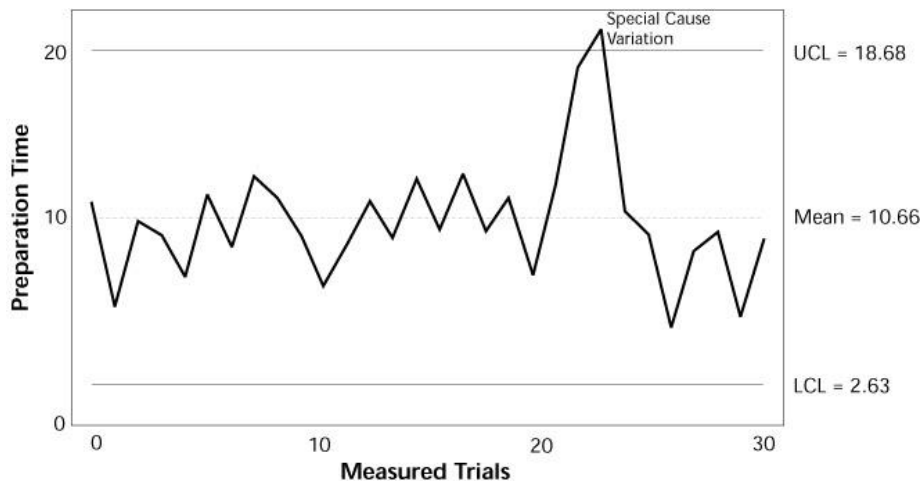
Signal ger enligt Wheeler och Poling (1998) upphov till variation som ligger utanför processens gränser och kan därför tolkas som förändring i processen. Denna typ av variation är, till skillnad från brus, inte alltid närvarande och därför oförutsebar. Processer som innehåller signalfaktorer är därmed inte under kontroll. Signaler har alltid en orsak som kan urskiljas och åtgärdas. I *Figur 1.2* illustreras skillnaden mellan signaler och brus.



Figur 1.2. Skillnaden mellan signal och brus (Wheeler 2000).

2.1.2 Styrdiagram

Styrdiagrammet utvecklades av Shewhart för att visualisera variation i en process. Syftet med detta verktyg är att identifiera orsaker till kvalitetsvariation för att arbeta fram en stabil process samt att snabbt få information om förändringar har skett i en redan stabil process. Lämpliga processkvalitetsindikationer väljs ut och plottas med jämna mellanrum. Diagrammet visar processens medelvärde och dess övre och under kontrollgräns, i *Figur 2.2* angett som Upper Control Limit, UCL och Lower Control Limit, LCL. Dessa kontrollgränser är ofta satta till tre standardavvikelser vardera från medelvärdet, om processen är under kontroll ligger alla värden inom kontrollgränserna. (Bergman & Klefsjö 2010).



Figur 2.2. Styrdiagram med variation som beror på signaler och brus.

Figur 2.2 visar ett exempel på ett styrdiagram. Mätpunkten som ligger utanför den övre kontrollgränsen är en signal från processen. Att övriga punkter varierar beror på naturlig variation i processen, det vill säga brus.

2.2 Smidesprocessen

Smidning är en process som frambringar plastisk deformation av ett material genom slag eller tryck. Formgivningen kan ske både genom varm- och kallbearbetning samt med olika varianter av smidning. De vanligaste typerna är friformssmide och sänksmide. Friformssmidning går i regel till genom bearbetning med plana verktyg där materialet har möjlighet att breddas vilket innebär att större arbetsstycken kan bearbetas. Sänksmidning sker med slutna verktyg och formger på så sätt materialet i princip till färdig konstruktion. Vad som sker vid smidning är inte bara en förändring av arbetsstycket utan även förbättringar av materialets egenskaper, så som hållfasthet och slagseghet. Rätt verktyg och smidesparametrar är av största vikt för att uppnå önskade materialegenskaper. Kombinationen av matningssteget och höjdreduktionen är direkt kopplad till risken för sprickor och andra kvalitetsvariationer. (Jarl, Lundbäck, Perä & Sjöström 2004).

Vid varmbearbetning värms först arbetsstycket i satsvisa ugnar eller kontinuerliga ugnar. En vanligt förekommande satsvis ugn är vagnugn, det vill säga en ugn med en rullbar vagn vilket underlättar åtkomlighet. En typisk kontinuerlig ugn är en stegbalksugn i vilken arbetsstycket färdas genom ugnen på en typ av rullande band. Värmningen har påverkan på arbetsstycket i form av glödskausbildning, fasomvandling och korntillväxt. I samband med smidning utförs efterbehandling för att ytterligare förändra arbetsstyckets materialegenskaper. Efterbehandlingen kan utgöras av släckglödning, anlöpning samt eventuellt riktning. (Jarl et al. 2004).

Under deformationsarbetet i smidespressen används stickserier, som anger matningssteg och deformationsdjup. Varje genomarbetning av materialet kallas stick och ämnet går igenom ett antal stick vid smidning, antalet beror på utgångs- och slutdimension. På Sandvik är det vanligt att ämnet först smids i ned till fyrkantsgeometri, i ett så kallat fyrkantsstick. Därefter smids ämnet till en åttkant varefter rundsänkning påbörjas för att ämnet ska bli runt.²

² Hanna Lundgren processingenjör SMT, samtal 1 april 2014.

2.3 Kvalitetsproblem i smidesprocessen

Smidesbearbetning påverkar materialets inre struktur, yta, mekaniska egenskaper, dimension samt form. Variationer uppkommer till följd av bearbetningen och kan kategoriseras som inre fel, dimensionsfel och ytfel. (Jarl et al. 2004).

2.3.1. Inre fel

Vanligt förekommande är sprickor men även andra fel förekommer i den inre strukturen. Ett mindre vanligt inre fel är söndersmidning, vilket kan uppstå då för stor reduktionsgrad nyttjas. Enligt Hénault (1998) är följande punkter olika typer av inre fel som kan uppstå till följd av smidning.

- Dragspänningssprickor är ett resultat av termisk spänning och beror på differens i temperatur mellan ämnets yta och centrum. Då stål expanderar vid värmning drar den varma ytan isär kallare områden längre in i ämnet och orsakar sprickor. Problemet uppkommer vid stora ämnesdimensioner, snabb uppvärmning och hos sprickkänsligt material.
- Hörsprickor uppkommer då kanterna, på ämnet som smids, breddar fritt. Dessa kapas alltid av i efterbehandling. Hörsprickor beror även på att materialet svalnar fortare i dessa områden.
- Tvärsprickor - också kallade brakor, uppkommer vid dragspänning. Om brakorna är så djupa att de inte går att slipa bort kategoriseras de som inre fel och i övrigt som ytfel.
- Slagger är en biprodukt bestående av oxider som uppkommer i metallurgiska processer. Oxider har högre smältpunkt än metaller vilket gör att materialet lättare kan spricka under deformationen då materialet har lägre duktilitet.
- Segringar är ojämn fördelning av legeringsämnen i strukturen och beror på otillräcklig värmning. Materialets mekaniska egenskaper påverkas.
- Otillräcklig portillslutning uppkommer då deformationen inte är tillräcklig och medför att porerna som uppkommer vid gjutning inte tillsluts ordentligt. Detta kan orsaka sprickor och leda till att materialet inte uppfyller krav på duktilitet. (Jarl et al. 2004)
- Inre sprickor kan orsakas av otillräcklig deformation under bearbetning. Om matningen är för liten exponeras en för liten yta för deformation, vilket gör att deformationen blir ytlig. Spänningen når inte till mitten av ämnet och orsakar restspänningar som kan leda till inre sprickor.

2.3.2 Dimensionsfel

Dimensionsfel är när ämnet inte uppfyller krav på dimension och form. I smidesprocessen är det svårt att smida alla ämnen likvärdigt. Variation i dimension och form kan uppkomma till följd av att ämnet kallnar på väg från ugn till smide, att vridningar med manipulatorer inte sker korrekt, förslitning av verktyg, operatörens förfarande etcetera. Dimensionsfel åtgärdas genom slipning av materialet samt riktning. (Cullin 1999).

Två vanliga dimensionsfel är vågighet och krokighet hos det färdigsmidda ämnet. Vågighet orsakas av intryckningar från smidesverktygen. Detta fenomen uppkomst kan bland annat bero på stickserie, verktygsförslitning samt temperatur på materialet. Det kan också bero på att det övre verktyget i pressen inte pressar ned exakt över städet, något som orsakar en "vickning" i materialet då det skapas ett vridande moment från ett av verktygen.

Att ämnena blir krokiga kan ha flera orsaker. Ett kan vara att ämnet hanteras i smidet utan att rundborden, som är ett slags stöd, används. En annan orsak är uppmärksamhet vid smidning. Operatören har en stor påverkan på hur rakt ämnet blir efter bearbetning. Användning av

verktyg för att minska uppkomst av krokighet, t.ex. gaffel istället för tång på Glama, är operatörsberoende. (Cullin 1999).

2.3.3 Ytfel

Ytfel är vanligt förekommande i alla bearbetningsprocesser. Ofta åtgärdas dessa fel i efterbehandlingen där de slipas bort. Vanligast förekommande är sprickor. Exempel på olika typer av sprickor är längsgående yt- och hörnsprickor, tvärgående yt- och hörnsprickor samt stjärnsprickor. Det finns många orsaker till att sprickor uppstår, exempelvis temperaturen på materialet och deformationsstorlek.³

Glödskal uppkommer då ytan på ämnet oxideras. Om glödskalen inte avlägsnas kan dessa smidas in i ytan och orsaka ytfel. Om glödskalen smälter och tränger in i materialets korngränser kan medföra att ämnet spricker. (Jarl et al. 2004).

Bearbetningstakten har betydelse för ytan precis som för dimensionen. Matningsteget måste vara rätt inställt för att inte få en överlappning av material vid smidning. Om deformationen sker med för stort matningssteg och slagdjup kan materialet vika ner över den del av ämnet som smiddes i föregående pressning. Denna överlappning av material kan ge upphov till sprickor. (Hénault 1998). Ett annat fel som beror på bearbetningen är intryckningar från verktyg.⁴

2.4 Kvalitetsbristkostnader

Kvalitetsbristkostnader utgör 10-30 % av ett företags omsättning enligt Sörqvist (2001). Genom att förbättra kvaliteten erhålls en direkt minskning av dessa kostnader då det generellt handlar om en engångsinvestering.

Sörqvist (2001) har delat in kvalitetsbristkostnader i fem nivåer. Den första nivån kan ses som toppen av ett isberg och representerar de traditionella kvalitetsbristkostnaderna. Dessa yttrar sig främst i produktionssammanhang och då i exempelvis kassationer, kostnader för kontrollpersonal, omarbetningar och reklamationer. Nästa nivå utgör de dolda kvalitetsbristkostnaderna, vilka i allmänhet kommer från tjänstemannarelaterade kostnader så som direkt material och lön samt tillverkningsomkostnader. Den tredje nivån fungerar som förlorade intäkter och innebär minskad försäljning till följd av ej uppfyllda krav och önskemål hos den externa kunden. Kundens kostnader utgör den fjärde nivån och tar sig i uttryck som de kostnader den externa kunden påverkas av då kvaliteten är otillfredsställande. Driftstopp eller funktionsfel kan vara orsaker till kundens kostnader. Den sista nivån benämns som samhällsekonomiska kostnader och är övergripande förluster för samhället på grund av bristande kvalitet. Det kan exempelvis vara kostnader för försämrad miljö, arbetslöshet eller minskade skatteintäkter.

För att en verksamhet ska nå framgång med kvalitetsarbetet betonar Sörqvist (2001) fyra "verkningsfulla strategier", vilka måste behandlas.

- En professionell ledning med starkt engagemang för kvalitetsarbetet är av högsta betydelse.
- En omfattande utbildningsinsats för kunskapsutveckling och attitydförändring.
- Systematiskt arbete med marknadsorientering i verksamheten.
- Organiserat arbete med långsiktiga kvalitetsförbättringar och utveckling.

³ Peter Tjärngren FoU-ingenjör SMT, samtal 20 mars 2014.

⁴ Hanna Lundgren processingenjör SMT, samtal 1 april 2014.

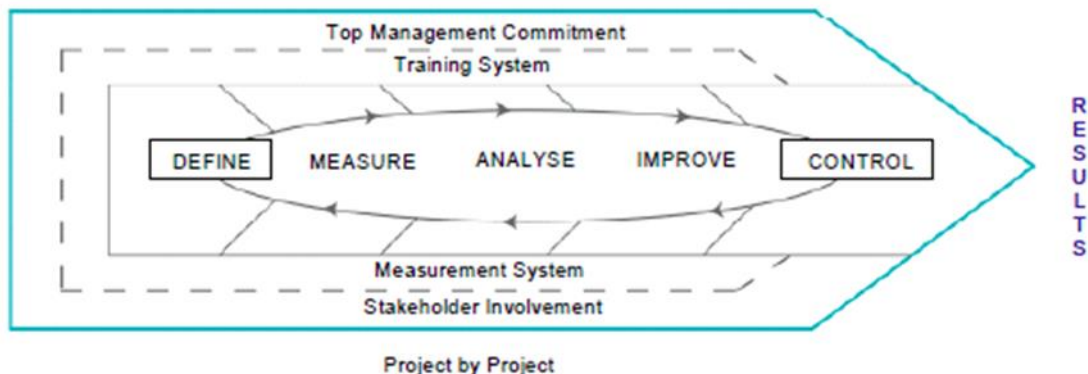
2.5 Six Sigma

Six Sigma är en förbättringsmetodik som används av många industriella storföretag och är statistiskt baserad. Namnet kommer av en strävan efter maximalt 3,4 defekter per miljon tillverkade enheter och ska alltså ligga inom sex standardavvikelse på normalfördelningskurvan. Metoden utvecklades av Motorola på 80-talet, med målet att förbättra varor och tjänster genom minskad variation i processer. Genom engagemang från ledningen och tydligt definierade och mätbara mål ges projektgrupper med relevant kunskap möjlighet att genomföra förbättringsprojekt. (Magnusson, Kroslid & Bergman 2003).

Att ha ett mätsystem som kan mäta processens prestanda är centralt inom Six Sigma. Mätning av faktorer som är kritiska för kvaliteten görs genom att dessa identifieras och lämpliga mätmetoder arbetas fram. Kritiska kvalitetsaspekter kallas inom Six Sigma för CTQ - critical to quality, och dessa delas upp i tre kategorier; vad som är kritiskt för processen, vad som är kritiskt för kunden och vad som är kritiskt för överensstämmelse. (Magnusson, Kroslid & Bergman 2003).

2.5.1 DMAIC - cykeln

Inom Six Sigma används problemlösningsmetodiken DMAIC, vilken illustreras i *Figur 2.3* (Magnusson, Kroslid & Bergman 2003). Metoden innehåller fem faser: Define, Measure, Analyze, Improve och Control. I nedanstående stycken kommer dessa faser förklaras kort. DMAIC används för att förbättra befintliga processer, tjänster eller produkter i verksamheten och är alltså inte ett verktyg att använda vid nyskapande. Målet med metoden är att permanent lösa svåra och/eller långdragna problem samt att finna och åtgärda orsaken till problem istället för att åtgärda symptomet till problem. (George, Rowlands, Price & Maxey 2005).



Figur 2.3. DMAIC-cykeln för förbättring av befintliga processer.

Första fasen i DMAIC består av "define"-fasen där målet är identifiera vilken produkt eller process som ska förbättras. Inom Six Sigma kallas denna resultatvariabel för "Y". För att identifiera "Y" görs en problembeskrivning som definierar problemet och anger vilka resurser som krävs för genomförande av projektet. Syftet är att klargöra mål, syfte och värde av projektet. Projektgruppen klarlägger att problemet existerar, att projektet är av vikt för kunden och företaget samt att Six Sigma är en lämplig förbättringsmetod för det aktuella problemet. Kundnöjdhet och att de förbättringar som görs ökar kundnyttan är kritiskt, därav är det viktigt att identifiera kunden. I define-fasen är det centralt att visa att det som mäts eller avses mätas speglar resultatvariabeln "Y". (George 2002).

I "measure"-fasen samlas data in för att få en grundlig förståelse för hur processen ser ut i nuläget. Nyckelfaktorer som påverkar processen identifieras och hur dessa ska mätas

fastställs. Det är viktigt att samla in mätdata till en utgångspunkt som man sedan jämför mot när förbättringsåtgärder har genomförts (George 2002). Ingående faktorer som påverkar processen kallas inom Six Sigma för "x" och utgående faktorer kallas för "y". Detaljerad data på både "x" och "y" samlas in för vidare analys. (Magnusson, Kroslid & Bergman 2003).

"Analyze"-fasen går ut på att verifiera och precisera vad det är som påverkar de ingående och utgående faktorerna som i sin tur påverkar resultatvariabeln. Med hjälp av analysverktyg hittas kritiska kopplingar mellan ingående och utgående faktorer som ska förbättras: funktionen till sambandet mellan "x" och "y". Alla de samlade "y-faktorerna" påverkar kunden i form av "Y", något som exemplifieras i *Formel 2.1*. (Magnusson, Kroslid & Bergman 2003).

Enligt Bergman och Klefsjö (2010) använder sig Six Sigma av ett effektivt angreppssätt där man med systematik och metodik hittar orsaker till kvalitetsvariation. De tre första faserna i DMAIC-cykeln kan exemplifieras med en ekvation där både funktionen f och de ingående variablerna $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ till en början är okända. Genom att finna samband mellan y och x kan f analyseras fram med hjälp av välplanerade experiment.

$$Y = \sum y = f(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$$

Formel 2.1. Tankesätt bakom in- och utvariabler inom Six Sigma.

När problembeskrivning och kritiska faktorer är tydligt definierade börjar "improve"-fasen. Potentiella lösningar genereras och testas. Förbättringar implementeras och projektet går vidare till "control"-fas. Här bekräftas att de förbättringar som har gjorts kan bevaras tills ny data och/eller kunskap kommer fram som kan göra processen ännu bättre. (George 2002).

2.6 Organisationens roll i förbättringsarbete

För att en organisation ska vara effektiv i sitt Six Sigma-arbete krävs ett engagerat ledarskap. Att förändra företagskulturen och arbeta in nya tankesätt hos alla medarbetare, på alla plan i organisationen är väsentligt. För att ge varaktigt resultat får Six Sigma inte bli ett projekt eller "en fluga", det måste bli en del av organisationen. (Taghizadegan 2006).

Six Sigma kan ses som en del av eller en metod inom TQM. Värdena inom TQM: Kunden i centrum, beslut baserad på fakta, fokus på processen, ständig förbättring, delaktighet och engagerat ledarskap genomsyrar även Six Sigma. I arbetet med att förändra företagskulturen måste ledningen identifiera vilka värden som ska eftersträvas i den nya organisationen. Först då kan metoder och verktyg som stödjer de nya värdena arbetas fram. Six Sigma kan ses som en metod med en verktyglåda för att införliva förändring i organisationen, en del av TQM. Det är viktigt att fundera kring om denna metod och verktyglåda passar organisationen och om den stödjer de värden som ledningen har satt upp i sitt förändringsarbete. (Klefsjö, Wiklund & Edgeman 2001).

Vid förändringsarbete med en process måste det faktum att det är människor som jobbar med, i och runt processen tas i beaktning. Att involvera personalen i förbättringsarbetet är viktigt för att få varaktigt resultat. Förändringar som Six Sigma bör inte tvingas på personalen utan ge dem möjlighet att testa och utvärdera metodiken själva. (Magnusson, Kroslid & Bergman 2003). Enligt Hammersberg⁵ måste man i kvalitetsarbete "lyfta golvet i organisationen" för att få igenom en långvarig förändring. Många organisationer lyfter taket genom att ta in

⁵ Peter Hammersberg lektor CTH, samtal 7 april 2014

expertkunskap men denna kunskap letar sig sällan hela vägen ner i organisationsstrukturen. Genom att lyfta golvet ökar man förståelse och kunskap om kvalitet i alla led. Det handlar om att kunna förstå och tolka information om variation och att kunna kommunicera detta på ett sätt som alla förstår.

En konkret bild av hur man bör och inte bör implementera Six Sigma i sin organisation kan utläsas i *Tabell 2.1*. Enligt Bergman och Klefsjö (2010) är denna tabell en sammanställning av erfarenheter från Six Sigma-programmet på Ericsson Microwaves anläggning i Borås, gjord av förbättringsledare Peter Hyvärén.

Tabell 2.1. Implementering av Six Sigma i en organisation.

Säkra sätt att lyckas	Säkra sätt att misslyckas
Börja inom ett kritiskt område där du har en god chans att lyckas	Börja inom många områden eller med de svårare problemen, som ingen har lyckats lösa tidigare
Välj ett lämpligt projekt där goda resultat behövs	Välj projekt som är oviktiga, där resultat inte är prioriterade
Träna nyckelpersoner	Välj personal som har tid över
Led och slutför de aktiviteter du initierar	Påbörja flera aktiviteter samtidigt
Generera och kommunicera endast verifierade resultat	Fokusera endast på aktiviteter som träning eller projekt
Delta i och led förändringen "på golvet"	Stanna på kontoret och förfinas, din på förhand, definierade plan
Skräddarsy utbildningen med dina egna uppdaterade exempel	
Fokusera på kostnadsreduktionen som uppkommer till följd av kvalitetsförbättringen	
Integrera Six Sigma i den ordinarie verksamheten	Gör Six Sigma till en kampanj
Träna nyckelpersoner som kan övervaka förändringsarbetet	Utbilda personalen i en rättvis prioriteringsordning, t.ex. efter befattning
Utbilda ledningen så att de förstår <u>hur</u> de ska arbeta med Six Sigma, <u>inte varför</u>	Informera ledningen om hur förträffligt Six Sigma är

Som framgår av tabellen är det viktigt att Six Sigma blir en del av organisationen och ledningsarbetet. Förändringen sker på golvet i organisationen och all personal som jobbar i den process som förbättras ska vara delaktig.

3 METOD

I det här kapitlet presenteras de metoder som använts i projektet. Då arbetet utgick från Six Sigma har ett flertal verktyg från metoden använts så som processkartläggning, feleffektsanalys, orsak- och verkanmatris och Ishikawadiagram. Informationshämtning och problembeskrivning beskrivs också närmare i kapitlet.

3.1 Litteraturstudie

Projektet startade med en litteraturstudie, där den information som återfinns i Kapitel 2 Teoretisk referensram inhämtades. Detta utfördes på Chalmers och SMT. På SMTs bibliotek återfinns både publicerad litteratur och interna rapporter.

Fokus låg på att inhämta teori om Six Sigma då projektet genomfördes med hjälp av metodiken. Vilka typer av variationer som uppkommer i och runt smidesprocessen studerades, för att få en djupare förståelse för mekanismerna bakom variation. Teori om kvalitetsbristkostnader lästes in för att kunna visa på de ekonomiska vinsterna som kan göras med kvalitetsarbete. Slutligen studerades hur företag bör arbeta för att skapa och upprätthålla förändringar i organisationsstrukturen, där kvalitetsarbetet genomsyrar hela företaget.

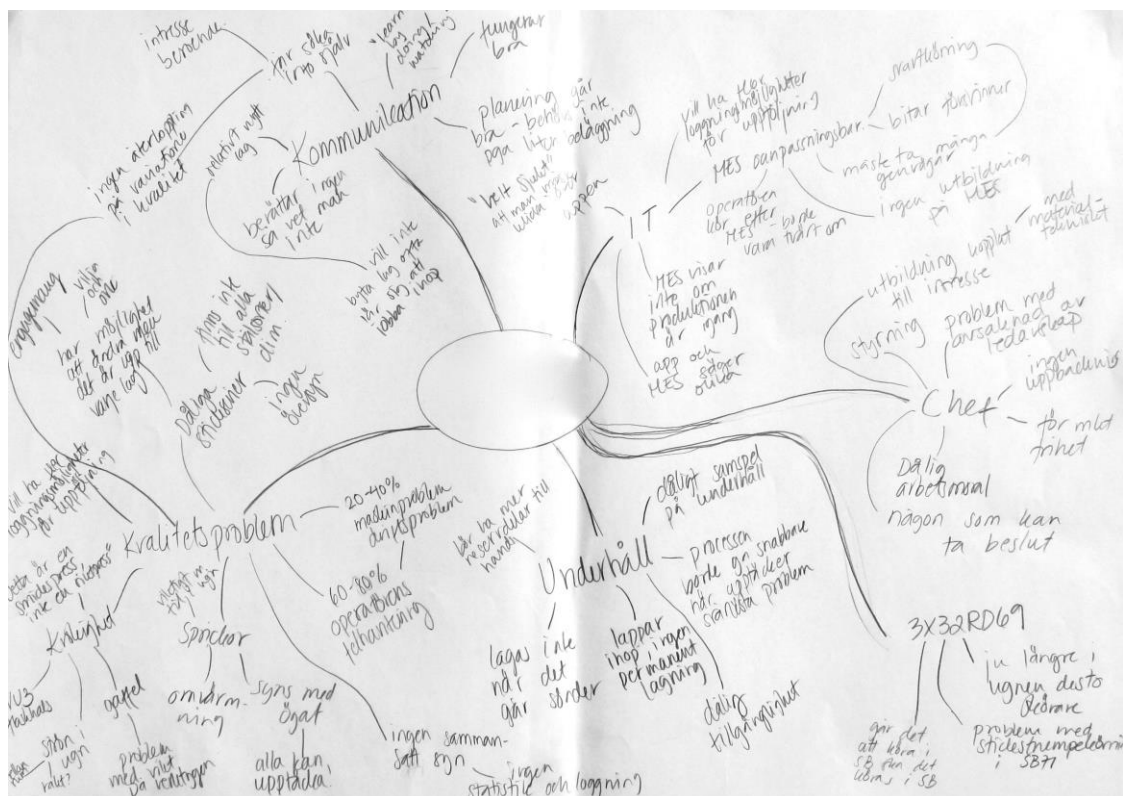
3.2 Observationer och intervjuer

Under projektets fyra första veckor genomfördes observationer i smidesproduktionen och intervjuer med nyckelpersoner på SMT i Sandviken. På grund av produktionsstopp under mätperioden kunde projektet inte genomföras som planerat; med en analys av mätdata för att finna källor till variation. Därför genomfördes intervjuerna för att få en djupare förståelse för processen och dess problematik. Informationen användes även senare som underlag för vidare analys med metoder som beskrivs framåt. Observationerna utfördes genom ett antal timmar i produktionen med samtliga fem skiftlag. Vid varje tillfälle antecknades både avvikande och vanliga företeelser för vidare analys.

Kvalitativa intervjuer utfördes med personer som arbetar i smidet eller har direkt koppling till smidesprocessen. Intervjuerna kretsade kring samma frågor men var inte styrda, utan utfördes som en dialog. Efter varje intervju gjordes en sammanställning i form av en tankekarta. Detta gjordes för att säkerställa att författarna hade fått samma uppfattning om svaren. För att dölja identiteter sammanställdes tankekartor utifrån vilken avdelning den svarande tillhör. Under några intervjuer med skiftlagen deltog även flera operatörer. Följande tankekartor finns redovisade i Bilaga 1:

- Forskning
- Beredning
- Planering
- Processförbättring
- Skiftlag A-E

För att i analysen kunna jämföra svaren mellan de olika skiftlagen infördes kategorier, se Figur 3.1. Dessa varierar mellan de olika intervjuobjekten då intervjuerna utfördes som en dialog där de svarande gavs utrymme att reflektera fritt kring ställda frågor.



Figur 4. Kategorier från ett exempel på en intervju.

3.3 Problembeskrivning

För att definiera problemet användes "effective scoping", vilken är framtagen av Peter Hammersberg, lektor på CTH. Metoden är en vidareutveckling av SIPOC som används inom Six Sigma. Målet med effective scoping är att ta reda på vad förbättringen egentligen handlar om, det vill säga att inte åtgärda symptomet utan finna och förbättra källan till problemet.

Utifrån de observationer och intervjuer som gjordes kunde process, indata, utdata, kund och leverantör specificeras. Problembeskrivningen låg sedan till grund för vidare arbete med processkartläggning, orsak och verkan-matris, fiskbensdiagram samt process-FMEA.

3.4 Processkartläggning

En processkarta över det fysiska flödet framställdes i syfte att överskådliggöra själva smidesprocessen och definiera vad som faktiskt sker. Indata och utdata till processkartan togs fram utifrån problembeskrivningen samt intervjuer och observationer. Utifrån intervjuerna och observationerna definierades även de viktigaste processtegen.

Därefter uppbringades en flödeskarta, vilken inkluderar information och kommunikation för att tydliggöra att även dessa faktorer har en påverkan. Kartan lades upp genom ett fysiskt flöde, dels över smidesprocessen och dels övergripande runtomkring. De dokument vilka följer av processen, de beslut som tas samt hur olika faktorer beror av eller leder till varandra inkluderades i kartan. Då påverkan från yttre faktorer var stor krävdes ett allomfattande flöde för att påvisa samverkan och samband långt utanför smidesprocessen.

En sammanställning över olika tillverkningsvägar för de två produktslag vilka ursprungligen ämnades undersökas gjordes. Resultatet från sammanställningen visas i Bilaga 3.

3.6 Utvärderingsmetoder

Utifrån processkartläggningen över det fysiska flödet gjordes en orsak och verkan-matris i enlighet med Six Sigma-metodiken. Här viktades indatans påverkan på kundkraven från problembeskrivningen. Faktorerna sorterades utefter den viktade poängen och resultatet visualiserades i ett Pareto-diagram.

Utvalda faktorer analyserades i en feleffektanalys, en process-FMEA. Detta gjordes för att se effekten av de fel som sker i processen. Potentiella feltillstånd, effekter av feltillstånd, orsaker till feltillstånd samt upptäckbarhet togs fram av författarna via de observationer och intervjuer som utförts tidigare. Viktningen av faktorerna gjordes även de utifrån observationer och intervjuer. Förslag på åtgärder togs fram på fem utvalda felorsaker för att exemplifiera hur SMT i fortsättningen kan jobba med denna typ av utvärderingsmodell.

Då endast det fysiska flödet togs i beaktning i process-FMEA gjordes ett Ishikawa-diagram, också kallat fiskbensdiagram, för att analysera uppkomster av variation som inte berodde på den fysiska processen. I utformningen av fiskbensdiagrammet användes några av de 7M som vanligen används vid utvärdering av tillverkningsprocesser, med några extra tillägg. Även i detta fall användes information som framkommit under observationer och intervjuer samt delar av fiskbensdiagram som togs fram under ett möte på Sandvik där utvalda personer från kvalitetsavdelning, processutveckling och FoU deltog.

4 RESULTAT

I kapitel redovisas de resultat som framkommit under projektet. Resultatet presenteras i form av nulägesanalys och analys av rotorsaker.

4.1 Nulägesanalys

Här presenteras resultat i form av en nulägesanalys av smidesprocessen på SMT utifrån intervjuer och observationer. Nulägesanalysen består av problembeskrivning och processkartläggning.

4.1.1 Observationer och intervjuer

De mest framträdande resultaten från sammanställningarna av intervjuerna är att samtliga tillfrågade är överens om att kommunikation och återkoppling måste förbättras samt att avsaknaden av styrning och ledning har en stor inverkan på dagens situation. Intervjuerna visar även att många tror att kvalitetsproblemen till stor del beror på stickserierna; dels val av stickserie och dels att korrekt stickserie inte finns tillgänglig. Brist på standardiserat arbetssätt och värmingstider var frekvent återkommande bland svaren på varför kvalitetsvariation kan tänkas uppstå. Samtliga tankekartor över intervjuer och observationer finns i Bilaga 1.

Samtliga skiftlag poängterar att man lär sig arbetsuppgifterna genom att observera och inom en snar framtid testa själv, vilket medför att SOP efterföljs endast till viss grad. Begränsat med personal på underhåll nämns bland skiftlagen som ett problem som kan orsaka stopp och därmed störa värmingstiderna. En viktig aspekt att ha i åtanke är att alla tillfrågade inte anser att det finns akuta problem i smidesproduktionen.

4.1.2 Problembeskrivning

För att få en övergripande bild om processen användes i ”define”-fasen metoden effective scoping, vilken redovisas i Figur 4.1 och Bilaga 2. Resultatet från detta verktyg ger en problemdefinition vilken projektet sedan kan utformas ifrån.

Supplier		Input		Process		Output		Customer
Who supplies the inputs?	What are the inputs to the system?	What does the system require of the inputs?		Name of the flow to be improved:	SMIDESPROCESSEN	What is the output?	What is required of the output from this particular user?	Who uses the output?
Beredning	Tillverkningsbestämmelse (TVB)	Uppdaterad och korrekt TVB				Smitt material	Utsatt leveranstid Leveransprecision Dimension Kvalitet av struktur och yta enligt specifikation Rakhet	Kund för fysisk output Interna kunder: - Rör - Extrusion - Band - Valsning - Ämnesbehandling
Planering	Planering Materialförsörjning	Genomförbart (1 vecka framåt) Kommuniceras väl Flexibel och konsekvent			Team/project jurisdiction of changes		What ONE MEASURE (y) should be understood and improved? How will you know when the intended improvements is accomplished?	Externa kunder: Tex kårkraftsindustri, offshore
Stålverk Göterverk Valsverk	Råmaterial	Korrekt sammansättning Korrekt förbehandling enligt TVB/specifikation			Ledningsnivå (samordning, beslutsfattande, engagemang, driv) Operatörsnivå (SOP, engagemang, TVB)		Kvalitetsvariation Måts i rakhet, dimension, struktur, ytfel	Kund för informationsoutput - Ämnesbehandling - Planering - Beredning - Forskning - Smide
Forskning	Försöksplaneringskort	Genomförbart Informerat			What competences are needed in the team?		What is the baseline of the y and can that precisely be measured today?	- Kvalitetsavdelning
Underhåll	Avhjälpande underhåll Förebyggande underhåll	Underhållsstopp 1 gg/vecka och vid haveri Resvänder			Kvalitetskompetens Syningskompetens Förbättringsledare Processutvecklare Operatör Chef/Ledare		Styrdiagram på rakhet, dimension, struktur, ytfel Kan ej mätas idag pga bristande mätmetod	
Ledning	Utveckling och beslutsfattande				From where is the physical output shipped?		What other constraints can not be lost in the process?	
Operatör	Genomförande och beslutsfattande	Efterföljning av SOP och övriga bestämmelser Rapportering och återkoppling			Efter ämnesbehandlingen Sista informationsutbytet sker mellan smidet och ämnesbehandlingen		Säkerhetsmedvetenhet ("Säkerheten först") Flexibilitet	

Figur 4.1. Problembeskrivning av smidesprocessen på SMT.

Resultatet av problembeskrivningen är att kvalitetsvariation är det mätetal som ska förstås och förbättras och att detta mäts i rakhet, dimension, ytfel och strukturfel. Variabeln är kritisk för processens kunder, såväl internt som externt. De kunder som tar emot fysisk utdata med variation i kvalitet påverkas i form av att deras indata därmed innehåller allt för stor variation. Detta påverkar resultatet nedströms. Information om variation går till flera olika interna kunder, dock har det visat sig att det inte finns någon tydlig mottagare och ägare av informationen. Uppgifter om variation, omarbetningar och kassationer går till den enhet som behöver ha information för att kunna omförsörja ordern. Krav från kunder identifierades till:

- Dimension enligt specifikation
- Rakhet inom toleransgränser
- Rätt kvalitet på yta och struktur enligt specifikation
- Leveransprecision
- Utsatt leveranstid

På Sandvik finns policyn ”Säkerheten först” vilket är ett absolut krav från smidesprocessens kunder. Inte heller flexibiliteten får påverkas märkbart av arbetet med kvalitetsvariation.

I Figur 4.1 kan avläsas att processen har många indata och utdata samt många kunder och leverantörer. Resultatet visar att många andra processer inom organisationen påverkar smidesprocessen. Utifrån de intervjuer och observationer som gjorts har det framkommit att kommunikation och informationsutbyte mellan processerna är bristfällig. För att lyckas med förbättringsprojektet krävs att nyckelpersoner från dessa processer involveras.

Resultatet visar att kvalitetsvariation idag inte mäts på ett effektivt sätt. Med detta som bakgrund kan inget utgångsläge för mätning sättas. Dagens mätdata kan inte direkt kopplas till variation.

4.1.3 Processkartläggning

Sandvik använder sig i dagsläget av tillverkningsbestämmelser och tillverkningsvägar för olika processvägar. En sammanställning över olika tillverkningsvägar för två produktslag gjordes och resultatet visas i Bilaga 3.

Resultatet visar en komplex bild med ett antal olika tillverkningsvägar för varje produkt. Det finns olika förklaringar till varför det finns många alternativa vägar.

1. Alternativ väg behövs ifall haveri sker på den primära tillverkningsvägen, t.ex. inläggning i annan ugn.
2. Försöksplaneringskort från FoU läggs in som egen tillverkningsväg.
3. Vid stränggjutning separeras startämnen från övriga ämnen då dessa tidigare har uppvisat kvalitetsproblem.
4. Vissa produktslag kan ta en alternativ tillverkningsväg via smidesanläggningen i Söderfors.

Analys visar att många av vägarna aldrig använts, alternativt inte använts på flertalet år. Detta är speciellt förekommande vid smidning i Söderfors och separerande av startämne. Oklarheter råder kring revidering av tillverkningsvägar. Resultatet visar att det är oklart vem som ansvarar för informationen och att korrekt tillverkningsväg används.

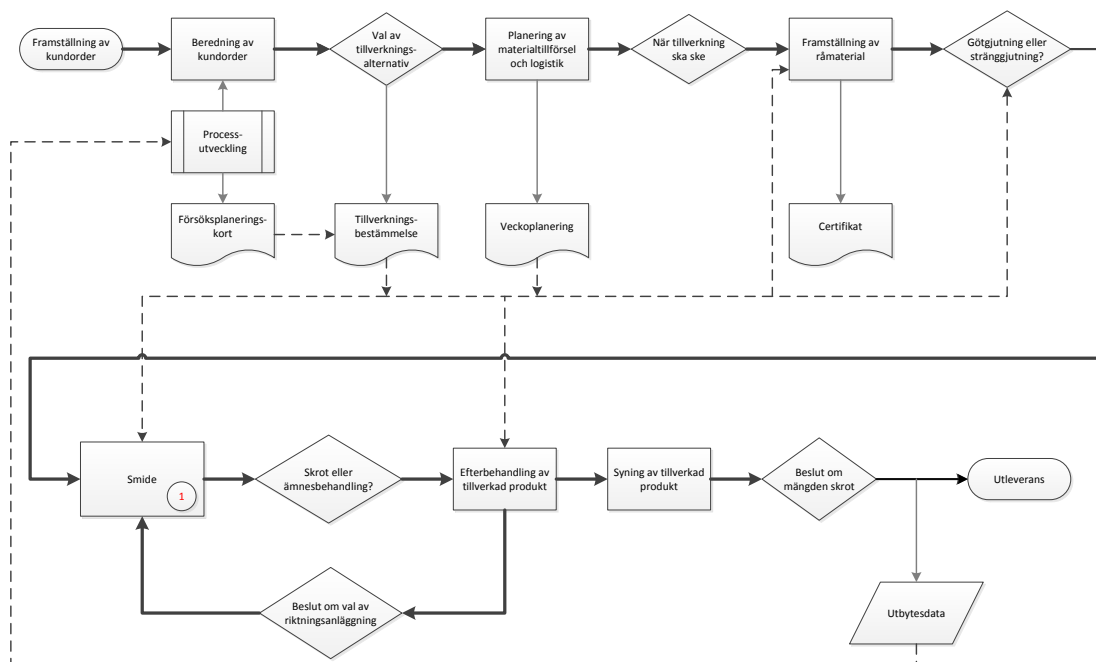
Kartläggningen av tillverkningsvägar, information från tillverkningsbestämmelser, problembeskrivning, intervjuer samt observationer resulterade i processkartläggning i form av två processkartor. Den första processkartan visar det fysiska flödet genom smidesanläggningen, varje station där produkten förädlas har analyserats utifrån input och output, se. Processkartan Figur 4.2 återfinns även i Bilaga 4.

Process Map			
Project Title	Smide		
			Date: 2014-04-21
Input	Class	Step	Output
Råmaterial Tid Temperatur Materialsammansättning Placering av ström Operatör TVB	B S! S! B S! S!	VÄRMNING	Smidbart material Kassationer Krokigt material
Smidbart material Stickserie Kontrollmätning av dimension Operatör Användning av tång på glama Smidestid Temperatur under smide Verktyg Press Manipulatorer TVB	B S! B! S! S! B B! ! ! !	SMIDE	Färdigsmitt material Material med kvalitetsproblem som leder till ombearbetning Material med kvalitetsproblem som leder till kassation Krokigt material
Operatör Försmitt material som blivit för kallt Försmitt material som ska omvärmnas enligt TVB Försmitt material pga uppvisade kvalitetsbrister Tid Temperatur Placering av ström TVB	S! S B S! S! S! S!	OMVÄRMNING	Smidbart material Kassationer Krokigt material
Färdigsmitt material Avvalnat material från svalbädd Användning av tång på glama Operatör Tid Temperatur	B B S! S! S! S!	KYLKAR	Avkylt material Kassationer Krokigt material
Färdigsmitt material Avvalnat material från kylkar Användning av tång på glama Tid Operatör	B B S! B S!	SVALBÄDD	Avvalnat material Krokigt material
Färdigsmitt material Avvalnat material från kylkar Avvalnat material från svalbädd Tid Temperatur Operatör Travers Användning av tång på glama	B B B S! S! S! S! S!	SLÄCKGLÖDNING	Kassationer Släckglödgat material Krokigt material
Krokiga stänger Verktyg för kontroll av rakhet Operatör Pressning av material	B ! S! S!	RIKTNING	Raka stänger Färdigbearbetat material (till kund)
Brus Signal Kritisk	B S !		

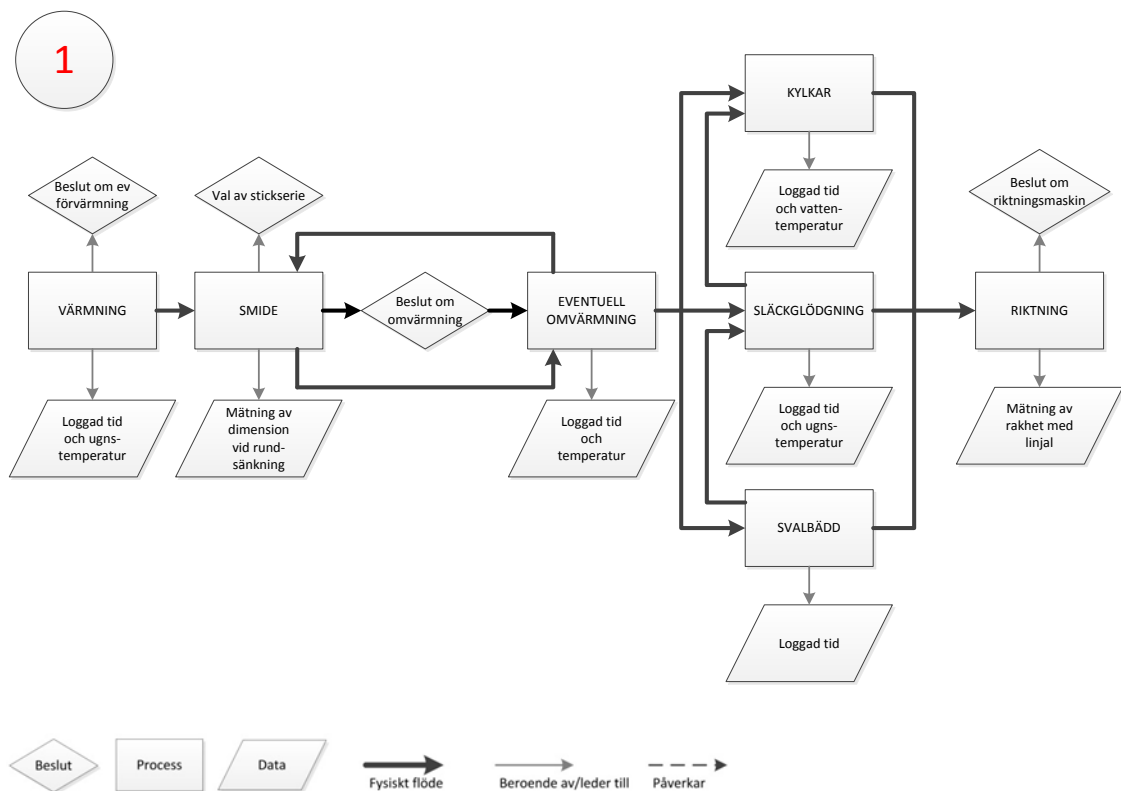
Figur 4.2. Processkarta över fysiskt flöde genom smidesanläggningen.

Tabell 4.1. Delprocesser och deras variationsparametrar.

Variationsparameter	Delprocess		
Rakhet inom toleransgränser	Värmning Kylkar	Smide Svalbädd	Omvärmning Släckglödning
Dimension enligt specifikation	Smide		
Rätt kvalitet på yta och struktur	Värmning Släckglödning	Smide	Omvärmning



I Figur 4.3 visar kartan flödet med start i framställning av kundorder och avslut i utleverans. Resultatet av kartan ger en tydlig bild av behovet att lyfta ur problemet från smide och problematisera på en högre nivå. Själva smidesprocessen innefattar en liten del av helheten och påverkas av många andra processer. Större bild återfinns i Bilaga 5. Figur 4.4 visar flödet genom smidesanläggningen, data som fås ut ur varje delprocess samt vilka beslut som tas av operatör.



Figur 4.4. Flödeskarta över smidesprocessen inklusive beslut och data.

Sammanfattningsvis fås följande resultat ur processkartläggningen;

1. Oklarhet råder över vem som är processägare över tillverkningsvägar
2. Vilka delprocesser som påverkar vilka variationsparametrar
3. Vilka parametrar i varje delprocess som påverkar kvalitetsvariationen
4. En utökad problembild där kvalitetsvariation i smidet och påverkansfaktorer sätts i ett större sammanhang i organisationen

4.2 Kartläggning av rotorsaker

Här presenteras resultatet av kartläggning av rotorsaker utifrån en orsak och verkan-matris, en feleffektsanalys samt ett fiskbensdiagram.

4.2.1 Orsak och verkan-matris

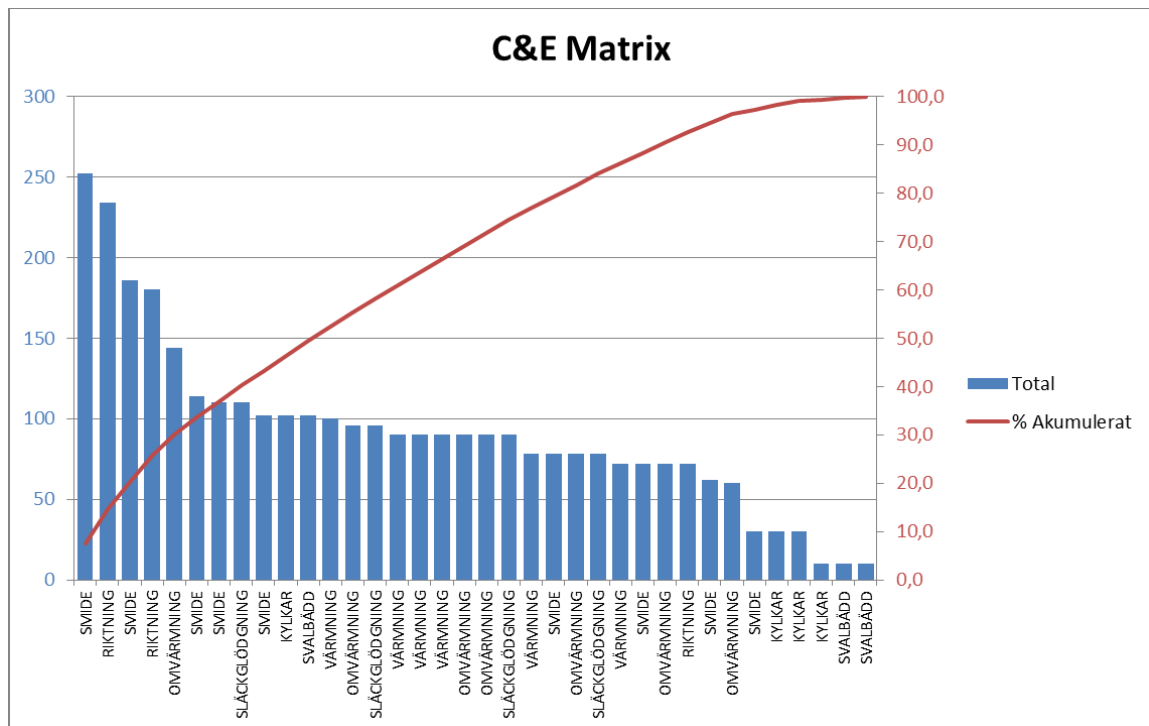
Utifrån processkartan, se Figur 4.1, är för varje processteg samtliga indata viktade mot de fem viktigaste utdata i en orsak och verkanmatris, se Tabell 4.2 och Bilaga 6. De fem utdata som är av störst vikt för kunden specificerades i problembeskrivningen.

Detta resulterar i en prioriteringsordning. Poängen i prioriteringsordningen har ackumulerats och för att se hur stor andel av indata som står för orsaker som kan kopplas till kvalitetsvariation, se Tabell 4.2. Procentuellt ackumulerad andel togs fram för att ge en bättre bild av vilka indata som hade störst påverkan.

Tabell 4.2. Orsak- och verkan-matris inklusive processens steg, indata och utdata.

Six Sigma Cause and Effect Matrix										
		Rating of Importance to Customer	1	2	3	4	5			
			4	6	8	10	8			
			Utsatt leveranstid	Leveransprecision	Dimension	Kvalitet av struktur och yta enligt specifikation	Rakhet			
Proc ess Step	Process Step	Process Input						Total	Akumulerat	% Akumulerat
11	SMIDE	Operatör		3	9	9	9	252	252	7,6
48	RIKTNING	Operatör			9	9	9	234	486	14,7
9	SMIDE	Stickserie			9	9	3	186	672	20,3
49	RIKTNING	Pressning av material	9	9		9		180	852	25,7
22	OMVÄRMNING	Försmitt material pga uppvisade kvalitetsbrister	3	3	3	9		144	996	30,1
14	SMIDE	Temperatur under smide			3	9		114	1110	33,5
12	SMIDE	Användning av tång på glama			1	3	9	110	1220	36,9
45	SLÄCKGLÖDGNING	Användning av tång på glama			1	3	9	110	1330	40,2
17	SMIDE	Manipulatorer	3	3			9	102	1432	43,3
29	KYLKAR	Användning av tång på glama				3	9	102	1534	46,3
35	SVALBÄDD	Användning av tång på glama				3	9	102	1636	49,4
2	VÄRMNING	Tid	1	1		9		100	1736	52,4
23	OMVÄRMNING	Tid		1		9		96	1832	55,3
41	SLÄCKGLÖDGNING	Tid		1		9		96	1928	58,2
3	VÄRMNING	Temperatur				9		90	2018	61,0
4	VÄRMNING	Materialsammansättning				9		90	2108	63,7
7	VÄRMNING	TVB				9		90	2198	66,4
24	OMVÄRMNING	Temperatur				9		90	2288	69,1
26	OMVÄRMNING	TVB				9		90	2378	71,8
42	SLÄCKGLÖDGNING	Temperatur				9		90	2468	74,6
6	VÄRMNING	Operatör			3	3	3	78	2546	76,9
15	SMIDE	Verktyg			3	3	3	78	2624	79,3
19	OMVÄRMNING	Operatör			3	3	3	78	2702	81,6
43	SLÄCKGLÖDGNING	Operatör			3	3	3	78	2780	84,0
5	VÄRMNING	Placering av ström					9	72	2852	86,2
10	SMIDE	Kontrollmätning av dimension			9			72	2924	88,3
25	OMVÄRMNING	Placering av ström					9	72	2996	90,5
47	RIKTNING	Verktyg för kontroll av rakhet					9	72	3068	92,7
16	SMIDE	Press			3	3	1	62	3130	94,6
20	OMVÄRMNING	Försmitt material som blivit för kallt	3	3		3		60	3190	96,4
13	SMIDE	Smidestid				3		30	3220	97,3
31	KYLKAR	Tid				3		30	3250	98,2
32	KYLKAR	Temperatur				3		30	3280	99,1
30	KYLKAR	Operatör				1		10	3290	99,4
36	SVALBÄDD	Tid	1	1				10	3300	99,7
37	SVALBÄDD	Operatör	1	1				10	3310	100,0
1	VÄRMNING	Råmaterial						0	3310	100,0
8	SMIDE	Smidbart material						0	3310	100,0
18	SMIDE	TVB						0	3310	100,0
21	OMVÄRMNING	Försmitt material som ska omvärmnas enligt TVB						0	3310	100,0
27	KYLKAR	Färdigsmitt material						0	3310	100,0
28	KYLKAR	Avsvalnat material från svalbädd						0	3310	100,0
33	SVALBÄDD	Färdigsmitt material						0	3310	100,0
34	SVALBÄDD	Avsvalnat material från kylkar						0	3310	100,0
38	SLÄCKGLÖDGNING	Färdigsmitt material						0	3310	100,0
39	SLÄCKGLÖDGNING	Avsvalnat material från kylkar						0	3310	100,0
40	SLÄCKGLÖDGNING	Avsvalnat material från svalbädd						0	3310	100,0
44	SLÄCKGLÖDGNING	Travers						0	3310	100,0
46	RIKTNING	Krokiga stänger						0	3310	100,0
Total			84	156	472	1750	848		3310	

Av de 12 högst viktade processtegen är tio klassificerade som kritiska signaler, ett processteg klassificeras som kritiskt brus och ytterligare ett som endast kritiskt. Den högst viktade är smide-operatör, vilken har påverkan på fyra av fem utdata. Påverkan på dimension, kvalitet och rakhet är mycket stor. Processteget riktning-operatör är näst högst viktad i matrisen och enligt Bo Wiklund är detta SMTs största säkerhetsrisk. Detta överensstämmer även med viktningen i matrisen. På tredje plats i prioriteringslistan återfinns smide-stickserie. Dessa tre största faktorer står för cirka 20 % av den ackumulerade feleffekten och är utifrån processkartan klassificerade som kritiska signaler.



Figur 4.5. Paretodigram över den ackumulerade effekter från orsak- och verkan-matris.

Ur Paretodigrammet, se Figur 4.5, avläses att de faktorer som står för ungefär 50 % av feleffekten i det fysiska flödet har i viktningen erhållit 100 viktningspoäng eller mer. Dessa 12 faktorer har därför valts ut för vidare analys i en process-FMEA.

4.2.2 Feleffektsanalys

En feleffektsanalys gjordes med hjälp av en process-FMEA, där de 12 tidigare nämnda faktorerna analyserades. Potentiella feltillstånd, effekterna och orsakerna till felen samt en viktning av allvarlighetsgrad, förekomst och upptäckbarhet avläses i Figur 4.6 och Figur 4.7. För en helhetsbild av process-FMEA hänvisas till Bilaga 7.

Potential Failure Modes and Effects Analysis (PFMEA)									
Item or Process Product/Service Family Core team	Smide Del 1		Process Responsibility Key Date		FMEA Number Prepared by: PFMEA Date (Orig) (Latest Revision Date)				
Process Step	Input	Potential Failure Mode	Potential Effects(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s)/Mechanisms of Failure	Occurrence	Current Process Controls Detection	Detection	Recommended Action(s)
SMIDE	Operatör	Fel stickserie används	Materialet får svaras ned till klenare dimensioner.	6	Fanns ingen stickserie programmerad för aktuell produkt. Operatören väljer eller skriver fel kod.	4	Fanns ingen kontroll	1	24 Programera stickserie för samtliga produkter. Inför automatisk uppladdning av stickserie till smidesdatorn.
		Dimensionsfel så som krokighet uppkommer	Materialet måste riktas eller svaras ned till klenare dimensioner.	7	Fel hantering av material med hjälpmedel som vridbord, manipulatorer, gläna. Brist på noggrannhet vid inställning av sludidmension. Dålig uppmärksamhet vid smidning.	8	Fanns ingen kontroll	1	56
		Sprickor och bråkor uppkommer	Materialet kasseras eller får svaras ned till klenare dimensioner.	8	Fel hantering av material med hjälpmedel som vridbord, manipulatorer, gläna. Dålig uppmärksamhet och/eller kunskap vid smidning, dessa fel kan ibland åtgärdas med omvärmning.	8	Fanns ingen kontroll	5	320 Skapa mer SOPar och använd dem kontinuerligt samt mer utbildning i enhetligt arbets sätt åt personalen.
RIKTNING	Operatör	Ämnet går av	Kassation	10	Operatören styr pressen med en mycket känslig pedal	1	Fanns ingen kontroll	1	10
SMIDE	Stickserie	För stor deformation på första sticket	Materialet får inte de egenskaper kunden önskat. Kan spricka och/eller få irre spänningar.	9	Bristfällig kunskap om materialegenskaper vid skapande av stickserie samt bristfällig kunskap om hur man programmerar stickserier.	8	Operatören kan ändra i stickserierna efter behov.	5	360 Utbildning i programmering av stickserier + materiallara. Programmera stickserier för samtliga produkter. Inför enhetligt arbets sätt hur arbeta med stickserier under smidning. Inför kontinuerlig dimensionsmätning under hela stickserien.
RIKTNING	Pressning av material	Ämnet går av	Kassation	10	Spänningar i materialet gör att ämnet går av vid pressning	1	Fanns ingen kontroll	1	10
		Smidesverktögen slits ut	Samre egenskaper vid smidning med 5 slina verktyg	5	Verktögen är inte avsedda för riktning	10	Fanns ingen kontroll	1	50
OMVÄRMNING	Försnitt material pga uppvisade kvalitetsbrister	Omvärmning hjälper inte mot kvalitetsbristerna	Materialet får ändrad mikrostruktur och motsvarar inte de egenskaper kunden önskat. Kan spricka, behöva skötas och/eller få irre spänningar.	10	Felaktig hantering av material i tidigare steg (antingen inom smidet eller innan det kommer till smidet).	5	Fanns SOP på hur omvärmning ska gå till	6	300
SMIDE	Temperatur under smide	Materialet är för kallt och kan inte smidas	Materialet måste omvärmas	2	Otillräcklig värmning i ugnen	2	Temperatur loggas med hjälp av termoelement	1	4
				2	För lång tid mellan uttag ur ugn och smidning	5	Fanns ingen kontroll	1	10
				2	För lång smidestid	5	Stickserie är förprogramerad men ingen loggning av total smide tid finns	1	10
SMIDE/ SLACKGLODNING/ KYL KAR/ SVÄLBADD	Användning av lång på gläna	Gör intyckningar i materialet.	Ger fläckar som måste svaras bort. Materialet kan behöva svaras ned till klenare dimensioner	6	Saknas bättre verktyg, operatören har inget val	10	Fanns ingen kontroll	1	60
				6	Operatören greppar materialet med lång nar gaffel i borde användas.	6	Fanns SOP på att gaffel ska användas.	1	36

Figur 4.6. Feleffektsanalys av potentiella feleffekter framtagna från orsak- och verkan-matris. Del 1.

Potential Failure Modes and Effects Analysis (PFMEA)									
Item or Process Product/Service Family Core team	SMIDE Del 2		Process Responsibility Key Date		FMEA Number Prepared by PFMEA Date (Orig) (Latest Revision Date)				
Process Step	Input	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Severity	Potential Cause(s)/Mechanisms of Failure	Occurrence	Current Process Controls Detection	Detection	Recommended Actions(s)
SMIDE/ SLACKLÖDNING/ SVALBÄDD	Användning av lång på gläna	Materialet blir krokigt	Materialet måste riktas eller svarvas ned till kienare dimensioner.	6	Saknas bättre verktyg. Operatören har inget val.	10	Firms ingen kontroll	1	60
				6	Operatören greppar materialet med lång när gaffel börde användas.	6	Firms SOP på att gaffel ska användas.	1	36
SMIDE	Manipulatorer	Ojämn matning	Deformation blir ojämn och inre spänningar kan uppstå	9	Silen och gammal maskin. Saknas reservdelar.	10	Uppmärksamhet hos operatören, som kan justera sticket.	10	Inköp av en tredje manipulator. Mer reservdelar på lager. Grundigare förebyggande underhåll.
		Oljeleakage	Produktionsstopp och fördrojning i leverans eller för långa värmingsstider.	8	Silen och gammal maskin. Undermåligt underhåll. Saknas reservdelar.	10	Olje-kontroll vid underhållsstopp en gång i veckan.	2	160
VARNING	Tid	Materialet ligger för lång i ugn och blir för varmt	Materialet får önskad inre struktur. Uppfyller inte kundens krav	7	Manuell hantering av idloggning i ugn	10	Firms ingen kontroll	8	560
				7	Material fast i kö	8	Firms ingen kontroll	2	112
				10	Manuell hantering av idloggning i ugn	2	Firms ingen kontroll	8	160
				10	Material fast i kö	1	Firms ingen kontroll	2	20
				2	Manuell hantering av idloggning i ugn	1	Firms ingen kontroll	5	10
		Materialet ligger för kort tid i ugn, är för kallt och kan inte smidas		8	Ojämma brännare i ugnarna	1	Kontroll av brännare sker med jämna mellanrum.	8	64
		Materialets temperatur är ojämnt		9	Ojämma brännare i ugnarna	1	Kontroll av brännare sker med jämna mellanrum.	8	72

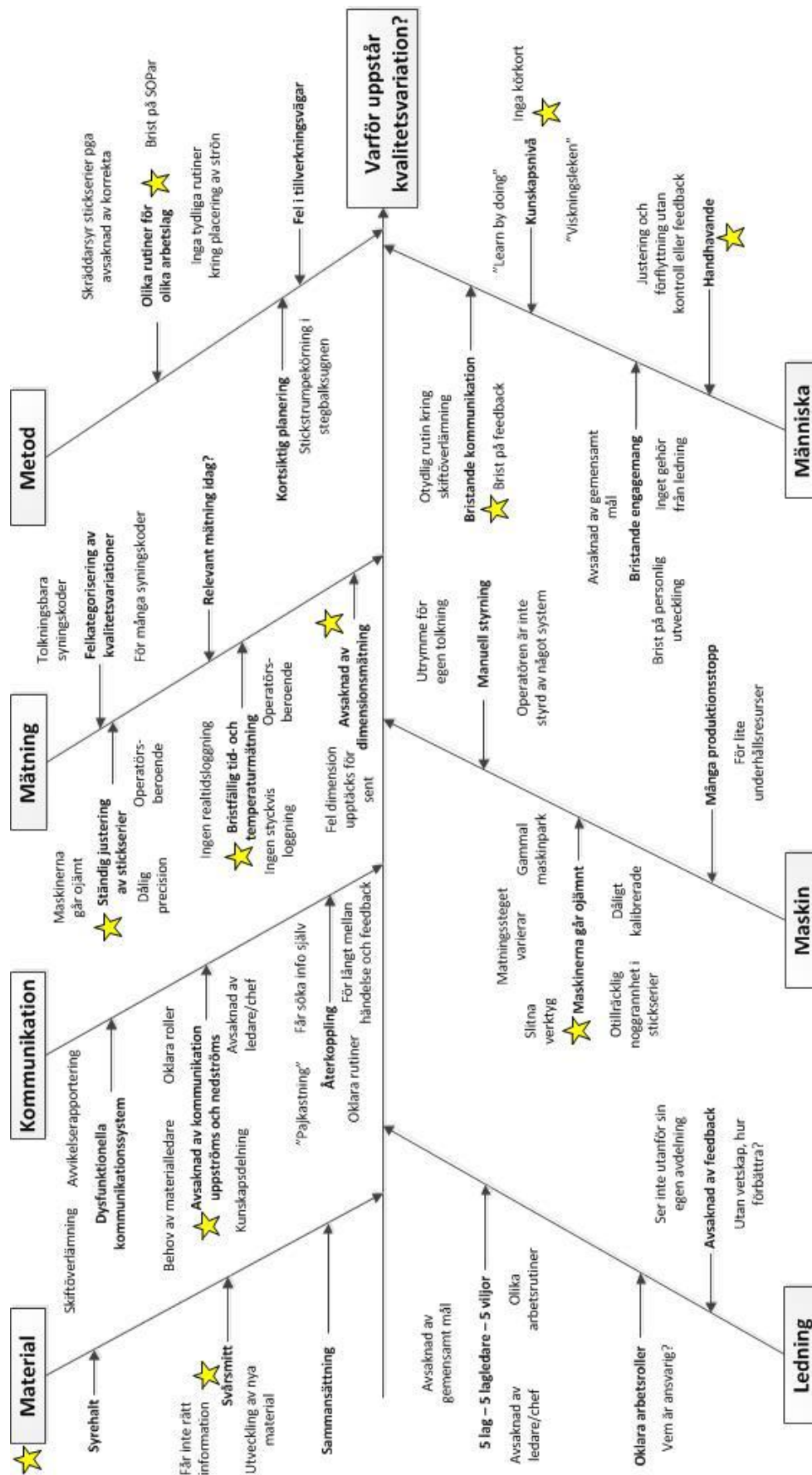
Figur 4.7. Feleffektsanalys av potentiella feleffekter framtagna från orsak- och verkan-matris. Del 2.

Resultatet av analysen, se Figur 4.6 och Figur 4.7, visar att det högsta risktalet, RPN, för kvalitetsvariationer skiljer sig avsevärt från de övriga och består i ojämn matning av manipulatorer under smidning. Denna feleffekt är allvarlig för uppkomst av variationer, uppkommer frekvent och är dessutom svår att upptäcka då det är operatörsberoende och kräver stor uppmärksamhet för att motverka. Rekommenderade åtgärder bygger på möjlighet till inköp av en tredje manipulator. Vidare visar analysen att material som ligger för länge i ugnen har ett högt risktal då det är tämligen allvarligt, inträffar ofta och saknar kontroll. Kontrollen fattas på grund av att systemet tillåter operatörer att manuellt hantera tidloggning i ugn. En rekommenderad åtgärd för större kontroll över feleffekten är att införa system med automatisk tidloggning. Analysen framhäver även vikten av ett standardiserat och enhetligt arbetssätt i form av SOP hos samtliga operatörer, något som kommer diskuteras mer utförligt i nästkommande kapitel.

Fortsatta analyser och åtgärder i p-FMEA kräver mer djupgående kunskap, både teknisk och om processen, och bör utföras av förbättringsgruppen på SMT.

4.2.3 Ytterligare orsaker till variation

För att åskådliggöra orsaker till variation i alla delar av processen, inte bara smidesanläggningen användes ett Ishikawa-diagram. Som visas i Figur 4.8 samt Bilaga 8 resulterar analysen i ett antal rotorsaker.



Figur 4.8. Ishikawadiagram med potentiella rotorsaker till variation i hela smidesprocessen.

Fler rotorsaker upptäcktes med hjälp av Ishikawadiagrammet än de som redan tagits fram med hjälp av process-FMEA och dessa är markerade med stjärnsymboler i Figur 4.8. Orsaker som inte är direkt kopplade till den fysiska smidesprocessen uppdagades. Resultatet visar att kommunikation, återkoppling, ledning samt mätmetod har påverkan på kvalitetsvariation.

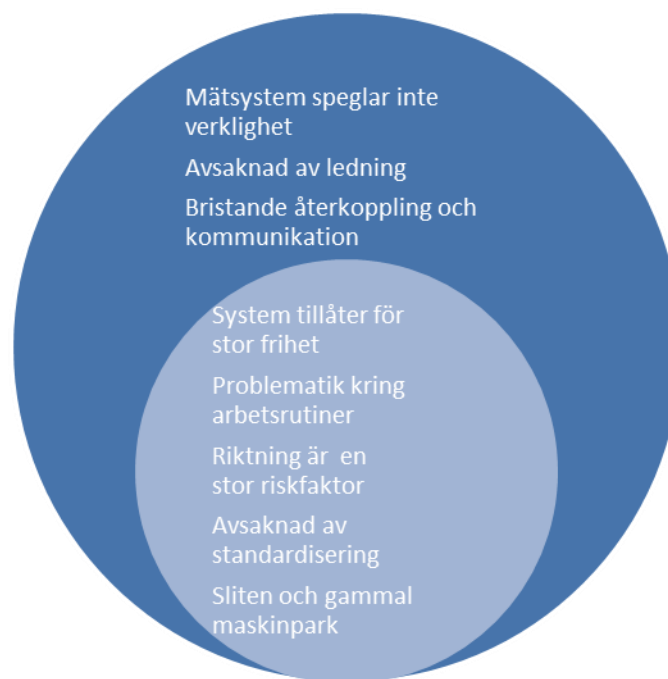
- Kommunikation
 - Icke fungerande kommunikationssystem vid skiftöverlämning och avvikelserapportering
 - Avsaknad av kommunikation uppströms och nedströms i processen
 - Bristande kommunikation inom och mellan arbetslagen
- Återkoppling
 - Avsaknad av återkoppling - muntligen och från signaler
 - För långt mellan händelse och återkoppling
 - Ingen automatisk återkoppling. Eget initiativ till informationssökning krävs
- Ledning
 - Finns ingen chef/ledare i dagsläget
 - Oklara arbetsroller
 - Avsaknad av gemensamt mål och brist på personlig utveckling
- Mätmetod
 - Kategorisering av kvalitetsvariation görs utifrån synkoder som är tolkningsbara
 - Oklart om det som mäts idag kan kopplas till kvalitetsvariation
 - Icke tvingande system ger stort utrymme till variation i utförande

5 DISKUSSION

I detta avsnitt analyseras de orsaker till kvalitetsvariation som redovisats i resultatkapitlet. Detta utmynnar i rekommenderade i förbättringsåtgärder.

Observationer och intervjuer utfördes under en fyraveckorsperiod på anläggningen i Sandviken och utifrån detta byggdes analys och slutsatser. De kvalitativa verktygen vilka har använts i arbetet är baserade på visserligen väl insatta men ändå människor. Det är alltså kvalificerade gissningar snarare än absoluta sanningar som tas fram genom dessa. En dialog och närmare samarbete med relevanta personer i SMTs organisation skulle med facit i hand ge större tillförlitlighet till vissa av orsakerna i resultatet. Med det sagt anses dragna slutsatser vara tillförlitliga nog för fortsatt arbete med kvalitetsvariationer.

Analysen delas upp på mikro- och makronivå då orsaker till kvalitetsvariation funnits på båda nivåer i processen, se Figur 5.1. De faktorer som ingår i mikronivån är: systemet tillåter för stor frihet, problematik kring arbetsrutiner, riktning är en stor riskfaktor, avsaknad av standardisering samt sliten och gammal maskinpark. På makronivå ingår faktorerna: mätsystemet speglar inte verkligheten, avsaknad av ledning, bristande återkoppling och kommunikation.



Figur 5.1. Analys av grundorsaker till variation uppdelad på mikro- och makronivå.

5.1 Problematik på mikronivå

Smidesprocessen som den är utformad på SMT idag innefattar mycket manuell hantering. Delprocesserna innehåller alla någon form av styrning och beslutsfattande som måste skötas av en operatör. Detta är i stora drag inte kontrollerat i form av SOP. Resultatet visar att manuell hantering är en rotorsak som påverkar kvalitetsvariation. Orsaker till variation har visat sig vara kopplat till val av verktyg, t.ex. smidesverktyg och tånganvändning på Glaman. Även val av stickserie är operatörsberoende och sammankopplat med uppvisad variation.

Ett antal problem med hur vissa processteg utförs har identifierats i resultatet. Stickserier saknas för ett antal produkter, vilket leder till att operatören tvingas ”snickra” ihop två

stickserier till en som ska passa den aktuella produkten. Det finns idag inget enhetligt sätt att skapa eller revidera stickserier. Ett problem med skapandet av nya stickserier är att kunskapen kring utformandet inte delas mellan de som besitter kunskapen. En del av kunskapen är programmering och en annan del är materialegenskaperna vid deformation. Ofta uppkommer inre problem vid första sticket i stickserien som ett resultat av för stor deformation. Frågan är om detta tas i åtanke vid skapandet av nya stickserier. Vid observationer har samma stickserie används till två liknande stålsorter utan närmre eftertanke, vilket kan få konsekvenser i form av variation. För att åtgärda detta borde stickserier utformas för varje produkt. Samverkan borde finnas mellan kunskapskällor för ökad kunskapsdelning.

Hur operatören utför sin arbetsuppgift är ingenting som påverkar variation, det är systemet som tillåter ett för stort spektra av utföranden vilket ger upphov till variation. Processen bör vara utformad på ett sätt som gör att en viss variation i handhavande ändå utmynnar i samma resultat. Exempelvis observerades en situation där operatören skrev in fel kod för stickserie i programmet som stödjer smidespressen. Detta resulterade i att ämnet smiddes till för grov dimension, var tvungen att läggas in för omvärmning och smidas ned till en grannare dimension. Genom att dela information mellan datasystemen bör detta kunna undvikas. Fysiska signaler och återkoppling från processen kan vara ett bra sätt för operatören att få direkt återkoppling på sitt arbete. Dessa signaler ska vara direkt kopplade till variation.

Tillverkningsbestämmelserna påverkar en produkt genom hela dess tillverkning; från framställningen av råmaterial till värmning, smidning och efterbehandling. Tillverkningsvägar tas fram, uppdateras och revideras utifrån logistik. Detta medför exempelvis att tillverkningsvägen för en produkt säger att värmning ska ske i en viss ugn på grund av platsbrist i en möjligen bättre passad ugn. Ett problem med tillverkningsbestämmelserna är därmed dess logistiska uppbyggnad och huruvida detta är förenligt med slutprodukten kvalitet. Mer fokus läggs på logistik i smidet än vad det görs på kvaliteten.

Planering av material som ämnas gå genom smidesanläggningen är ofta kortsiktig på grund av prioriteringar. Problem med detta kan exempelvis uppstå då material värms i stegbalksugn längre än vad tillverkningsbestämmelsen anger, för att något annat prioriteras högre. En kombination av logistik och kortsiktig planering kan med andra ord vara kritiskt för variation hos ett material och för processen. Värmekänsliga material kan behöva identifieras och planeras utifrån vikt av kvalitet och inte logistik.

Riktning utgör en stor säkerhetsrisk när den utförs i smidesanläggningen. Pressen som används i smidet är en smidespress som inte är utformad för riktning. I problembeskrivningen identifierades "Säkerheten först" som en variabel vilken förbättringar inte får inskränka på. På Sandvik är "Säkerheten först" ett kärnvärde i verksamheten. För att minska denna riskfaktor bör i största möjliga mån riktning undvikas, genom att se till smidesprocessen levererar tillräckligt raka bitar för att de ska kunna riktas i efterbehandlingen där riktningpress finns. Ämnen över en viss dimension måste riktas i smidespressen då de är för grova för att riktas i ämnesbehandlingen. En bedömning bör göras om ämnesbehandlingen bör ha en riktpress som kan ta grövre dimensioner. Riktning av ämnen i smidet påverkar även kvalitetsvariation då arbetssättet kring riktning idag är extremt operatörsberoende. Raketten mäts med en lång linjal samt ögonmått och kraften i pressen styrs manuellt av operatör som trampar på en pedal. Riktning kan i värsta fall orsaka att ämnet går av. Övriga kvalitetsvariabler som påverkas är ytstruktur och inre spänningar i materialet.

Ett stort arbete har utförts med försök till standardiserat arbetssätt och det finns SOP till

många arbetsmoment på smidesanläggningen. Det finns dock fortfarande stor förbättringspotential kring detta vilket framgår i resultatet. Vid intervjuer med samtliga skiftlag berättade alla att arbetet på avdelningen utförs olika beroende på vilket skiftlag eller till och med vilken operatör som utför arbetsuppgiften. Smidning i dagens anläggning är en komplex uppgift och större delen av personalen har arbetat där länge. Personliga rutiner skapas och anses vara bästa metod samtidigt som ytterst lite antecknas. Det som antecknas används sällan av samtliga i personalen då de redan har sina rutiner. Detta gör att arbetssätt skiljer sig åt inom lag såväl som mellan lag. Det kan diskuteras om processen bör göras robust mot denna typ av variation, istället för att tvinga alla operatörer att utföra sina arbetsuppgifter på lika sätt.

Information kring arbetsrutiner har ”fallit mellan stolarna”. Avsaknaden av rutiner kring skiftbyten och överlämning är en orsak till att information som går förlorad. Det finns ingen garanti för att rätt information förs vidare då det inte finns en klar och enhetlig bild över vilken information som faktiskt är viktig. Ett tydligt exempel på problem orsakad av avsaknad av standardisering är då ämnen ska tas ut ur ugn. I många fall utförs detta med hjälp av tång istället för gaffel. Med tång ökar risken drastiskt för krokighet och därmed uppstår även risken att ämnen inte kan riktas i ämnesbehandling utan måste skickas tillbaka till smidesanläggningen för riktning. Med detta som grund bör större fokus läggas på arbetsrutiner, så att alla arbetslag jobbar enhetligt. I exemplet ovan kan till exempel SOP angående gaffelanvändning i samband med uttag av material ur rullbar vagnugn skrivas.

Smidesanläggningen på SMT anlades 1971 och har sedan dess endast genomgått reparationer och underhållsåtgärder. Efter intervju med Processförbättring uppdagades att det som maskinparken byggdes för inte längre är vad den nyttjas för. Den tekniska utvecklingen av dagens produkter har lett till att det idag smids mycket tyngre ämnen än förr. Material riktas dessutom i en press som ursprungligen är avsedd för smidning. Detta leder till att smidespressen slits fort, vilket även belastar övriga maskiner i parken. I resultatet framgår att matningen från manipulatorerna under smidning är ojämn och observationer visa att oljeläckage är vanligt förekommande. Grundläggare förebyggande underhåll i kombination med mer reservdelar på lager kan vara en lösning till dessa problem. En föreslagen rekommenderad åtgärd i resultatdelen är inköp av en tredje manipulator som ska kunna avlasta vid underhåll eller dylikt.

5.2 Problematik på makronivå

För att finna orsaker till kvalitetsvariation krävs ett mätsystem som speglar de förändringar i processen som orsakar variation. I smidesprocessen finns idag inget sätt att mäta de kvalitetsvariationer som definierats i projektet. Idag mäts temperatur i ugn och tiden ämnena ligger i ugn. Dock mäts tiden från det att operatören förflyttar ämnet i datasystemet ”Appen”, något som medför att tiden inte mäts exakt. Hur lång tid det tar mellan den verkliga inläggningen i ugn och förflyttningen i ”Appen” varierar och det finns i dagsläget inget system för att kontrollera denna tid. När SMT idag utför analyser i smidesprocessen använder man sig av data loggade från ugnarna och ”Appen”. Frågan är om kvalitetsvariationen kan kopplas till sagd data eller om det finns någon annan bakomliggande orsak som man idag inte mäter. För att ta reda på detta krävs ett mätsystem som speglar verkligheten och där man kan se att en förändring i de parametrar som mäts har en påverkan på variationen. Just liggtid och temperatur i ugn är kritiskt för materialets egenskaper och det anses därmed av vikt att kunna kontrollera dessa parametrar.

Variation i dimension är en av de former av kvalitetsvariation som avhandlats i projektet och denna mäts idag efter första sticket av rundsänkningen. Denna mätmetod anses fungera väl, då den ger korrekt information om dimension på ämnet. Dock finns det idag ingen möjlighet att mäta fyrkant- och åttkantsticken vilket medför att hela ämnet måste smidas ned till rundsänkning innan mätning kan utföras. Detta medför variation i kvalitet då dimensionen kan bli för klen eller för grov. För grov dimension kan åtgärdas genom omvärmning och smide till specificerad dimension, något som kan påverka värmekänsliga materials egenskaper. Alltså kan mätsystemet för dimension påverka kvalitetsvariationen i form av strukturellt eller ytfel.

Idag finns ett antal syningskoder för materialen som är färdigbearbetade. Dessa koder är tolkningsbara och det är upp till den person som synar hur hen vill klassificera variationen. Vid uppkomst av t.ex. ytsprickor finns felkoder som anger följande fel: korta tunna, långa tunna, korta öppna, långa öppna, oregelbunden form. Subjektiva mått gör det omöjligt att göra en jämförelse som speglar verkligheten, då variationen i tolkningar mellan syningsoperatörer blir till en parameter som innehåller stor spridning.

Ett återkommande ämne som uppkom under intervjuer och observationer var problematiken kring avsaknad av ledning. Under majoriteten av intervjuerna kopplades detta faktum ihop med kvalitetsvariationer i smidesprocessen. Inom TQM anses ett engagerat ledarskap vara en av grundpelarna i kvalitetsarbetet. För att skapa förbättring krävs motiverad personal. Utan en ledning som kan delegera ansvar och befogenhet är arbetsrollerna oklara och de anställda omotiverade. Vem är ansvarig och vem är det som äger problemet kvalitetsvariation i smidesprocessen?

En viktig del i arbetet kring kvalitetsvariation är att personalen är motiverad och får kunskap om variation och dess uppkomst, för att kunna tolka signaler och information på ett likvärdigt sätt. Ledarskapets roll är att få alla att sträva mot samma mål och att skapa möjligheter för att sätta sin arbetsroll i perspektiv till organisationen. För att lyckas med kvalitetsarbetet måste ett systemtänk anammas. Utmaningen för ledarna på alla nivåer runt smidesprocessen är att skapa ett klimat för kunskapsspridning, att motivera de anställda och med ett holistiskt synsätt sätta smidet i sitt sammanhang. Variationen inom smidesprocessen kan kopplas till problemet att placera sin arbetsinsats i det större perspektivet. Under intervjuerna framkom att personalen hade svårigheter att se sin del i helheten och ansåg att smide fick oförtjänt mycket kritik från utomstående enheter. En uppgivenhet kring frågor om ledning var något som förenade alla skiftlagen under intervjuerna.

Vid intervjuer framkom att återkoppling och kommunikation var något som ansågs bristfälligt. De som jobbar med smidesprocessen svårt att se utanför sin egen avdelning och kommunikationen är utformad därefter. Det finns inget enhetligt sätt att få information om utbyten eller uppvisad kvalitetsvariation nedströms från smidet. Återkoppling sker muntligt på möten och rapporteras inte visuellt med t.ex. styrdiagram. Ofta sker återkopplingsmöten flera veckor efter att ämnet har behandlats i smidet. Resultatet blir att de som arbetar med smidesprocessen inte har kunskap om hur process påverkar kvalitetsvariationer hos slutprodukterna. För att kunna genomföra ett effektivt förbättringsarbete krävs kunskap om den egna processen och hur den påverkar andra processer i organisationen. Kritiskt är att få återkoppling på hur processen beter sig för att kunna identifiera hur förändringar påverkar variationen.

Kommunikationsvägar var en orsak till variation som uppkom i resultatet. Information når inte fram då den är ostrukturerad och ofta rapporteras muntligt. Ett exempel på detta är vid skiftöverlämning. Muntlig information går från operatör på aktuellt skift till operatör på efterkommande skift. Det finns ingen SOP på hur detta ska ske och det finns ingen gemensam syn på vilken typ av information som är viktig. Hur mycket och vilken information som kommuniceras är helt upp till de två individer som sköter överlämningen. I intervjuerna såg de olika skiftlagen väldigt olika på hur mycket eller lite information de vill ha. Kommentarer skiftade från ”bara det väsentliga” till ”allt”. Problemet är att ”bara det väsentliga” och ”allt” inte är mätbara begrepp utan subjektiva mått. Informationsutbytet påverkar kvalitetsvariationen då processen innefattar mycket manuell hantering. Har operatören inte information om vad som har hänt under processens gång kan denne omöjligt fatta välgrundade beslut i frågor som påverkar variationen. Utbyte av information i form av avvikelserapportering är även den bristfällig. IT-system gör det, enligt operatörerna, svårt att rapportera avvikelser och information om uppmärksammas variation nedströms i processen.

5.3 Ekonomiska och miljömässiga konsekvenser

Arbetet avgränsades från konkreta beräkningar av kvalitetsbristkostnader då några sådana inte kunde uppbringas. Ekonomiska aspekter har dock tagits i beaktning. Utifrån litteraturen är ett företags kvalitetsbristkostnader generellt 10-30 % av företagets omsättning. För SMT, där kvalitetsvariationerna är stora och delvis oupptäckta, blir en sådan procentsats mycket ogynnsam. Den första, tredje och fjärde nivån i Sörqvists (2001) nivåer av kvalitetsbristkostnader består av traditionella kostnader, förlorade intäkter respektive kundernas kostnader. Dessa tre nivåer tycks vara essentiella för SMT.

Kvalitetsvariationen i smidesprocessen påverkar SMT på fler plan än endast förlorade intäkter i form av ombearbetning och kassationer. Inom kvalitetsteori är ökad kundnytta i kombination med mindre resursåtgång centralt, inte endast att minska resursåtgången. För att skapa långsiktig lönsamhet är kundnöjdhet nödvändigt och bör vara drivkraften bakom kvalitetsarbetet. Vid vidare arbete med ständiga förbättringar inom smidesprocessen och andra processer i organisationen bör fokus i första hand ligga på de krav som är kritiska för kunden. I övrigt är de fyra verkningsfulla strategierna, bestående av ledning, utbildning, marknadsorientering samt organiserat arbete, av stor betydelse för fortsatt arbete. Dessa kan kopplas samman med placering av problembeskrivningen i större sammanhang, vilket görs i kommande underkapitel.

I dagsläget kasseras eller ombearbetas material som uppvisar variation utanför kontrollgränserna. Om variationerna inte uppmärksammas direkt blir följden att de löper med genom hela bearbetningsprocessen för att sedan kasseras vid syning. För att minska de miljömässiga konsekvenserna är det därför viktigt att arbeta med att både minska variation och att uppmärksamma problem direkt när de uppstår.

5.4 Att sätta problembeskrivningen i ett större sammanhang

Under projektets gång visade flera indikationer på att problemställningen var tvungen att ses i ett större sammanhang för att finna grundorsaker som påverkar variation. Efter arbetet med den fysiska processkartan och process-FMEA upptäcktes ett glapp mellan resultaten av metoderna och det som framkommit från intervjuer och observationer. Problem som ligger på makronivå faller bort då fokus ligger på den fysiska processen.

När fokus ligger på att finna tekniska problembeskrivningar och lösningar på problemet låses tankesättet till en teknisk åtgärd. Genom att sätta problemet i ett större perspektiv kunde orsaker till variation hittas i flera stödprocesser, främst inom kommunikation och management. Målet med Six Sigma och projektet var att finna grundorsaker till varför kvalitetsvariation uppstår. Hypoteser om att grundorsakerna är tekniska gör att arbetet avgränsas direkt från start och försvårar eller omöjliggör uppgiften.

Makronivån som förklarats tidigare i kapitlet har en direkt påverkan på orsaker till variation som uppkommer på mikronivå. Samtliga tre orsaker på makronivå kan på något sätt direkt eller indirekt kopplas samman med följande orsaker som tagits fram på mikronivå.

- Att mätsystemet inte speglar verkligheten är förknippat med att systemet tillåter för stor frihet för de som arbetar i processen vilket leder till svårighet att mäta. Detta är även indirekt kopplat till riktning av material genom att för stor frihet i tillvägagångssätt tillåts.
- Avsaknad av ledning påverkar arbetsrutiner och standardisering. Det kan även kopplas till faktorer som har med maskinparken att göra då det idag saknas befogenhet att ta beslut om inköp och underhåll.
- Bristande kommunikation och återkoppling är förknippat med samtliga orsaker på mikronivå men direkt koppling kan göras med arbetsrutiner, standardisering och systemets frihetsgrader.

5.5 Fortsatt arbete

För ett fortsatt arbete kring kvalitetsvariationer bör SMT direkt ta itu med en del konkreta åtgärder. Införande av körkort till Glama och till smidespressen är en av dem. Ett körkort innebär att alla får samma utbildning kring stationen och därmed säkerställs en hög nivå av standardiserat arbetssätt.

Vidare bör en arbetsgrupp för hantering och programmering av stickserier tillsättas. Gruppen ska inneha kunskaper inom deformation, materialegenskaper och programmering. Då produkterna reagerar olika på deformation bör det finnas en stickserie för varje stålsort och dimension.

Ytterligare bör en arbetsgrupp sammanställas för att revidera och skapa nya SOPar. En högt viktad faktor i feleffektsanalysen var tiden för värmning i ugn. Ett förslag på SOP är att direkt efter inläggning av ämne i ugn ska operatören gå till smideshytten och lägga in förflyttningen i "appen". Detta för att minska tidsskillnaden som idag kan uppstå mellan verklig inläggning i ugn och förflyttning i datorn. SOPar behöver även göras för nyskapande och revidering av stickserier. Gruppen bör bestå av operatörer såväl som förbättringsledare och processförbättrare.

Skiftöverlämning i smidet ska förslagsvis ske via datasystem på samma sätt som tidigare gjorts. Där är det tydligt vilket skiftlag som överlämnat informationen och vilket skiftlag som tagit över. Det underlättar även vid problem då det är lätt att gå tillbaka och hitta informationen. En rutin måste upprättas över vilken information som ska överlämnas och tas emot vid skiftöverlämning samt vem som ansvarar för det. Upprätta en punktlista över vilken information som är viktig att föra vidare till nästa skift.

De synkoder som finns idag gör kopplingen mellan vad som idag mäts och uppkomna kvalitetsvariationer svår och subjektiv. Koderna bör därför konkretiseras genom att göras mätbara. Ytsprickor som är ”korta, tunna” kan specificeras genom längd och bredd mellan två mätetal. Exempelvis en kort spricka motsvarar 3-6 mm och en lång spricka motsvarar 6-10 mm.

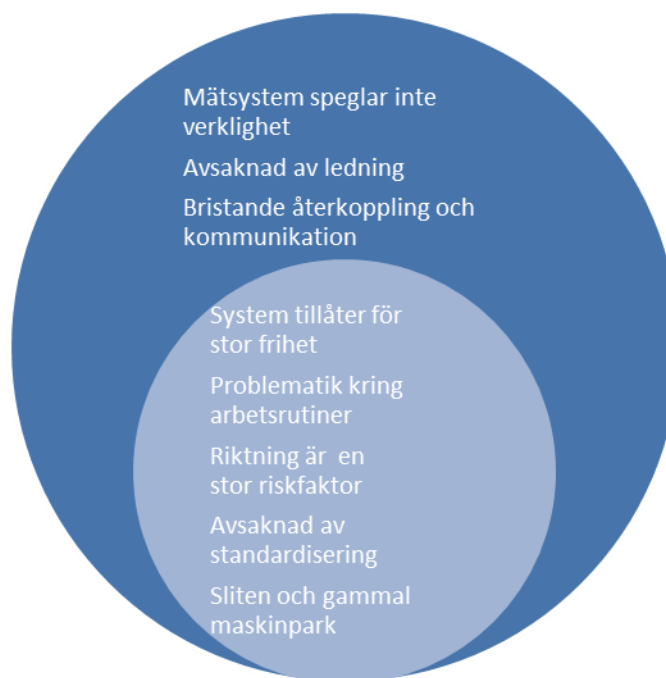
Arbetsgrupper bör utreda riktning och underhåll, förslagsvis genom riskanalyser. Riktningsförfarandet borde prioriteras med avseende på policyn ”Säkerheten först”. Ta fram uppgifter på hur underhållsinsatserna påverkar flöde och lönsamhet i smidesanläggningen. Kan ekonomiska vinster göras genom ökade underhållsinsatser?

Det är av största vikt att rätt kunskap tillsätts i arbetsgrupperna. Arbeta med dessa frågor på golvet och involvera relevant personal i enlighet med Six Sigma och TQM.

6 SLUTSATS

Den utförda kartläggningen av smidesprocessen är den del av resultatet som ligger till grund för fortsatt analys av orsaker till variation. De båda processkartorna visar behovet av en holistisk syn på problemställningen. Många kringliggande delprocesser i organisationen påverkar smidesprocessen och även de måste tas i beaktning i en analys. I dagsläget saknas ett tillförlitligt system för att mäta variation vilket medför att källor till kvalitetsvariation inte kan analyseras statistiskt.

Nyckelfaktorer som påverkar variation i processen har återfunnits både i smidesprocessen och i kringliggande delprocesser. Dessa definieras i rapporten på mikro- respektive makronivå, se Figur 6.1. Vad som påvisats i projektet är att stora övergripande processer påverkar de orsaker till kvalitetsvariation som ses i smidesprocessen.



Figur 6.1. Analys av grundorsaker till variation uppdelad på mikro- och makronivå.

De slutsatser som kan dras utifrån resultat och diskussion är att de viktigaste åtgärderna för att minska variation i smidesprocessen och skapa en hållbar process är att arbeta med följande tre punkter

- Upprätta ett mätsystem som speglar verkligheten och mäter de faktorer som påverkar variationen.
- Skapa förutsättningar och riktlinjer för enhetliga och informativa kommunikationsvägar samt verka för en kunskapsdelande arbetsmiljö.
- Generera en gemensam målbild för berörd personal kring smidesprocessen genom styrning och beslutsfattande på högre nivåer i organisationen.

REFERENSER

Bergman, B. & Klefsjö, B. (2010). Quality - from Customer Needs to Customer Satisfaction. Lund: Studentlitteratur.

Cullin, F. (1999). Dimensionstoleranser hos smidda stänger. Luleå Tekniska Högskola och Sandvik AB.

George, M. (2002). Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Speed. New York: McGraw Hill.

George, M., Rowlands, D., Price, M. & Maxey, J. (2005). The Lean Six Sigma Pocket Toolbook. New York: McGraw Hill.

Hénault, V. (1998). Process parameters for the forging of round bars. Sandvik AB.

Jarl, M., Lundbäck, H., Perä, J. & Sjöström, Å. (2004). *Järn- och stålframställning – Bearbetning av långa produkter*.
http://www.jernkontoret.se/ladda_hem_och_bestall/publikationer/stal_och_stalindustri/jks_utbildningspaket/jkutbpak_del8.pdf [2014-05-18]

Klefsjö, B., Wiklund, H., Egdeman, R. (2001). Six Sigma seen as a methodology for total quality management. Measuring Business Excellence 5, issue 1, pp. 31-35. MCB University Press.

Magnusson, K., Kroslid, D. & Bergman, B. (2003). Six Sigma - the pragmatic approach. Lund: Studentlitteratur.

Sandvik AB. (2014). Om Sandvik. <http://www.sandvik.com/sv/om-sandvik/> [2014-04-22]

Sandvik Materials Technology. (2014). Om oss. <http://www.smt.sandvik.com/se/om-oss/> [2014-04-22]

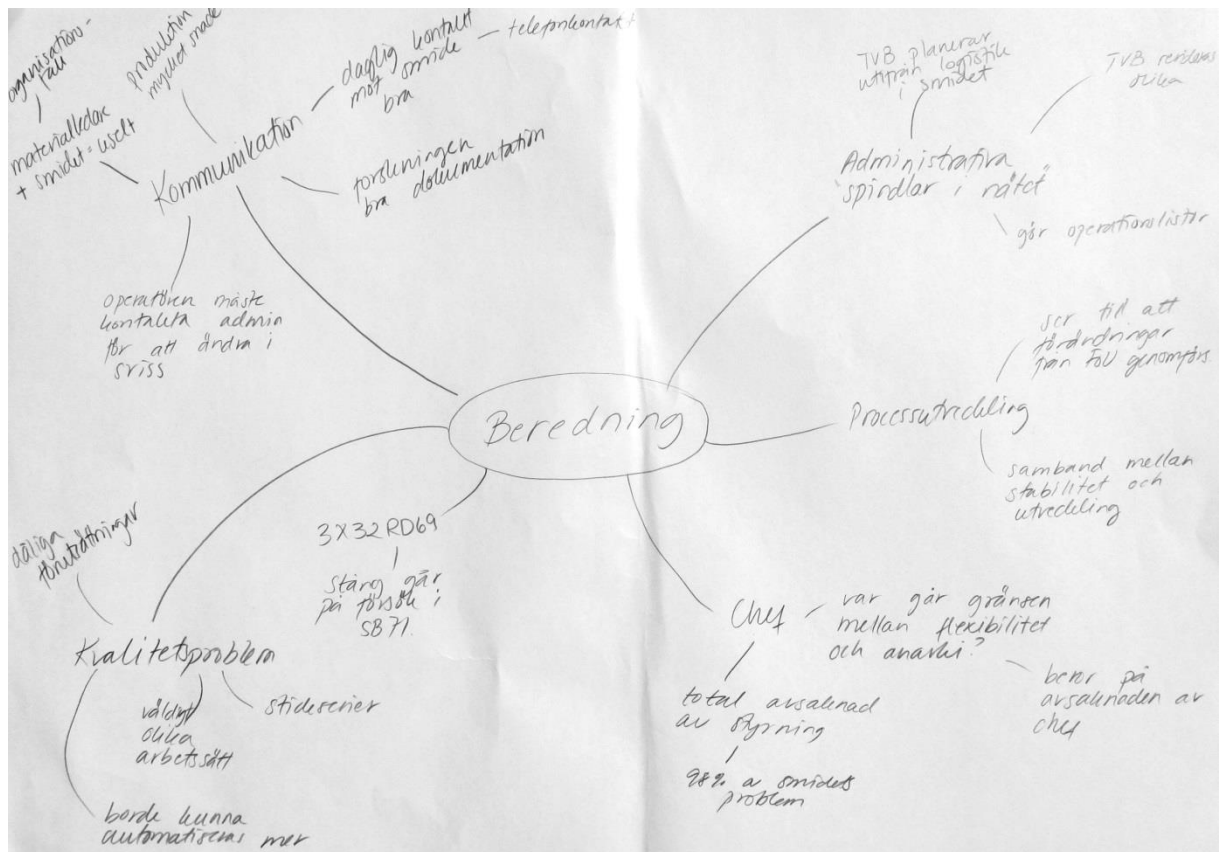
Sörqvist, L. (2001). Kvalitetsbristkostnader: Ett hjälpmedel för verksamhetsutveckling. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.

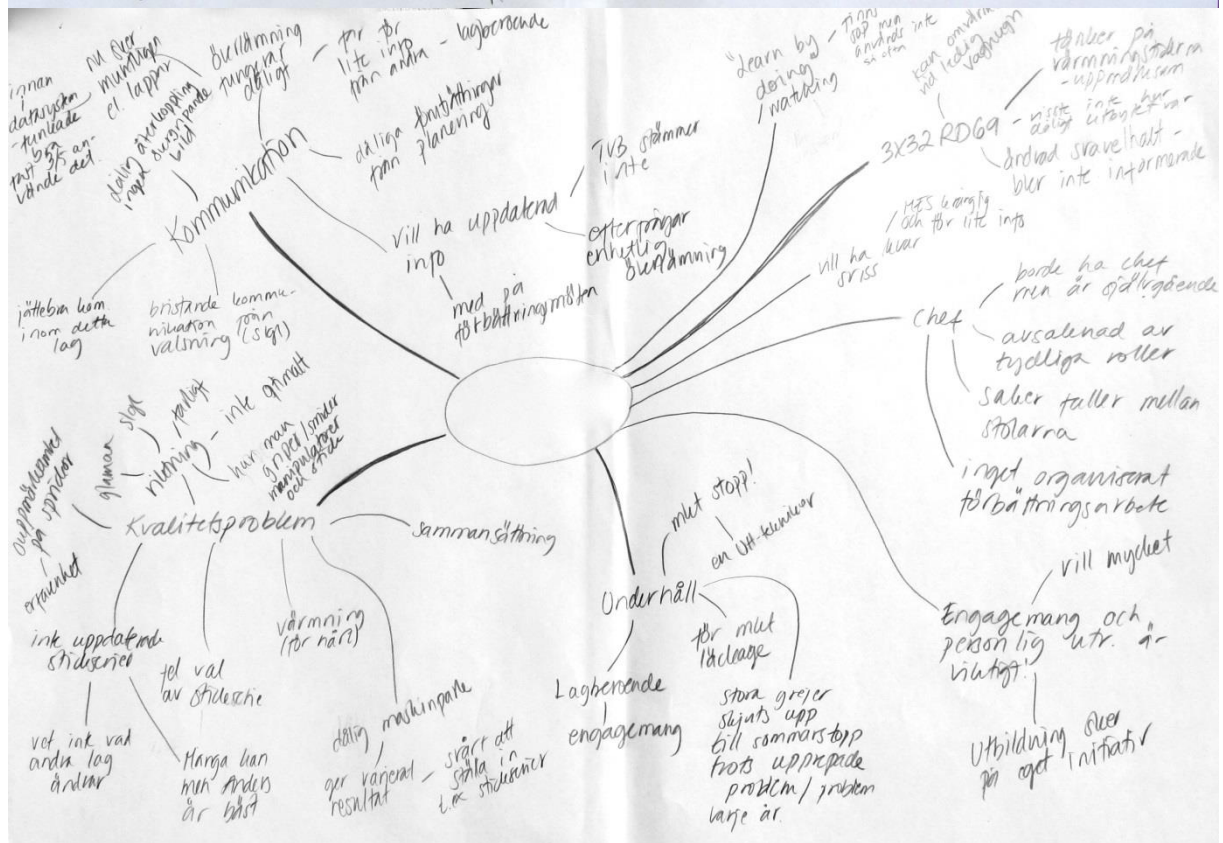
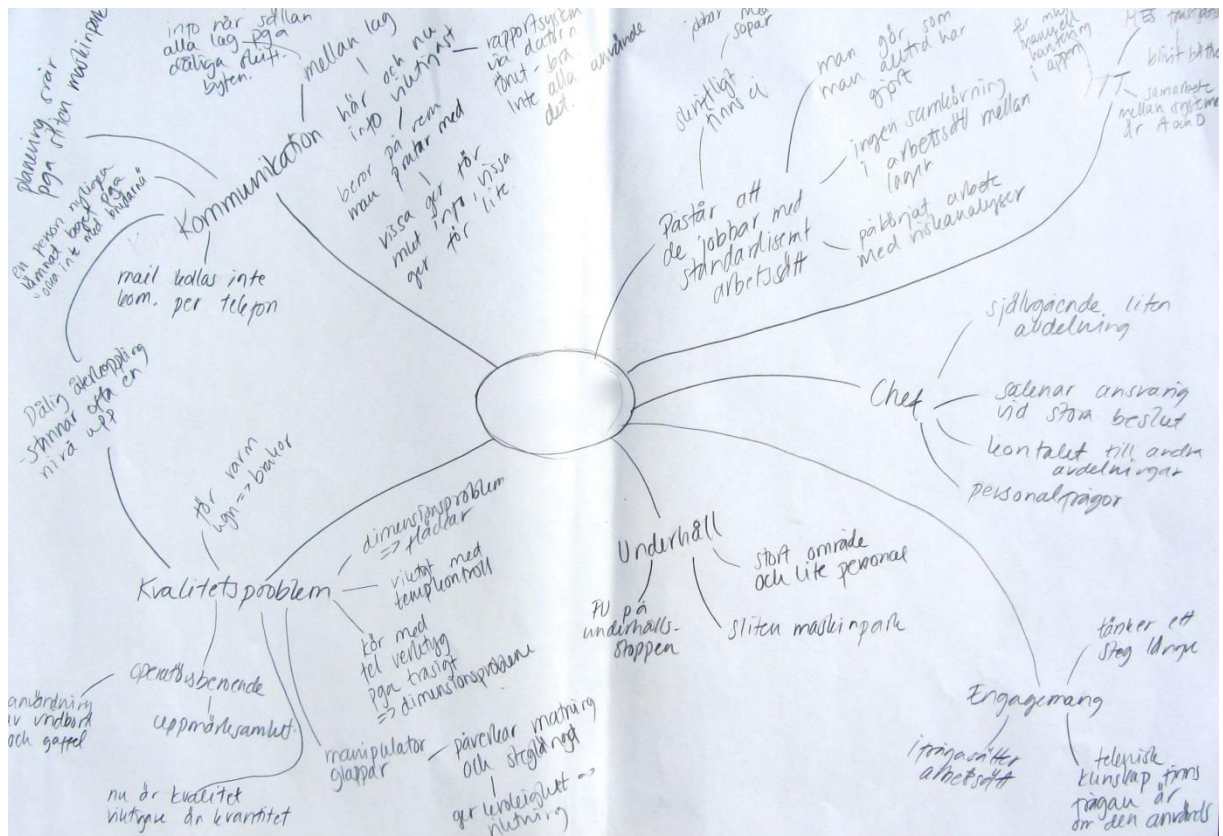
Taghizadegan, S. (2006). Essentials of Lean Six Sigma. Oxford: Elsevier Inc.

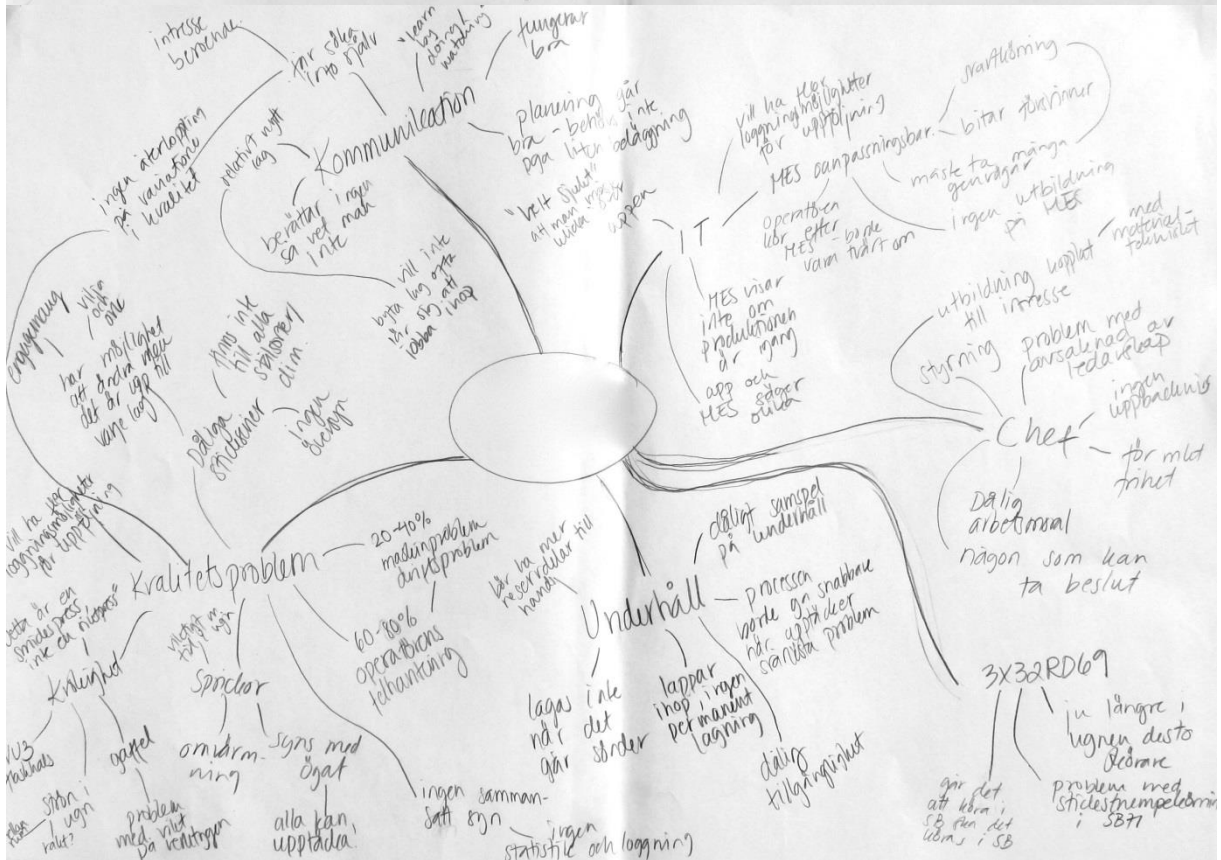
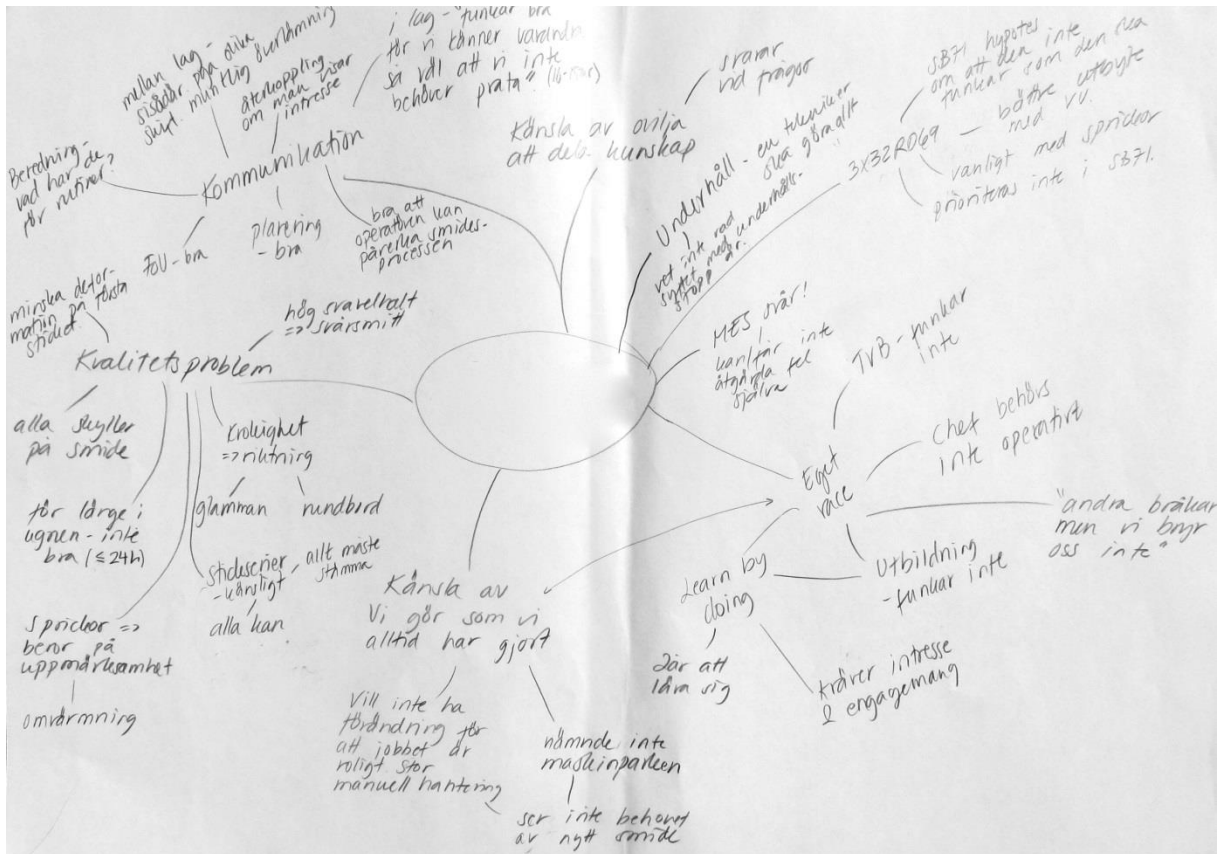
Wheeler, D. & Poling, S. (1998). Building Continual Improvement. USA: SPC Press.

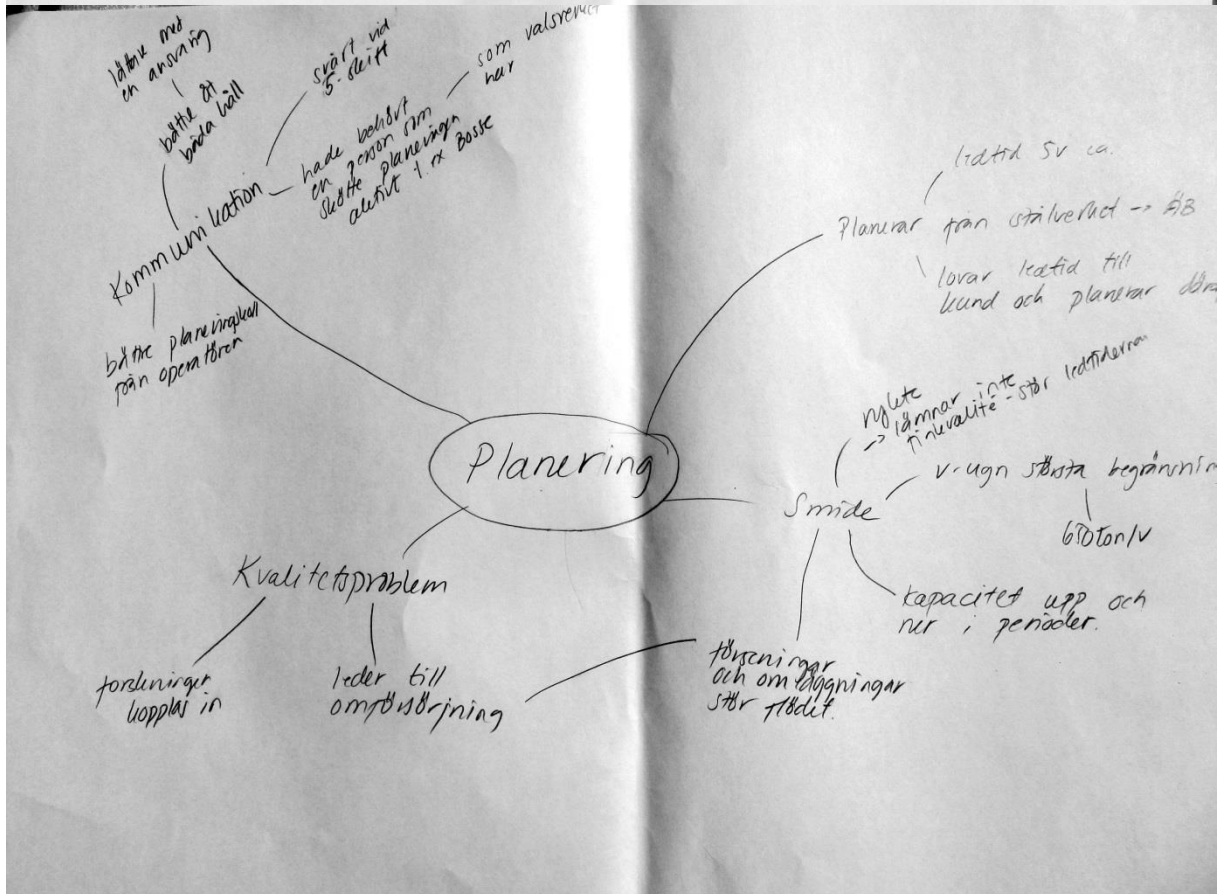
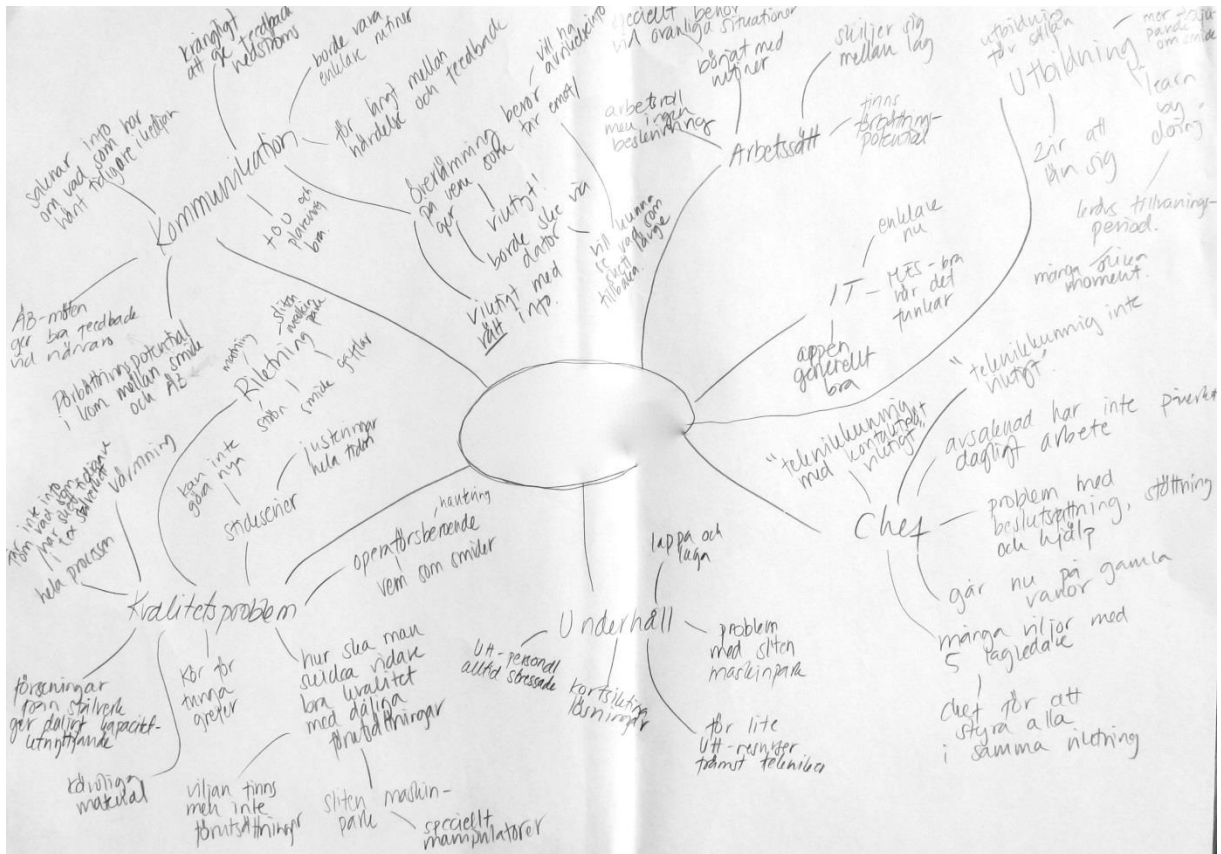
BILAGOR

1. Tankekartor över intervjuer
2. Effective Scoping
3. Sammanställning av tillverkningsvägar
4. Processkarta över fysiskt flöde
5. Flödeskartor
6. Orsak- och verkanmatris
7. Process-FMEA
8. Ishikawadiagram







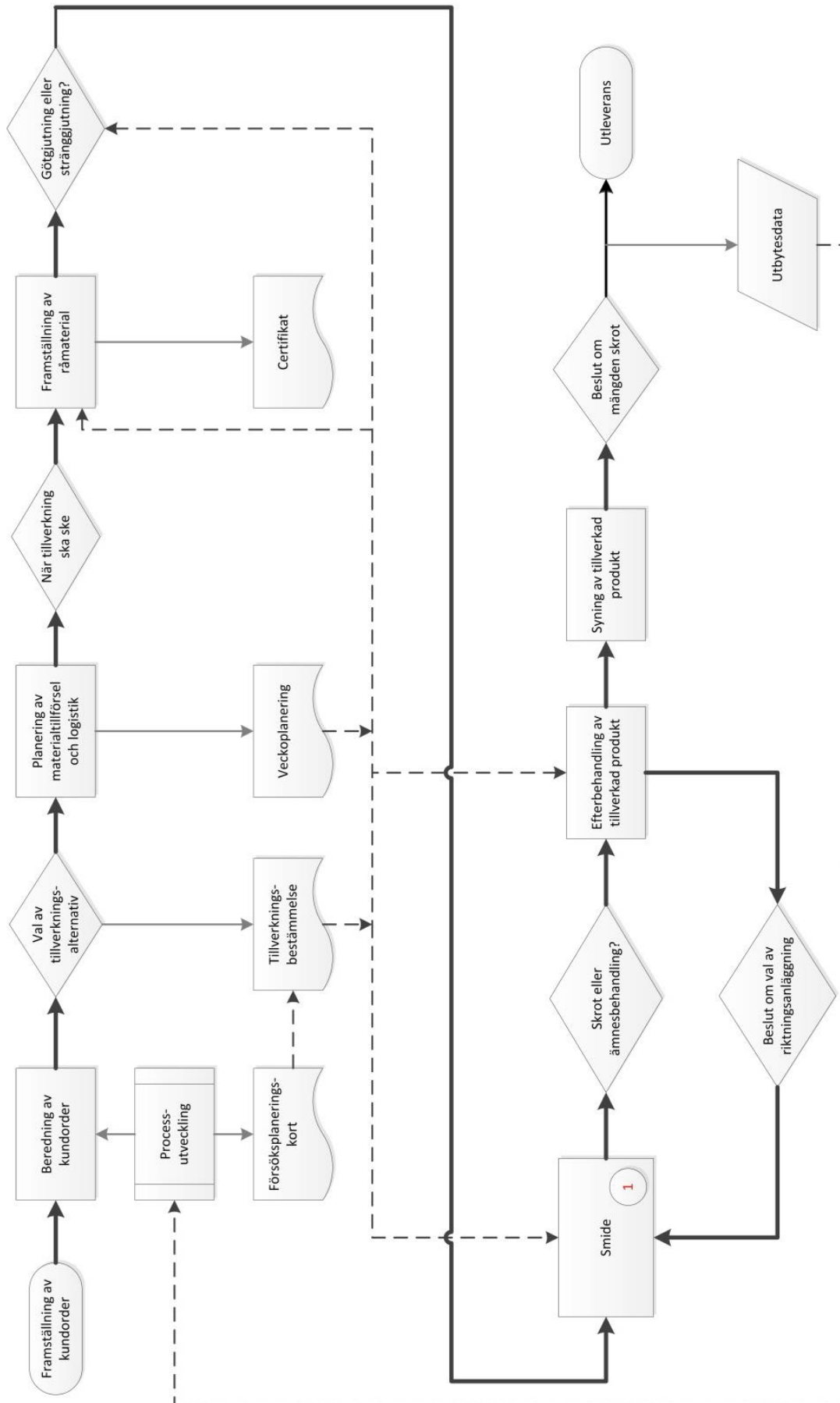




Process owner:		Project sponsor:		Six Sigma champion, MBB:	
Effective Scoping of continuous improvement projects					
Supplier		Input		Process	
Who supplies the inputs?	What are the inputs to the system?	What does the system require of the inputs?	Team/project jurisdiction of changes	What is the output?	Output
Beredning	Tillverknings- bestämelse (TVB)	Uppdaterad och korrekt TVB	Ledningsnivå (samordning, beslutsfattande, engagemang, driv)	Smitt material	Utsatt leveranstid Leveransprecision Dimension Kvalitet av struktur och yta enligt specifikation Rakhet
			Operatörsnivå (SOP, engagemang, TVB)		
Planering	Planering Materialförsörjning	Genomförbart (1 vecka framåt) Kommuniceras väl Flexibel men konsekvent	What competences are needed in the team?		What ONE MEASURE (y) should be under- stood and improved? How will you know when the intended improvements is accomplished?
			Kvalitetskompetens Syningskompetens Förbättringsledare Processutvecklare Operatör Chef/Ledare		
Stålverk Göterverk Valsverk	Råmaterial	Korrekt sammansättning Korrekt förbehandling enligt TVB/specifikation	Name of the flow to be improved:		Kvalitetsvariation Måts i rakhet, dimension, struktur, ytfel
					What is the baseline of the y and can that precis y be measured today?
Forskning	Försöksplaneringskort	Genomförbart Informerat	SMIDESPROCESSEN		Styrdiagram på rakhet, dimension, struktur, ytfel Kan ej mätas idag pga bristande mätmetod
					What other constraints can not be lost in the process?
Underhåll	Avhjälpande underhåll Förebyggande underhåll	Underhållsstopp 1 gg/vecka och vid haveri Reservdelar	From where is the physical output shipped?		Säkerhetsmedvetenhet ("Säkerheten först") Flexibilitet
Ledning	Utveckling och beslutsfattande	Efterföljning av SOP och övriga bestämmelser Rapportering och återkoppling			
Operatör	Genomförande och beslutsfattande				

Av sekretesskäl utgår BILAGA 3 ur den publicerade rapporten.

Process Map			
Project Title	Smide		
			Date: 2014-04-21
Input	Class	Step	Output
Råmaterial	B	VÄRMNING	Smidbart material Kassationer Krokigt material
Tid	S!		
Temperatur	S!		
Materialsammansättning	B		
Placering av ström	S!		
Operatör	S!		
Smidbart material	B	SMIDE	Färdigsmitt material Material med kvalitetsproblem som leder till ombearbetning Material med kvalitetsproblem som leder till kassation Krokigt material
Stickserie	S!		
Kontrollmätning av dimension	B!		
Operatör	S!		
Användning av tång på glama	S!		
Smidestid	B		
Temperatur under smide	B!		
Verktyg	!		
Press			
Manipulatorer	!		
Operatör	S!	OMVÄRMNING	Smidbart material Kassationer Krokigt material
Försmitt material som blivit för kallt	S		
Försmitt material som ska omvärmnas enligt TVB	B		
Försmitt material pga uppvisade kvalitetsbrister	S!		
Tid	S!		
Temperatur	S!		
Placering av ström	S!		
Färdigsmitt material	B	KYLKAR	Avkylt material Kassationer Krokigt material
Avsvalnat material från svalbädd	B		
Användning av tång på glama	S!		
Operatör	S!		
Tid	S!		
Temperatur	S!		
Färdigsmitt material	B	SVALBÄDD	Avsvalnat material Krokigt material
Avsvalnat material från kylkar	B		
Användning av tång på glama	S!		
Tid	B		
Operatör	S!		
Färdigsmitt material	B	SLÄCKGLÖDGNING	Kassationer Släckglödgat material Krokigt material
Avsvalnat material från kylkar	B		
Avsvalnat material från svalbädd	B		
Tid	S!		
Temperatur	S!		
Operatör	S!		
Travers			
Användning av tång på glama	S!		
Krokiga stänger	B	RIKTNING	Raka stänger Färdigbearbetat material (till kund)
Verktyg för kontroll av rakhet	!		
Operatör	S!		
Pressning av material	S!		
Brus	B		
Signal	S		
Kritisk	!		





Six Sigma Cause and Effect Matrix										
		Rating of Importance to Customer	1	2	3	4	5			
			4	6	8	10	8			
			Utsatt leveranstid	Leveransprecision	Dimension	Kvalitet av struktur och yta enligt specifikation	Rakhet			
Process Step	Process Step	Process Input						Total	Akumulerat	% Akumulerat
11	SMIDE	Operatör		3	9	9	9	252	252	7,6
48	RIKTNING	Operatör			9	9	9	234	486	14,7
9	SMIDE	Stickserie			9	9	3	186	672	20,3
49	RIKTNING	Pressning av material	9	9		9		180	852	25,7
22	OMVÄRMNING	Försmitt material pga uppvisade kvalitetsbrister	3	3	3	9		144	996	30,1
14	SMIDE	Temperatur under smide			3	9		114	1110	33,5
12	SMIDE	Användning av tång på glama			1	3	9	110	1220	36,9
45	SLÄCKGLÖDGNING	Användning av tång på glama			1	3	9	110	1330	40,2
17	SMIDE	Manipulatorer	3	3			9	102	1432	43,3
29	KYLKAR	Användning av tång på glama				3	9	102	1534	46,3
35	SVALBÄDD	Användning av tång på glama				3	9	102	1636	49,4
2	VÄRMNING	Tid	1	1		9		100	1736	52,4
23	OMVÄRMNING	Tid		1		9		96	1832	55,3
41	SLÄCKGLÖDGNING	Tid		1		9		96	1928	58,2
3	VÄRMNING	Temperatur				9		90	2018	61,0
4	VÄRMNING	Materialsammansättning				9		90	2108	63,7
7	VÄRMNING	TVB				9		90	2198	66,4
24	OMVÄRMNING	Temperatur				9		90	2288	69,1
26	OMVÄRMNING	TVB				9		90	2378	71,8
42	SLÄCKGLÖDGNING	Temperatur				9		90	2468	74,6
6	VÄRMNING	Operatör			3	3	3	78	2546	76,9
15	SMIDE	Verktyg			3	3	3	78	2624	79,3
19	OMVÄRMNING	Operatör			3	3	3	78	2702	81,6
43	SLÄCKGLÖDGNING	Operatör			3	3	3	78	2780	84,0
5	VÄRMNING	Placering av ström					9	72	2852	86,2
10	SMIDE	Kontrollmätning av dimension			9			72	2924	88,3
25	OMVÄRMNING	Placering av ström					9	72	2996	90,5
47	RIKTNING	Verktyg för kontroll av rakhet					9	72	3068	92,7
16	SMIDE	Press			3	3	1	62	3130	94,6
20	OMVÄRMNING	Försmitt material som blivit för kallt	3	3		3		60	3190	96,4
13	SMIDE	Smidestid				3		30	3220	97,3
31	KYLKAR	Tid				3		30	3250	98,2
32	KYLKAR	Temperatur				3		30	3280	99,1
30	KYLKAR	Operatör				1		10	3290	99,4
36	SVALBÄDD	Tid	1	1				10	3300	99,7
37	SVALBÄDD	Operatör	1	1				10	3310	100,0
1	VÄRMNING	Råmaterial						0	3310	100,0
8	SMIDE	Smidbart material						0	3310	100,0
18	SMIDE	TVB						0	3310	100,0
21	OMVÄRMNING	Försmitt material som ska omvärmas enligt TVB						0	3310	100,0
27	KYLKAR	Färdigsmitt material						0	3310	100,0
28	KYLKAR	Avsvalnat material från svalbädd						0	3310	100,0
33	SVALBÄDD	Färdigsmitt material						0	3310	100,0
34	SVALBÄDD	Avsvalnat material från kylkar						0	3310	100,0
38	SLÄCKGLÖDGNING	Färdigsmitt material						0	3310	100,0
39	SLÄCKGLÖDGNING	Avsvalnat material från kylkar						0	3310	100,0
40	SLÄCKGLÖDGNING	Avsvalnat material från svalbädd						0	3310	100,0
44	SLÄCKGLÖDGNING	Travers						0	3310	100,0
46	RIKTNING	Krokiga stänger						0	3310	100,0
Total			84	156	472	1750	848		3310	

Potential Failure Modes and Effects Analysis (P					
Item or ProcessSmide Del 1			Process Responsibility		
Product /Service Family			Key Date		
Core team					
Process Step	Input	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S e i v t e r	Potential Cause(s)/Mechanisms of Failure
SMIDE	Operatör	Fel stickserie används	Materialet får svaravas ned till klenare dimensioner.	6	Finns ingen stickserie programmerad för aktuell produkt. Operatören väljer eller skriver fel kod.
		Dimensionsfel så som krokighet uppkommer	Materialet måste riktas eller svaravas ned till klenare dimensioner.	7	Felhantering av material med hjälpmedel som vridbord, manipulatorer, glama. Brist på noggrannhet vid inställning av slutdimension. Dålig uppmärksamhet vid smidning.
		Sprickor och brakor uppkommer	Materialet kasseras eller får svaravas ned till klenare dimensioner.	8	Felhantering av material med hjälpmedel som vridbord, manipulatorer, glama. Dålig uppmärksamhet och/eller kunskap vid smidning, dessa fel kan ibland åtgärdas med omvärmning.
RIKTNING	Operatör	Ämnet går av	Kassation	10	Operatören styr pressen med en mycket känslig pedal
SMIDE	Stickserie	För stor deformation på första sticket	Materialet får inte de egenskaper kunden önskat. Kan spricka och/eller få inre spänningar.	9	Bristfällig kunskap om materialegenskaper vid skapande av stickserie samt bristfällig kunskap om hur man programmerar stickserier.
RIKTNING	Pressning av material	Ämnet går av	Kassation	10	Spänningar i materialet gör att ämnet går av vid pressning
		Smidesverktygen slits ut	Sämre egenskaper vid smidning med slitna verktyg	5	Verktygen är inte avsedda för riktning
OMVÄRMNING	Försmitt material pga uppvisade kvalitetsbrister	Omvärmning hjälper inte mot kvalitetsbristerna	Materialet får ändrad mikrostruktur och motsvarar inte de egenskaper kunden önskat. Kan spricka, behöva skotas och/eller få inre spänningar.	10	Felaktig hantering av material i tidigare steg (antingen inom smidet eller innan det kommer till smidet).
SMIDE	Temperatur under smide	Materialet är för kallt och kan inte smidas	Materialet måste omvärmas	2	Otillräcklig värmning i ugnen
				2	För lång tid mellan uttag ur ugn och smidning
				2	För lång smidestid
SMIDE/ SLÄCKGLÖDGNING/ KYLKAR/ SVALBÄDD	Användning av tång på glama	Gör intryckningar i materialet.	Ger fläckar som måste svarvas bort. Materialet kan behöva svarvas ned till klenare dimensioner	6	Saknas bättre verktyg, operatören har inget val.
				6	Operatören greppar materialet med tång när gaffel borde användas.

FMEA)				
FMEA Number				
Prepared by:				
PFMEA Date (Orig) (Latest Revision Date)				
O r c e n t r e	Current Process Controls Detection	D e t e c t i o n	R P N	Recommended Actions(s)
4	Finns ingen kontroll	1	24	Programmera stickserie för samtliga produkter. Inför automatisk uppladdning av stickserie till smidesdatorn.
8	Finns ingen kontroll	1	56	
8	Finns ingen kontroll	5	320	Skapa mer SOPar och använd dem kontinuerligt samt mer utbildning i enhetligt arbetssätt åt personalen.
1	Finns ingen kontroll	1	10	
8	Operatören kan ändra i stickserierna efter behov.	5	360	Utbildning i programmering av stickserier + materiallära. Programmera stickserier för samtliga produkter. Inför enhetligt arbetssätt hur arbeta med stickserier under smidning. Inför kontinuerlig dimensionsmätning under hela stickserien.
1	Finns ingen kontroll	1	10	
10	Finns ingen kontroll	1	50	
5	Finns SOP på hur omvärmning ska gå till	6	300	
2	Temperatur loggas med hjälp av termoelement	1	4	
5	Finns ingen kontroll	1	10	
5	Stickserie är förprogrammerad men ingen loggning av total smidestid finns.	1	10	
10	Finns ingen kontroll	1	60	
6	Finns SOP på att gaffel ska användas.	1	36	

Potential Failure Modes and Effects Analysis (P					
Item or ProcessSmide Del 2			Process Responsibility		
Product/Service Family			Key Date		
Core team					
Process Step	Input	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S e i v t e r	Potential Cause(s)/Mechanisms of Failure
SMIDE/ SLÄCKGLÖDGNING/ SVALBÄDD	Användning av tång på glama	Materialet blir krokigt	Materialet måste riktas eller svarvas ned till klenare dimensioner.	6	Saknas bättre verktyg, operatören har inget val.
				6	Operatören greppar materialet med tång när gaffel borde användas.
SMIDE	Manipulatorer	Ojämn matning	Deformation blir ojämn och inre spänningar kan uppstå	9	Sliten och gammal maskin. Saknas reservdelar.
		Oljeläckage	Produktionsstopp och fördröjning i leverans eller för långa värmingstider.	8	Sliten och gammal maskin. Undermåligt underhåll. Saknas reservdelar.
VÄRMNING	Tid	Materialet ligger för länge i ugn och blir för varmt	Materialet får oönskad inre struktur. Uppfyller inte kundens krav	7	Manuell hantering av tidloggnig i ugn
				7	Material fast i kö
			Materialet bränns och måste skrotas	10	Manuell hantering av tidloggnig i ugn
				10	Material fast i kö
		Materialet ligger för kort tid i ugn, är för kallt och kan inte smidas	Materialet måste omvärmas	2	Manuell hantering av tidloggnig i ugn
		Materialets temperatur är ojämnt	Materialet får oönskade inre spänningar	8	Ojämn brännare i ugnarna
			Materialet spricker under smidning pga för kallt på vissa ställen	9	Ojämn brännare i ugnarna

FMEA)				
FMEA Number				
Prepared by:				
PFMEA Date (Orig) (Latest Revision Date)				
O r c e n s u r e	Current Process Controls Detection	D e t e c t i o n	R P N	Recommended Actions(s)
10	Finns ingen kontroll	1	60	
6	Finns SOP på att gaffel ska användas.	1	36	
10	Uppmärksamhet hos operatören, som kan justera sticket.	10	900	Inköp av en tredje manipulator. Mer reservdelar på lager. Grundligare förebyggande underhåll.
10	Oljekontroll vid underhållsstopp en gång i veckan.	2	160	Inköp av en tredje manipulator. Mer reservdelar på lager.
10	Finns ingen kontroll	8	560	System för automatisk loggning av tid i ugn.
8	Finns ingen kontroll	2	112	
2	Finns ingen kontroll	8	160	
1	Finns ingen kontroll	2	20	
1	Finns ingen kontroll	5	10	
1	Kontroll av brännare sker med jämna mellanrum.	8	64	
1	Kontroll av brännare sker med jämna mellanrum.	8	72	

