

Minimering av pappersförluster vid produktionsomställningar

Ett Sex Sigma-projekt vid SCA Packaging Obbola AB

JONAS LUNDSTRÖM

CIVILINGENJÖRSPROGRAMMET

Industriell ekonomi

Luleå tekniska universitet
Institutionen för industriell ekonomi och samhällsvetenskap
Avdelningen för kvalitets- och miljöledning



**Minimering av pappersförluster vid
produktionsomställningar**
– ett Six Sigma projekt vid SCA Packaging Obbola AB

**Minimizing paper loss due to
production changeovers**
– a Six Sigma project at SCA Packaging Obbola AB

Examensarbete utfört inom ämnesområdet kvalitetsteknik
vid Luleå tekniska universitet och SCA Packaging Obbola AB

av
Jonas Lundström

Luleå 2005-10-28

Handledare:
Olof Öhgren, SCA Packaging Obbola AB
Erik Vanhatalo, Luleå tekniska universitet

Sammanfattning

Examensarbetet har utförts vid SCA Packaging Obbola AB. Företaget tillverkar oblekt liner vilket är ytskiktet till wellpapp. Under början av 2005 startade företaget implementering av Sex Sigma som systematiskt arbetssätt för kvalitetsförbättringar. Examensarbetet har bedrivits som ett Sex Sigma projekt vid företaget och de erfarenheter som erhållits under arbetets gång har legat till grund för utvärdering av implementeringsarbetet för Sex Sigma vid företaget.

Sex Sigma projektet inriktades på att minska pappersförluster vid produktionsomställningar. Vid produktionsomställningar produceras papper som ej klarar de uppsatta kvalitetskraven vilket skapar kostnader för företaget. Ibland uppstår även behovet av att genomföra fler omställningar än planerat vilket resulterar i ytterliggare kostnader. Syftet med projektet blev att undersöka variationsorsaker till pappersförluster vid omställningar, orsaker till oplanerade omställningar och finna åtgärder till problemen.

Genom att följa Sex Sigmas DMAIC-cykel identifierades att storleken på ytviktsförändringen och typen av kvalitetsskifte påverkar mängden pappersförluster vid omställningar. Det visade sig även att det finns en stor skillnad hur väl de olika skiftlagen genomför omställningar. Sulfatmassabrist identifierades som den största orsaken till oplanerade omställningar. Genom att skapa en analysmodell för tillverkning och förbrukning av sulfatmassa under en produktionscykel kunde brister i den befintliga körordningen identifieras. För att minska kostnaderna för pappersförluster vid omställningar föreslås en ny produktionscykel, att företaget utnyttjar en större buffert för sulfatmassa och framförhållning i planering av sulfatmassatillverkning. För att komma tillrätta med skiftlagens varierande prestation föreslås att ett Sex Sigma projekt startas där operatörerna får ta fram ett gemensamt arbetssätt vid produktionsomställningar för att minska pappersförlusterna. Förbättringsåtgärderna beräknas spara 1,5 miljoner kronor årligen för företaget.

I slutet av Sex Sigma projektet utvärderades implementeringsarbetet för Sex Sigma vid företaget. Företagets arbete jämfördes med ett antal framgångsfaktorer i teorin. Utvärderingen visar att det finns risker för bristande engagemang och delaktighet hos ledningen och ett begränsat fokus på Sex Sigma som förbättringsprogram inom företaget. Med ökat engagemang från ledningen som grund bör ett större fokus på Sex Sigma i företaget skapas. Förslag till fortsatt implementeringsarbete innefattar att skapa mål för Sex Sigma som helhet och sedan bryta ned och kommunicera dessa mål i företaget av ledningen. Riktlinjer inom företaget för val av Sex Sigma projekt bör även utarbetas.

Abstract

This thesis was carried out at SCA Packaging Obbola AB. The company produces unbleached liner, which is the surface layer on corrugated cardboard. During 2005 the company started the implementation of Six Sigma as a systematic methodology for quality improvements. This thesis has been carried out as a Six Sigma project at the company and the experiences gained during the project underlie an evaluation of the implementation of Six Sigma at the company.

The Six Sigma project was focused on reducing waste due to production changeovers. When changeovers in the production are made the process produces paper that does not meet the quality requirements and creates cost for the company. Sometimes there is a need to do more changeovers than planned hence creating added cost. The aim with the project was to examine causes of variation for waste due to production changeovers, causes for unplanned production changeovers and to find solutions to these problems.

Using the Six Sigma DMAIC improvement process it was identified that the size of the grammage change and the change of paper quality affects the amount of waste produced during a production changeover. Big differences between the shifts regarding the amount of waste produced during production changeovers were also identified. The main cause for unplanned production changeovers was identified as shortage of sulphate pulp. By creating a model for analysis of sulphate pulp production and consumption during a production cycle it was possible to identify problems with the existing production order. To reduce cost for waste caused by production changeovers it is suggested that a new production cycle with a different production order will be implemented, the use of a larger buffer for sulphate pulp and better planning of the production of sulphate pulp. To address the problem with differences between the shifts it is suggested that a Six Sigma project will be launched with the aim of creating a common work procedure for production changeovers. The suggested improvements are calculated to save 1, 5 million SEK yearly for SCA Obbola.

In the end of the project the implementation of Six Sigma at the company was evaluated. The company's implementation work was compared to a number of theoretical success factors for Six Sigma. The evaluation shows that there is a concern for lack of commitment from management and a limited focus on Six Sigma as an improvement programme within the company. With an improved commitment from management as a basis, better focus on Six Sigma within the company should be employed. Suggestions to the continued implementation include the creation of goals for Six Sigma as an improvement programme and breakdown and communication of these goals by management. Guidelines for choosing Six Sigma projects should also be established at the company.

Förord

Detta examensarbete är utfört inom kvalitetsutvecklingsavslutningen på min utbildning till civilingenjör i Industriell ekonomi vid Luleå tekniska universitet. Den här rapporten är slutresultatet av mitt examensarbete som jag bedrivit vid SCA Packaging Obbola AB under perioden juni 2005 till oktober 2005.

Examensarbetet har bedrivits som ett Sex Sigma projekt vid företaget och har varit ett bra sätt att få omvandla sina teoretiska kunskaper som erhållits under utbildningens gång i praktiken. På så sätt har examensarbetet varit både utvecklande och lärorikt. Målet med arbetet har varit att leverera ett resultat som kommer företaget till nytta, vilket jag även hoppas har uppfyllts.

Jag vill tacka alla de personer jag varit i kontakt med under arbetets gång och som gjort det möjligt att slutföra denna rapport. Jag vill speciellt tacka Olof Öhgren, handledare vid SCA Packaging Obbola AB som med entusiasm stöttat mig under arbetets gång. Jag vill även tacka Erik Vanhatalo, handledare vid Luleå tekniska universitet som fungerat som bollplank under arbetets gång.

Luleå oktober 2005

Jonas Lundström

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund.....	1
1.2	Problembeskrivning	2
1.3	Syfte	3
1.4	Avgränsningar	3
2	Verksamhetsbeskrivning	4
2.1	SCA.....	4
2.2	SCA Packaging Obbola AB	4
2.3	Massabruket	4
2.4	Pappersbruket	4
2.4.1	Pappersmaskinen.....	5
2.4.2	Rullmaskinen.....	6
2.5	Sex Sigma arbete vid SCA Obbola	7
3	Teori.....	8
3.1	Hörnstenar i offensiv kvalitetsutveckling	8
3.2	Sex Sigma - en arbetssätt för offensiv kvalitetsutveckling	10
3.3	Kundbehov och kundtillfredsställelse.....	10
3.4	Kvalitetsbristkostnader.....	11
3.4.1	Klassificering av kvalitetsbristkostnader	11
3.4.2	Nivåer hos kvalitetsbristkostnader	11
3.5	Sex Sigma.....	12
3.5.1	Sex Sigma metodiken.....	13
3.5.2	Sex Sigma organisationen	14
3.5.3	Implementeringsstrategi för Sex Sigma	14
3.5.4	Implementeringsmodell för Sex Sigma.....	14
3.5.5	Kritiska framgångsfaktorer för implementering av Sex Sigma	15
4	Metod	18
4.1	Forskningsmodell.....	18
4.2	Induktiv och deduktiv forskningsansats	18
4.3	Informationsinsamling	19
4.3.1	Litteraturstudier.....	19
4.3.2	Intervjuer	20
4.3.3	Brainstorming.....	20
4.3.4	Statistik.....	20
4.4	Validitet och reliabilitet.....	20
4.5	Projektverktyg	21
4.5.1	Project Charter.....	21
4.5.2	Voice Of the Customer.....	21
4.5.3	SIPOC - processkartläggning	22
4.5.4	Fiskbensdiagram.....	22
4.5.5	Sambandsdiagram	23
4.5.6	Paretodiagram.....	23
4.5.7	Lådagram.....	23
4.5.8	Träddiagram	24
4.5.9	Shewhart styrdiagram.....	24
5	Fallstudie	26
5.1	Define.....	26

5.1.1	Generera projekt och prioritera	26
5.1.2	Identifiera utfallet som behöver förbättras	26
5.1.3	Produktionsplanering och logistik.....	27
5.1.4	SIPOC - processkartläggning	27
5.1.5	Voice Of the Customer.....	28
5.1.6	Project Charter.....	29
5.2	Measure	30
5.2.1	Identifiera tänkbara orsaker som påverkar pappersförluster vid omställningar.....	31
5.2.2	Insamling av data	31
5.3	Analyse.....	32
5.3.1	Utfallsvariabeln	32
5.3.2	Analys av ytviktsfel, fuktfel och styrkefel kopplat till omställningstyp	34
5.3.3	Analys av pappersförluster vid omställningar för de olika skiftlagen	37
5.3.4	Oplanerade omställningar	38
5.3.5	Analysmodell för produktionscykel	38
5.3.6	Analys av tillverkningsprogram	39
5.3.7	Analys av produktionscykel	40
5.3.8	Analys av massatornsutnyttjande	43
5.4	Improve	45
5.4.1	Åtgärds paket kopplat till produktionsplanering.....	45
5.4.2	Åtgärds paket för förbättring av omställningar	46
5.4.3	Övriga förbättringar.....	47
5.5	Control.....	47
5.5.1	Styrdiagram för uppföljning av pappersförluster vid omställningar	47
5.5.2	Införande av system för uppföljning av oplanerade omställningar.....	49
6	Utvärdering av implementeringsarbetet för Sex Sigma vid SCA Obbola	50
6.1	Utvärdering av implementeringsarbetet	50
6.2	Förslag till fortsatt implementeringsarbete	53
7	Slutsatser	54
8	Diskussion	55
8.1	Projektets resultat	55
8.2	Metodvärdering	55
8.3	Validitet och reliabilitet.....	56
8.4	Förslag till fortsatt arbete	56
9	Referenser.....	58
9.1	Litteratur.....	58
9.2	Tidskriftsartiklar.....	58
9.3	Internetkällor	59
9.4	Övriga tryckta källor	59
9.5	Personlig kommunikation	59

Bilagor

Bilaga 1 – Befintlig produktionscykel

Bilaga 2 – SIPOC

Bilaga 3 – Project Charter

Bilaga 4 – Fiskbensdiagram över orsaker till oplanerade omställningar

Bilaga 5 – Fiskbensdiagram över orsaker till stora pappersförluster vid omställningar

Bilaga 6 – Sambandsdiagram för styrkefel plottat mot ytviktsförändring (samma kvalitet)

Bilaga 7 – Sambandsdiagram för styrkefel plottat mot ytviktsförändring (olika kvalitet)

Bilaga 8 – Sambandsdiagram för fukt fel plottat mot ytviktsförändring (samma kvalitet)

Bilaga 9 – Sambandsdiagram för fukt fel plottat mot ytviktsförändring (olika kvalitet)

Bilaga 10 – Medelvärde för pappersförluster vid omställningar för respektive skift

Bilaga 11 – Analysmodell för sulfatmassanivå i sulfatmassatornen

Bilaga 12 – Beskrivning av analysmodell för sulfatmassanivå i sulfatmassatornen

Bilaga 13 – Tillverkningsprogram för respektive ytvikt och kvalitet första halvåret 2005

Bilaga 14 – Tillverkningsvolym per produkt och produktionscykel

Bilaga 15 – Träddiagram över förbättringar av omställningar

1 Inledning

Kapitlet beskriver examensarbetets bakgrund, problemformulering, syfte och dess avgränsningar.

1.1 Bakgrund

Ordet kvalitet kommer från latinets *qualitas* och betyder beskaffenhet (SAOB, 2005). Vad som förknippas med kvalitet och hur vi ser på kvalitet har på senare år förändrats, begreppet kvalitet har gått från att enbart betyda ”uppfyllande av specifikationer” till att idag definiera en vara eller tjänsts kvalitet och dess förmåga att tillfredställa en kunds behov och förväntningar (NE, 2005a).

Bergman och Klefsjö (2001, s. 23) har definierat sin mer moderna syn på begreppet kvalitet som:

”kvaliteten på en produkt är dess förmåga att tillfredställa, och helst överträffa, kundernas behov och förväntningar.”

Behovet av förbättrad kvalitet grundar sig i att kvalitetsförbättringar påverkar en organisations framgång och lönsamhet (ibid). Kvalitetsutveckling går ut på att öka kundtillfredsställelsen med lägre resursåtgång, på så sätt kan organisationen erhålla och förbättra sina konkurrensfördelar (ibid).

Sex Sigma uppstod till följd av behovet av kvalitetsförbättringar (Goh & Xie, 2004). Sex Sigma är en informationsdriven metodologi som ämnar minska spill, öka kundtillfredsställelsen och förbättra processer med fokus på finansiellt mätbara resultat (Caulcutt, 2001). Enligt Goh och Xie (2004) är största orsaken till kvalitetsbrister och behovet av kvalitetsförbättringar variationer i en organisations processer. Därför måste variation mätas, reduceras och förhindras (ibid). Variation klassas traditionellt i två former, den naturliga variation som alltid finns i processen som inte går att undvika utan systemförändringar och variation som orsakas av speciella orsaker (Magnusson, Kroslid & Bergman, 2003). Variation leder till kvalitetsbrister som ofta följs av ökade kostnader (ibid). De kostnader som uppstår till följd av kvalitetsbrister brukar benämnas kvalitetsbristkostnader. Begreppet kvalitetsbristkostnader har definierats av Sörqvist (2001, s. 31) som:

”de totala förluster som uppstår genom att ett företags produkter och processer inte är fullkomliga”

Enligt Antony och Banuelas (2002) är en nyckelfaktor för Sex Sigmas framgång det systematiska arbetssättet DMAIC (Define-Measure-Analyse-Improve-Control). Antony och Banuelas anser även att det huvudsakliga målet med Sex Sigma är att reducera de kvalitetsbristkostnader som följs av variation i en organisations processer.

Sex Sigma har lanserats världen över och många företag vittnar om dess viktiga roll för företagets framgångar. Välkända företag som Motorola, General Electric, Allied Signal (nu Honeywell), ABB, Lockheed Martin, Polaroid, Honda, American Express, Ford, Lear

Corporation och Solectron har alla implementerat Sex Sigma i sina organisationer (Klefsjö, Wikman & Edgeman, 2001). Implementering av Sex Sigma i ett företag gör dock inte automatiskt företaget framgångsrikt. Magnusson, Kroslid och Bergman (2003) menar att ungefär en tredjedel av företagen misslyckas med att implementera Sex Sigma. En rad undersökningar har gjorts i syfte att undersöka vilka faktorer som ligger till grund för framgångsrik implementering av Sex Sigma. Antony och Banuelas (2002) rangordnar elva kritiska faktorer för framgångsrik implementering av Sex Sigma, Sandholm och Sörqvist (2002) beskriver tolv krav för framgång med Sex Sigma och Magnusson, Kroslid och Bergman (2003) nämner tio hemligheter till framgång med Sex Sigma.

SCA Packaging Obbola AB (hädanefter benämnt SCA Obbola) har under 2005 påbörjat införandet av Sex Sigma i företaget för att få ett systematiskt arbetssätt för kvalitetsförbättringar. Enligt Olof Öhgren (drifingenjör och handledare vid företaget) har Sex Sigma implementeringen initierats genom krav från SCA:s koncernledning. Ett antal av koncernens pappersbruk har redan implementerat Sex Sigma med bra resultat. Grunden till Sex Sigma initiativet är en svag marknad för papper vilket har tvingat fram betydande kostnadsbesparingar i SCA-koncernen (ibid). Sex Sigma initiativet kan ses som en del i detta kostnadsbesparingsarbete. Två personer på företaget har fått Black Belt utbildning¹ och tanken är att Sex Sigma ska implementeras i hela organisationen. Som ett led i implementeringsarbetet utförs det här examensarbetet som ett Sex Sigma projekt vid företaget.

1.2 Problembeskrivning

SCA Obbola tillverkar oblekt papper (liner) för wellpappstillverkning. Företaget producerar två typer av papper, Kraftliner och Eurokraft. Kraftliner består i huvudsak av färsk vedfiber medan Eurokraft till huvuddelen består av returfiber med ett ytskikt av färsk massa (Öhgren, 2005). Dessa två olika typer av papper finns även i ett antal olika ytvikter mellan 100-200g/m² för Kraftliner och mellan 100-180 g/m² för Eurokraft (ibid). En högre ytvikt betyder att papperet är grövre.

I pappersmaskinen tillverkas papper av pappersmassan. Vid produktion av Kraftliner går det åt mer färsk pappersmassa (sulfatmassa) än vad som kan produceras (ibid). Det har man löst genom att ha buffertar i form av torn dit sulfatmassan pumpas och lagras innan den pumpas vidare till pappersbruket (ibid). Vid produktion av Eurokraft byggs bufferten upp då Eurokraft till största del består av returfiber (ibid). För att balansera produktionen så att pappersmassan inte tar slut används en produktionscykel med bestämd körordning för de olika produkterna. Tillverkningsvolymerna för respektive produkt är anpassad så att det tar cirka två veckor att köra en produktionscykel. Körordningen för produktionscykeln har tagits fram i samråd mellan produktionspersonal och logistikpersonal (ibid).

Vid omställningar mellan de olika produkterna produceras alltid en viss mängd papper som inte går att sälja utan istället går till återvinning. Det uppstår då kostnader för pappersförlusterna för produktion och återvinning men även förlorade intäkter på grund av förlorad försäljning. Det är även viktigt att produktionsplanen inte bryts eftersom man då blir tvungen att göra fler omställningar vilket leder till ökade pappersförluster och kostnader.

¹ Black Belt är titeln på en person som fått grundlig utbildning i Sex Sigma metodiken och dess verktyg.

Det här examensarbetet bedrivs som ett Sex Sigma projekt vid företaget och har inriktats på att minska pappersförlusterna som uppstår vid produktionsomställningar i pappersmaskinen. Projektet inriktas på att undersöka hur produktionscykeln bör se ut för att minimera pappersförlusterna men även undersöka andra faktorer som kan påverka variationen i pappersförluster vid olika omställningar. Genom de erfarenheter kring SCA Obbolas implementeringsarbete för Sex Sigma som erhålls under projektets gång utvärderas även SCA Obbolas implementeringsarbete för Sex Sigma.

1.3 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att:

- Undersöka hur pappersförluster vid omställningar i pappersmaskinen varierar och identifiera orsaker till variation.
- Ta fram åtgärder för att minska pappersförlusterna och dess variation vid omställningar.
- Undersöka orsaker till varför man tvingas genomföra oplanerade omställningar.
- Ta fram åtgärder för att förhindra att oplanerade omställningar behövs.
- Utvärdera implementeringsarbetet för Sex Sigma vid SCA Obbola.

De syften som beskrivs ovan har prioriterats kronologiskt i nämnd ordning.

1.4 Avgränsningar

Projektet avgränsas till att ej omfatta DMAIC cykelns kontrollfas där genomförda åtgärder följs upp. Det beror på att det inte kommer att rymmas inom tidsramen för detta examensarbete då det kommer att ta tid att verifiera statistiskt säkerställda förbättringar. Rekommendationer för hur företaget bör bedriva kontrollfasen kommer dock att ges.

Projektet avgränsas också till att endast beröra omställningar i kontinuerlig drift. Pappersförluster efter omställningar vid stopp är mindre intressant att belysa, det vore då bättre att analysera anledningar till stopp.

Omställningar där ett banbrott² uppstår innan eller efter omställning kommer inte heller att undersökas då man inom företaget redan bedrivit projekt för att minska banbrotten.

² Banbrott betyder att pappersbanan i pappersmaskinen går av.

2 Verksamhetsbeskrivning

Kapitlet har som syfte att ge läsaren en inblick i SCA Obbolas verksamhet och dess arbete med Sex Sigma.

2.1 SCA

SCA är ett internationellt pappersföretag som tillverkar absorberande hygienprodukter, förpackningslösningar och tryckpapper (SCA, 2004). Baserat på kundernas behov utvecklas ständigt nya produkter för konsumenter, institutioner, industri och detaljhandel. SCA har enligt årsredovisningen en strävan att öka andelen högt förädlade produkter och produkterna består nästan helt av förnybara och återvinningsbara material. Vidare är huvudmarknaden Europa men SCA har även starka positioner inom vissa segment i Nordamerika och Australasien. SCA är indelat i tre affärsområden: hygienprodukter, förpackningar och skogsindustriprodukter.

2.2 SCA Packaging Obbola AB

SCA Obbola har 360 anställda och omsatte 2004 1,5 miljarder kronor (Öhgren, 2005). SCA Obbola ingår i affärsområdet förpackningar i SCA koncernen. SCA Obbola tillverkar liner som är ett kraftigt oblekt papper som utgör ytskiktet i wellpapp (SCA, 2005a). Det tillverkas två typer av liner; Kraftliner och Eurokraft. Skillnaden är att Kraftliner i huvudsak består av färsk vedfiber medan Eurokraft i huvudsak består av returfiber (ibid). SCA Obbola AB exporterar cirka 80 % av produktionen i huvudsak till Europa och Norden (ibid). Cirka 50 % av kunderna finns internt inom SCA koncernen (Forsman, 2005).

2.3 Massabruket

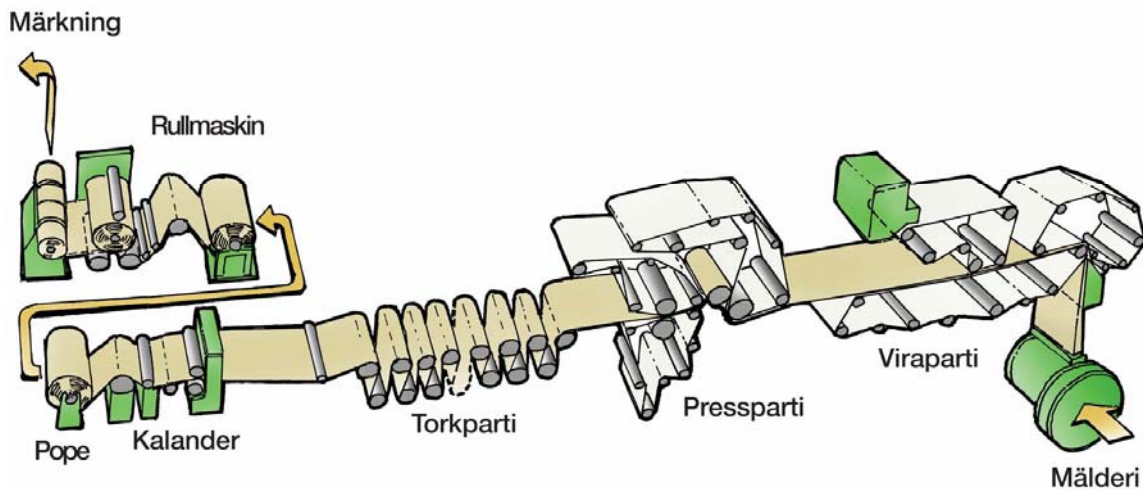
I massabruket framställs sulfatmassa från ved. Att tillverka pappersmassa går ut på att frigöra fibrerna från veden (Persson, 1996). Vid tillverkning av massa är utbytet av fibrer viktigt. Vid SCA Obbola tillverkas kemimekanisk massa (Öhgren, 2005). Fibrerna friläggs då av en kombination av kemisk och mekanisk behandling. Processen startar med förvärmning av vedflis, flisen matas sedan till en ledig kokare (SCA, 2005c). Efter att kokaren fyllts med rätt mängd flis fylls kokaren med vit- och svartlut³ (ibid). Blandningen värms sedan under tryck så att bindningarna mellan fibrerna löses upp (Persson, 1996). Med hjälp av det tryck som byggts upp i kokaren blåses massan ut till en blåstank (SCA, 2005c). Massan renas sedan först genom avskiljning av partiklar som sand och grus varefter massan defibreras (ibid). Defibrering innebär att fibrerna separeras genom mekanisk bearbetning (ibid). Massan tvättas sedan för att avlägsna lutet som går till återvinning (ibid). Massan bearbetas ännu en gång mekaniskt innan den pumpas vidare till massalagringstornen (ibid).

2.4 Pappersbruket

I pappersbruket finns i huvudsak två maskiner, pappersmaskinen som tillverkar papperet och rullar upp det på tambourer och rullmaskinen som delar upp tambourerna i mindre rullar efter kundernas önskemål. En schematisk bild över hur pappersmaskinen och produktflödet ser ut finns nedan (Figur 2.1).

³ Vitlut är en blandning av natriumhydroxid och natriumsulfid (Persson, 1996). Svartlut är den kokvätska som erhålls efter ett massakok och är en blandning av vitlut och vedsubstans (ibid).

Pappersmaskin



Figur 2.1 Schematisk bild över pappersbrukets maskineri vid SCA Obbola (SCA, 2005).

2.4.1 Pappersmaskinen

Papper är ett material som består av ett nätverk av cellulosa-fibrer (Persson, 1996). Ibland tillsätts fyllnadsämnen av olika slag. Genom att variera dessa fyllnadsämnen och förbehandling av fibrerna kan man få papper med mycket olika pappersegenskaper (ibid). Pappersframställningen börjar med att man i mälderiet blandar fibrer med vatten och förbehandlar (maler) denna så kallade fibersuspension.

Pappersmaskinen har fyra uppgifter som med de givna mäldegenskaperna är (ibid).

- Forma
- Avvattna
- Pressa
- Torka

Detta ska ske effektivt så att ett papper med de kvalitetsegenskaper som eftersträvas uppnås till så låg resursförbrukning som möjligt. Mällden späds med cirkulerande processvatten som kallas bakvatten (ibid) och sprutas ut på en ändlös, genomsläpplig plastduk (vira) så att mällden fördelas jämnt på bredden. Enligt Persson (1996) är virapartiet (Figur 2.1) uppbyggt så att viran löper över ett antal avvattningselement. Virapartiet har som uppgift att forma papperet genom att dränera ut vattnet ur mällden (ibid). Mälidskiktet förtjockas då till ett kontinuerligt fibernätverk. Dräneringen påverkas av hur mälidstrålen slår ned på viran och senare av hur avvattningselementen är placerade och utformade (ibid). Normalt vill man att flödet genom viran ska vara så konstant som möjligt (ibid). Det vatten som passerar genom viran kallas bakvatten. Det samlas upp i ett maskinkar som brukar benämnas viragropen (ibid). Bakvattnet innehåller en hel del finfraktion bestående av korta vedfibrer och fyllmedel (ibid).

Efter virapartiet kommer presspartiet (Figur 2.1). I presspartiet pressas pappersbanan mellan två filter i ett antal nyp, torrhalten⁴ ökar från ca 17-20 % till 35-50 % (ibid). Det vatten som finns mellan fibrerna är lättast att pressa ut ur papperet medan det vatten som finns i fibrerna är svårare att pressa ut (ibid). Detta kan endast ske vid mycket högt tryck (ibid). Eftersom det är betydligt dyrare att torka papperet än att pressa det bör stor vikt läggas vid att pressa ut så mycket vatten som möjligt (ibid).

Näst efter presspartiet kommer torken eller torkpartiet (Figur 2.1). Här höjs papperets torrhalt ytterligare, vid SCA Obbola är riktvärdet normalt 92 % torrhalt (Öhgren, 2005). Papperet torkas genom att pappersbanan leds mellan ett antal ånggrupper. Ånggrupperna består av ånguppvärmda cylindrar, papperet leds sedan mellan en torkvira och ångcylindrarna (Persson, 1996).

Efter att papperet torkats passerar det genom en kalender (Figur 2.1). Kalandern kan användas för att göra papperet slätare och ge det en glansig yta (ibid). Kalandern består av omväxlande mjuka pappersvalsar och hårda stålvalsar som papperet leds förbi (ibid). Gnidningen som uppstår mellan vals och papper skapar den släta yta och den glans som inte kan fås på något annat sätt (ibid). Efter kalandern rullas papperet upp på stora pappersrullar som kallas tambourer.

2.4.2 Rullmaskinen

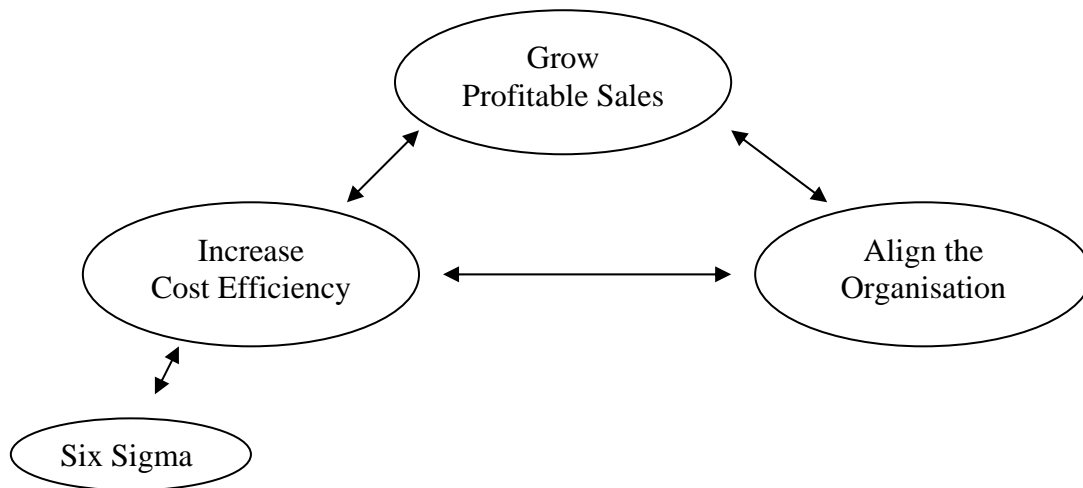
I rullmaskinen skärs tambourerna till rullar med den bredd och diameter som kunden beställt. Tambouren placeras i ett avrullningsställ och pappersbanan dras genom maskinen förbi ett antal knivar till en rad pappershylsor som ligger mellan två bärvalsar (Persson, 1996). Knivpartiet består av runda roterande knivar som skär papperet i banor som motsvarar bredderna hos de beställda rullarna (ibid). Vid varje kant på pappersbanan fås en kantremsa som går till utskott⁵. Från en tambour får man mellan tre till fyra set (uppsättningar) rullar (Öhgren, 2005).

⁴ Torrhalten är ett mått på hur stor viktandel av papperet som inte består av vatten.

⁵ Papper som går till utskott löses upp och används återigen för produktion av papper.

2.5 Sex Sigma arbete vid SCA Obbola

Som nämnts i inledningen kom initiativet till att införa Sex Sigma vid SCA Obbola från koncernledningen. Sex Sigma är en del av det förbättringsprogram som inom SCA kallas Impactt. Impactt är ett företagsstrategiskt program som har tre huvudsakliga mål: öka vinstgivande försäljning, öka kostnadseffektiviteten och strömlinjeforma organisationen (SCA, 2005b). Målet med Sex Sigma är att minska kostnader genom minskad variation, därför så bör Sex Sigma kopplas samman med ökad kostnadseffektivitet (Figur 2.2).



Figur 2.2 Impacttprogrammets mål kopplat till Sex Sigma, fritt efter internt presentationsmaterial (SCA, 2005b).

Under 2005 utbildas två Black Belts och tolv Yellow Belts⁶ (kan jämföras med Green Belts⁶) vid SCA Obbola. Utbildningen har genomförts av en extern konsult. De två Black Belts som utbildats arbetar som driftingenjörer vid teknikavdelningen. Av de tolv Yellow Belts som utbildats finns en vid inköp, en vid massabruket, två vid pappersbruket, en vid logistikavdelningen, fyra vid teknikavdelningen och tre vid underhållsavdelningen. Ett antal White Belts⁶ kommer även att utbildas vid företaget.

⁶ Yellow Belt (jämför Green Belt) och White Belt är titlar på personer som fått utbildning i Sex Sigma metodiken och dess verktyg där Yellow Belt får lära sig mer om denna metodik jämfört med White Belt.

3 Teori

Kapitlet beskriver de teorier som legat till grund för de värderingar som gjorts i examensarbetet och utvärderingen av implementeringsarbetet av Sex Sigma vid SCA Obbola.

3.1 Hörnstenar i offensiv kvalitetsutveckling

De värderingar som detta examensarbete grundar sig på är de hörnstenar inom offensiv kvalitetsutveckling som tagits fram av Bergman och Klefsjö (2001). Därför beskrivs dessa hörnstenar ingående så att läsaren kan få förståelse för grunden till de värderingar som gjorts av författaren i examensarbetet.

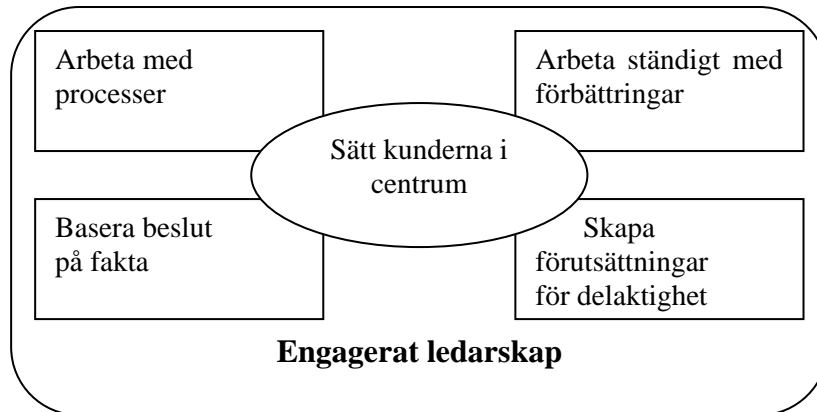
Idag ser många företag och organisationer kvalitetsfrågor som en integrerad del av verksamheten. Detta handlande brukar på engelska benämnas Total Quality Management, TQM. Bergman och Klefsjö (2001, s. 34) tolkar detta handlande som att:

”man ständigt strävar efter att uppfylla, och helst överträffa, kundernas behov och förväntningar till lägsta kostnad genom ett kontinuerligt förbättringsarbete där alla är engagerade och som har fokus på organisationens processer”

Bergman och Klefsjö (2001) översätter den engelska termen TQM till offensiv kvalitetsutveckling. De vill markera att kvalitetsutveckling är ett aktivt handlande för att förebygga, förändra och förbättra och inte passivt kontrollera och reparera. De ser offensiv kvalitetsutveckling som ett sätt att öka kundtillfredställelsen med mindre resursåtgång där värderingar, arbetssätt och verktyg samverkar för att uppnå detta syfte.

För att ett företag eller en organisation ska nå framgång med offensiv kvalitetsutveckling krävs ledningens helhjärtade och ständiga engagemang för kvalitetsfrågor. Detta kan de göra genom att fastställa företagets syn på kvalitet och stödja kvalitetsaktiviteterna både ekonomiskt, moraliskt och med ledningsresurser (ibid). Bergman och Klefsjö (2001) menar även att ledningen måste vara förebilder och aktivt delta i det praktiska arbetet för att visa att kvalitetsfrågorna är viktiga och på så sätt få medarbetare att värdera det på samma sätt.

Med ledningens engagemang som grund kan en organisation bygga upp ett framgångsrikt arbete med offensiv kvalitetsutveckling. Ledningen måste enligt Bergman och Klefsjö skapa en kultur som karakteriseras av fem värderingar eller ”hörnstenar” som beskrivs i hörnstensmodellen (Figur 3.1).



Figur 3.1 Hörnstensmodellen, fritt efter Bergman och Klefsjö (2001, s. 36).

Nedan utvecklas hörnstenarna i hörnstensmodellen framtagna av Bergman och Klefsjö (Figur 3.1).

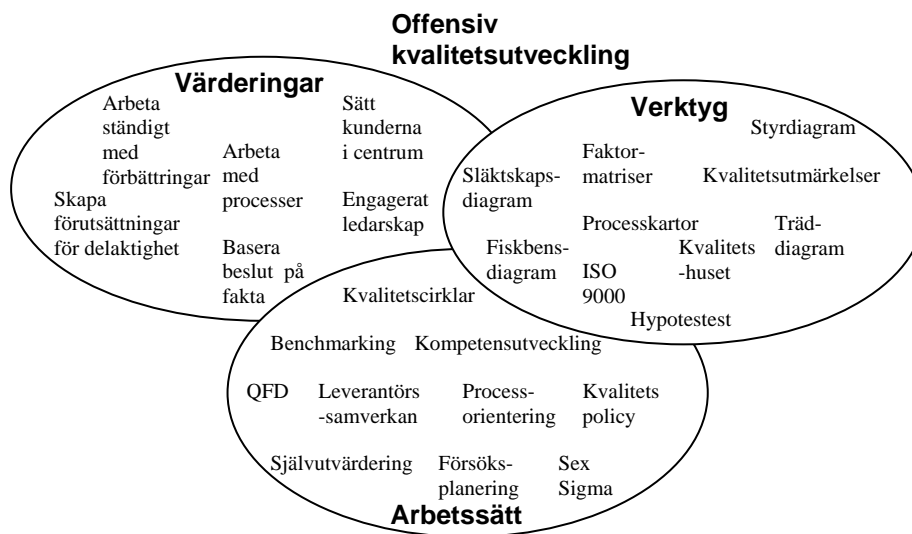
- *Sätt kunderna i centrum.* Kvalitet är relativt och måste värderas av kunderna och deras behov och förväntningar. Detta gäller både interna och externa kunder. Man måste aktivt och systematiskt ta reda på kundernas behov och förväntningar för att sedan kunna leverera produkter och tjänster för att uppfylla dessa behov och förväntningar. Genom detta sätter man kunderna i centrum vilket är centralt i dagens kvalitetssyn.
- *Arbeta med processer.* Genom att ständigt utvärdera och förbättra en organisations processer kan företaget minska resursförbrukningen och tillfredställa processens kunder. Att arbeta med processer innebär både att förbättra ett företags interna och externa processer.
- *Arbeta ständigt med förbättringar.* De externa kundkraven förändras ständigt varför ett företag hela tiden måste förbättra sig. Även ur kostnadssynpunkt är det viktigt med ständiga förbättringar då brister i kvaliteten ofta kostar mycket.
- *Baserat beslut på fakta.* För att inte basera beslut på felaktiga grunder krävs fakta. Man måste ta beslut som är väl underbyggda och inte låta slumpfaktorer ha avgörande betydelse. För detta krävs kunskap om variation och att kunna skilja mellan verkliga orsaker och brus. Man måste insamla, strukturera och analysera kvantitativ och kvalitativ data för att göra bra beslut som får genomslagskraft i organisationen.
- *Skapa förutsättningar för delaktighet.* För ett lyckat kvalitetsarbete krävs att alla inom organisationen arbetar för förbättrad kvalitet. Man måste underlätta för medarbetare att vara delaktiga och aktivt få påverka beslut och delta i förbättringsarbetet. Detta kan man göra genom att kommunicera, delegera och utbilda.

Förutom dessa hörnstenar är det viktigt att man inom organisationen har en helhetsbild. En organisations processer är beroende av och påverkar varandra. Det är viktigt med ett långsiktigt systemtänkande för att se helheten och hur olika delar i helheten påverkar varandra (ibid).

3.2 Sex Sigma - en arbetssätt för offensiv kvalitetsutveckling

För att få en inblick i hur Sex Sigma kan kopplas ihop med de värderingar och verktyg som används inom offensiv kvalitetsutveckling presenteras i detta teoriavsnitt Klefsjö, Wiklund och Edgemans (2001) åsikter i detta ämne.

Klefsjö et al (2001) anser att Sex Sigma är ett arbetssätt för offensiv kvalitetsutveckling. De anser att verktygen som används inom Sex Sigma inte är något nytt utan redan välkända verktyg som använts sedan länge. Anledningen till att Sex Sigma lyckats enligt Klefsjö et al (2001) är att de statistiska verktygen används på ett systematiskt sätt för att minska variation och förbättra processer med ett fokus på resultat. Enligt dem stöder även Sex Sigma hörnstenarna inom offensiv kvalitetsutveckling och Sex Sigma bör ses som ett arbetssätt inom offensiv kvalitetsutveckling och inte ett alternativ till det.



Figur 3.2 Sex Sigmas koppling till offensiv kvalitetsutveckling med exempel på verktyg och arbetssätt inom offensiv kvalitetsutveckling, fritt efter Klefsjö et al (2001).

3.3 Kundbehov och kundtillfredställelse

Centralt inom offensiv kvalitetsutveckling är att möta kundens behov för att skapa kundtillfredställelse, vilket i hörnstensmodellen benämns "sätt kunderna i centrum". I detta teoriavsnitt utvecklas vikten av att identifiera kundbehov som även är en central del inom Sex Sigma.

Enligt Bergman och Klefsjö (2001) är graden av kundtillfredställelse det slutgiltiga måttet på kvalitet. Detta gäller både varor och tjänster. De menar även att externa kunder är de som upplever kvaliteten på den slutgiltiga produkten eller tjänsten medan interna kunder är de som upplever kvaliteten i processerna där produkten eller tjänsten skapas.

Det kostar ofta mycket mer att skaffa en ny kund än att behålla en befintlig kund, därför är det viktigt med hög kundtillfredställelse. Bergman och Klefsjö anser att graden av kundtillfredställelse är starkt knuten till hur kundernas behov och förväntningar uppfylls.

Eftersom det är dyrt att skaffa nya kunder är det viktigt att uppnå hög kundtillfredsställelse hos de befintliga kunderna.

3.4 Kvalitetsbristkostnader

Syftet med Sex Sigma är att genomföra projekt som är kostnadssänkande. Inom kvalitetsutvecklingen benämns kostnader för kvalitetsproblem som kvalitetsbristkostnader. För att kunna motivera investeringar för att åtgärda ett kvalitetsproblem är det viktigt med en bra analys av kostnaderna det medför. Det är lätt att vid en kostnadsberäkning endast räkna på de direkta kostnaderna för ett kvalitetsproblem. Men det är betydligt svårare att räkna de indirekta kostnaderna orsakade av kvalitetsproblem. Utan en tydlig kostnadsräkning blir det svårare att motivera förebyggande investeringar. I detta avsnitt introduceras läsaren i ämnet kvalitetsbristkostnader för att få en ökad förståelse för de klassificeringar och nivåer som används inom begreppet kvalitetsbristkostnader.

Bristande kvalitet i en verksamhets processer och produkter kostar ofta stora summor genom missnöjda kunder och onödiga kostnader i verksamheten (Sörqvist 2001). Sörqvist menar att tidigare var kvalitet associerat med lyx och man fick välja mellan hög kvalitet eller låga kostnader. Han anser dock att det skett en attitydförändring och att kvalitet idag är kopplat till att göra det kunden vill ha till lägre kostnader. Sörqvists definition av kvalitetsbristkostnader finns på sidan 1.

3.4.1 Klassificering av kvalitetsbristkostnader

Kvalitetsbristkostnader delas traditionellt in i fyra kostnadskategorier. Denna kostnadsindelning introducerades av Feigenbaum på 1950-talet (Sörqvist, 2001). De fyra kostnadskategorierna är; förebyggande kostnader, kontrollkostnader samt interna och externa felkostnader. På senare tid har man övergått att tala om kvalitetsbristkostnader för att förtydliga att det är bristande kvalitet som kostar (ibid). Förebyggande kostnader bör då inte ses som en kostnad utan snarare som en investering i god kvalitet (ibid). Sörqvist väljer därför att utesluta förebyggande kostnader och istället utöka betydelsen i de tre kategorierna; interna felkostnader, externa felkostnader och kontrollkostnader. Sörqvist definierar kategorierna enligt följande.

- *Interna felkostnader* definieras som förluster orsakade av avvikelser från önskad kvalitetsnivå som upptäcks före leverans till extern kund.
- *Externa felkostnader* definieras som förluster orsakade av avvikelser från önskad kvalitetsnivå som upptäcks efter leverans till kund.
- *Kontrollkostnader* definieras som kostnaderna för att kontrollera att rätt kvalitet levereras i alla led.

3.4.2 Nivåer hos kvalitetsbristkostnader

Bristande kvalitet kan orsaka kostnader som är olika svåra att mäta. Kvalitetsbristkostnader kan jämföras med ett isberg där endast en liten del av kostnaderna enkelt kan mätas (Sörqvist, 2001). Vissa av de kostnader som är svåra att mäta kan uppskattas medan övriga förblir okända. Därför anser Sörqvist (2001) att det är lämpligt att indela kostnaderna i fem nivåer; traditionella kvalitetsbristkostnader, dolda kvalitetsbristkostnader, förlorade intäkter, kundernas kostnader och samhällsekonomiska kostnader.

- *Traditionella kvalitetsbristkostnader* är kostnader som främst är relaterade till varutillverkande företag (ibid). De flesta av dessa kostnader finns i produktionen och består av kassationer, omarbete, garantikostnader, reklamationer, viten och kostnader för kontrollpersonal (ibid).
- *Dolda kvalitetsbristkostnader* är kostnader som direkt drabbar verksamheten men som är dolda i redovisningssystemet, dessa kostnader är vanligen direkt lön, direkt material, tillverkningsomkostnader etcetera (ibid).
- *Förlorade intäkter* är de intäkter som förloras när man släpper ut varor och tjänster på marknaden som inte tillfredställer de externa kundernas samtliga behov (ibid). Detta leder till minskad försäljning och förlust av potentiella kunder (ibid).
- *Kundernas kostnader* är de kostnader som kunden får på grund av bristande kvalitet i något led (ibid). Det kan till exempel röra sig om kostnader som kunden får på grund av driftstopp, funktionsfel och marknadseffekter med mera som orsakas av varor och tjänster som sålts till dem (ibid). Detta ger då en stark koppling till förlorade intäkter då en kund som drabbas av stora kostnader på grund av dålig kvalitet på en vara eller tjänst troligtvis byter leverantör (ibid).
- *Samhällsekonomiska kostnader* är de kostnader som drabbar samhället på grund av bristande kvalitet hos företagets produkter eller processer (ibid). Dessa kostnader är exempelvis miljö- och socioekonomiska kostnader (ibid).

3.5 Sex Sigma

Eftersom examensarbetet bedrivits som ett Sex Sigma projekt ges här en bakgrund och förklaring till vad Sex Sigma är. En presentation av den arbetsmetodik som används inom Sex Sigma och i detta examensarbete presenteras. Sex Sigmas organisatoriska struktur, implementeringsstrategi, implementeringsmodell och kritiska framgångsfaktorer presenteras även för att läsaren ska få en vidare syn på Sex Sigma.

Sex Sigma lanserades i mitten av 1980-talet inom Motorola (Sörqvist, 2001). Anledningen var att man börjat jobba mycket intensivt med att driva förbättringar på grund av de stora kvalitetsproblem som blev tydliga för företaget då japanerna revolutionerade marknaden vid 70-talets slut (ibid). 1987 lanserades företagsglobalt förbättringsprogrammet Sex Sigma med syfte att drastiskt minska felförekomst och ledtider samt öka kundtillfredställelsen (ibid).

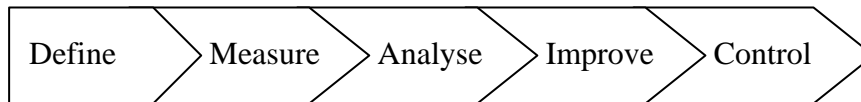
Namnet Sex Sigma grundar sig i ett statistiskt mått relaterat till en process duglighet. Sigma är ett statistiskt mått på variation benämnt standardavvikelse (Klefsjö, Wikman & Edgeman, 2001). När ett företag uppnått Sex Sigma betyder det i statistiska mått mindre än 3,4 fel på en miljon felmöjligheter (ibid).

Storleken på ett företags kvalitetsbristkostnader är kopplat till vilken sigmanivå företaget har i sina processer (ibid). Enligt Klefsjö et al betraktas generellt ett företag på sex sigma nivå generera kvalitetsbristkostnader på mindre än 1 % av företagets försäljning.

Vilket kan jämföras med tresigmanivå som anses generera kvalitetsbristkostnader på mellan 25-40 % av försäljningen. Detta visar på vikten av att minska variation i alla processer i företaget (ibid).

3.5.1 Sex Sigma metodiken

Sex Sigma tillämpar en distinkt processförbättringsmetodologi som är lätt att använda, systematisk och formell (Magnusson, Kroslid & Bergman, 2003). Metodiken kallas DMAIC (Figur 3.3) efter dess fem faser; Define, Measure, Analyse, Improve och Control (ibid).



Figur 3.3. Sex Sigma metodiken, fritt efter Magnusson et al (2003, s. 58).

Enligt Pande, Neumann och Cavanagh (2002) går processförbättring ut på att hitta lösningar till rotorsaker till problem i redan existerande processer i företaget. Pande et al (2002) menar även att processförbättringar går ut på att eliminera orsaker till variation i processen medan grundprocessen lämnas intakt. I Sex Sigma används processförbättringsmetodologin DMAIC som i Sex Sigma termer går ut på att hitta de kritiska X (orsakerna) som resulterar i tillståndet Y (defekter) som man vill undvika (ibid).

Magnusson et al (2003) har tagit fram ett antal moment i varje Sex Sigma fas som varje projekt bör ta sig igenom. Den modell som Magnusson et al (2003, s. 152) tagit fram presenteras nedan. Det är även denna modell som Sex Sigma projektet i detta examensarbete följer.

- *Define*
 - Generera projekt och prioritera
 - Skapa Project Charter
 - Identifiera utfallet (Y) som behöver förbättras
 - Kartlägg processen
- *Measure*
 - Identifiera orsaker (X) för varje Y
 - Skapa mätplan
 - Samla in data för Y och X
- *Analyse*
 - Förstå processens utfall Y
 - Identifiera rotorsaker som påverkar Y
 - Fastställ mål för förbättring
- *Improve*
 - Skapa förbättringsförslag
 - Beräkna alternativens lönsamhet
 - Implementera bästa lösningen
- *Control*
 - Verifiera planerade förbättringar av Y
 - Beräkna kostnadsbesparing
 - Förankra och dokumentera
 - Kommunicera och visualisera uppnådda resultat

3.5.2 Sex Sigma organisationen

Enligt Magnusson, Kroslid och Bergman, (2003) är en viktig del för att få medarbetarna delaktiga i Sex Sigma att ge valda personer bestämda roller och ansvar. I de flesta Sex Sigma företag har man då valt bältssystemet inspirerat från kampsporter (ibid). De roller och bälten som traditionellt finns inom Sex Sigma visas i följande figur (Figur 3.4).

Roll		Ansvar
Champion	♣	Medlem i ledningsgruppen, drivare och eldsjäl
Master Black Belt	♣♣	Metodexpert tränare och coach på heltid
Black Belt	♣♣♣♣	Projektledare och specialist på heltid
Green Belt	♣♣♣♣♣♣♣♣	Projektledare eller projektmedlem på deltid
White Belt	♣♣♣♣♣♣♣♣♣♣♣♣♣♣	Operatör, projektmedlem på deltid

Figur 3.4 Sex Sigma organisationens roller och ansvar, fritt efter Magnusson et al (2003, s. 81).

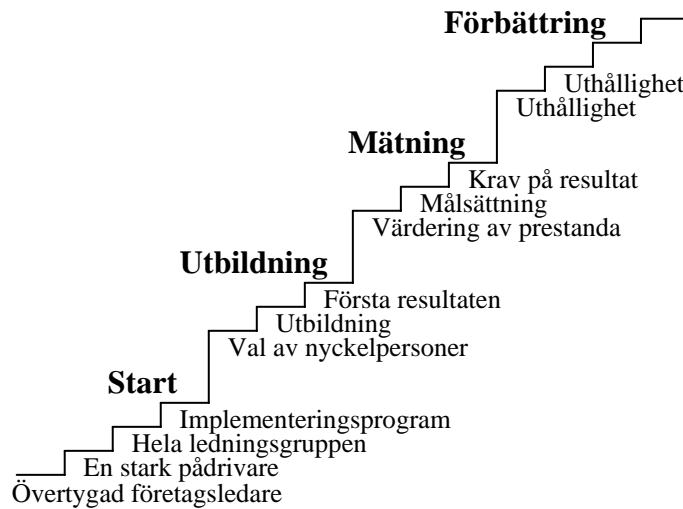
De Black Belt, Yellow Belt (jämför Green Belt) och White Belt som utbildas vid SCA Obbola har de ansvar som nämns i modellen.

3.5.3 Implementeringsstrategi för Sex Sigma

Magnusson, Kroslid och Bergman, (2003) identifierar tre huvudsakliga strategier för implementering av Sex Sigma i ett företag. Dessa är Sex Sigma som företagsstrategi, förbättringsprogram eller verktygslåda. Som företagsstrategi involveras alla delar av företaget i Sex Sigma arbetet (ibid). De företag som anammat Sex Sigma som företagsstrategi har fått störst genombrott i förbättringsarbetet (ibid). Dessa företag har en stark koppling mellan företagets strategiska mål och de Sex Sigma projekt som genomförs (ibid). Ledande i implementeringsarbetet för Sex Sigma som företagsstrategi blir då VD (ibid). Det tar cirka fem år att implementera Sex Sigma som företagsstrategi (ibid). Största delen av företagen väljer dock att implementera Sex Sigma som ett förbättringsprogram (ibid). Sex Sigma lanseras då som ett sätt att förbättra företagets processer från dag till dag (ibid). Sex Sigma sprids från en enhet till en annan och implementeringsarbetet styrs inte lika hårt från ledningen (ibid). Ledningens delaktighet är dock nödvändig (ibid). Ungefär ett år tar det att implementera Sex Sigma som ett förbättringsprogram från pilotprojekt till upprepade förbättringsaktiviteter (ibid). En del företag väljer även att implementera Sex Sigma som en verktygslåda i existerande förbättringsarbete (ibid). En sådan implementering kräver väldigt lite från ledningen.

3.5.4 Implementeringsmodell för Sex Sigma

En tolvstegsmodell (Figur 3.5) för implementering av Sex Sigma i en organisation har tagits fram av Magnusson, Kroslid och Bergman, (2003). Modellen delas in i fyra huvudsteg, start, utbildning, mätning och förbättring.



Figur 3.5 Tolvstegs implementeringsmodell för Sex Sigma, fritt efter Magnusson et al (2003, s. 81).

Vid examensarbetets början befann sig SCA Obbola på steget utbildning i implementeringsmodellen.

3.5.5 Kritiska framgångsfaktorer för implementering av Sex Sigma

Som nämnts i inledningen av examensarbetet har många studier gjorts som syftar till att fastställa kritiska framgångsfaktorer för implementering av Sex Sigma i en organisation. De studier som gjorts av författarna Antony och Banuelas (2002), Sandholm och Sörqvist (2002) och Magnusson, Kroslid och Bergman (2003) kommer fram till liknande slutsatser kring vad som är viktigt för framgångsrik implementering av Sex Sigma. Författaren har i examensarbetet valt att arbeta med Antony och Banuelas (2002) elva kritiska framgångsfaktorer dels på grund av likheten med de andra studierna men även på grund av att de rangordnat dessa faktorer efter en undersökning av ett antal organisationer i Storbritannien som implementerat Sex Sigma. Här följer Antony Banuelas (2002) rangordning (viktigast först) och en utveckling av dessa kritiska framgångsfaktorer.

1. *Ledningens delaktighet och engagemang.* För en framgångsrik implementering av Sex Sigma krävs ledningens engagemang och tilldelning av resurser och utbildning. Ledningen fungerar som förebild för de anställda och om inte ledningen visar genom handling att Sex Sigma är viktigt kommer initiativet att ifrågasättas och drivkraften försvagas.
2. *Förståelse för Sex Sigma metodologin, verktyg och tekniker.* Genom utbildning skapas förståelse för Sex Sigma metodologin, processförbättringsverktyg, ledarskapsverktyg och teamverktyg. För de flesta Sex Sigma projekt räcker de enkla statistiska verktygen och kvalitetsverktygen men för större förbättringar behövs de mer avancerade verktygen. Vidare bör det finnas tydliga mätetal för hur företagets processer presterar mot kundernas krav. Exempel på dessa mätetal är felfrekvens, kvalitetsbristkostnader, utbyte etcetera.
3. *Koppling mellan Sex Sigma och företagsstrategin.* Sex Sigma bör inte betraktas som en enskild aktivitet utan bör sammanbindas med företagsstrategin. Det bör klargöras hur Sex Sigma projekten och andra aktiviteter kopplas till kunder, kärnprocesser och konkurrenskraft. Sex Sigma förbättrar lönsamheten genom att minska variation i ett

företags processer. I varje projekt bör kopplingen mellan projektmål och företagsstrategin vara tydlig.

4. *Koppla Sex Sigma till kunderna.* Varje Sex Sigma projekt bör starta med att identifiera kundernas krav. Att koppla Sex Sigma till kunderna kan delas in i två steg. Först identifieras kärnprocesser dess output och de kunder som processerna ska tillfredsställa. Sedan definieras kundbehov och kundkrav som processen ska uppfylla.
5. *Val av projekt, utvärdering och uppföljning.* För att välja lämpliga Sex Sigma projekt bör det finnas tydliga kriterier för val och prioritering av dessa. Dåligt valda projekt kan försena resultat och skapa frustration. Val av projekt bör grunda sig på tre huvudkriterier:
 - Affärsmässighet
 - möjlighet att möta externa kundkrav
 - påverkan på lönsamhet
 - påverkan på kärnkompetens
 - Genomförbarhet
 - resurser som krävs
 - komplexitet
 - tillgänglig kompetens
 - Organisatorisk påverkan
 - tvärfunktionella fördelar
 - kompetenshöjande aspekter

De projekt som drivs bör kontinuerligt följas upp så att de leder till fullbordande och avslut. På så sätt kan man följa upp hur Black Belts och Green Belts använder metodologin och vad de ser som hinder i deras projekt

6. *Organisatorisk infrastruktur.* För en framgångsrik implementering av Sex Sigma bör Sex Sigma stödjas av en organisatorisk infrastruktur. På toppen finns VD som normalt tar titeln Champion. Under VD finns Master Black Belts, Black Belts, Green Belts och andra projektdeltagare. I koppling till detta bör det finnas projektsponsorer som kan ge vägledning och tilldela resurser till projekten.
7. *Kulturförändring.* För att lyckas med Sex Sigma implementering krävs en anpassning av organisationens kultur och de anställdas attityder. De anställda måste vara motiverade och ta ansvar för kvaliteten på sitt eget arbete. De företag som lyckats bäst med förändring av företagskultur har identifierat att det bästa sättet för att hantera rädsla för förändring är ökad och bibehållen kommunikation, motivation och utbildning. Vid förändring av en organisations kultur finns två huvudsakliga rädslor på individuellt plan: rädsla för förändring och rädsla för att inte nå upp till de nya kraven. För att övervinna rädslan måste det finnas en förståelse varför förändringen är nödvändig. Resultat av de Sex Sigma projekt som genomförs bör publiceras. Det bör dock inte bara vara framgångshistorier utan även projekt som misslyckats. På så sätt kan andra projekt lära av misstagen.
8. *Projektledningsegenskaper.* Eftersom Sex Sigma är en projekt driven metodologi bör projektdeltagare ha projektledaregenskaper som gör att de möter deadlines och milstolpar under projektets gång. Många Sex Sigma projekt som inte lyckas beror på dålig projektledning, dåliga förhållanden i gruppen och otydliga riktlinjer.
9. *Koppla Sex Sigma till leverantörer.* Vill man nå Sex Sigma nivå i sina processer krävs det bra leverantörer. Därför bör man involvera sina leverantörer i Sex Sigma initiativet. En väg att minska variation är att ha få leverantörer med hög sigmanivå.

10. *Utbildning.* Det är kritiskt att tidigt kommunicera varför och hur Sex Sigma arbetet bedrivs. Bältssystemet försäkrar att alla i organisationen pratar samma språk. Bältsystemet visar vilken kompetens personen besitter vilket gör det lättare att skapa och genomföra Sex Sigma projekt.
11. *Koppla Sex Sigma till de anställda.* Framgångsrika projekt bör belönas för att gynna önskat beteende och resultat. Många företag har till exempel som krav att framtida chefer ska ha haft rollen som Black Belt tidigare.

4 Metod

Kapitlet beskriver de metoder som tillämpats under examensarbetets gång för att uppfylla de punkter som beskrivits i syftet.

4.1 Forskningsmodell

Alla forskningsprojekt genomgår ett antal faser. Graziano och Raulin (2000) har definierat fem faser för ett forskningsprojekt.

- *Idéfas.* Identifiera ett intressant område att studera.
- *Problemdefinitionsfas.* Precisera den vaga idén till en precis forskningsfråga.
- *Verktygsfas.* Bestäm metoder för informationssamling och analys.
- *Dataanalysfas.* Analysera den insamlade informationen med lämpliga verktyg.
- *Tolkningsfas.* Jämför resultaten av studien med det förväntade resultatet. Kontrollera om teorierna stämmer.
- *Kommuniceringsfas.* Förbered en muntlig eller skriftlig rapport på slutsatserna av studien.

Beroende på hur specificerat problem man utgår ifrån vid forskningen kommer det att sätta olika begränsningar för projektet (ibid). Dessa begränsningar eller ansatser kan delas in i fem kategorier (ibid).

- *Observationsforskning.* Vid observationsforskning observeras problemet utan yttre påverkan av forskaren.
- *Fallstudie.* I en fallstudie tillåts forskaren att begränsa forskningsmiljön och påverka undersökta faktorer till viss del medan observationer görs.
- *Korrelationsforskning.* För korrelationsforskning ligger fokus på att kvantifiera graden av beroende mellan två variabler. Detta kräver att mätningmetoden måste vara klart definierade och följas precist.
- *Differentiell forskning.* Vid differentiell forskning studeras två eller flera grupper och jämförs. Forskningsområdet är ofta starkt avgränsat och mätmetoder måste vara klart definierade precist följda.
- *Experimentell forskning.* Liknar differentiell forskning, skillnaden är att här får inga förutfattade meningar påverka villkor eller grupper.

Denna studie syftar till att minska pappersförluster vid omställningar av pappersmaskinen mellan olika produkter vid SCA Obbola. Projektet bör inte avgränsas till att enbart studera ett fåtal faktorer som påverkar omställningar då någon tidigare studie inte genomförts på området vid företaget. Därför passar inte korrelations-, differentiell och experimentell forskning. Det kan dock vara av intresse att påverka undersökta faktorer varför observationsforskning också kan uteslutas. En fallstudie är alltså en lämplig undersökningsansats för examensarbetet.

4.2 Induktiv och deduktiv forskningsansats

Vid empirisk forskning finns det två sätt att dra slutsatser, induktiv eller deduktiv ansats (Graziano & Raulin, 2000). En induktiv ansats börjar med datainsamling för att sedan skapa en modell medan en deduktiv ansats börjar med en modell som sedan verifieras med

datainsamling (ibid). Examensarbetet antar en deduktiv ansats då Sex Sigma metodiken används som modell för att sedan samla in data och lösa problemet.

4.3 Informationsinsamling

Informationskällor kan kategoriseras antingen som primärkällor eller sekundärkällor (Bell, 2000). En primärkälla är en källa som skapas eller som man får tag i under projektets gång medan en sekundärkälla innebär en tolkning av det som ägt rum och som baseras på en primärkälla (ibid).

Enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (1997) finns det två olika vägar att gå vid insamling av information. Antingen kvantitativ (vanligen kallade hårda) data som ofta är siffror insamlat genom exempelvis statistiska analyser eller kvalitativ (vanligen kallade mjuka) data som är värderingar eller åsikter insamlat genom exempelvis intervjuer. Eriksson och Wiedersheim-Paul anser också att data ofta kan ligga emellan dessa två och vara ”halvhårda” och ”halvmjuka” data.

Eriksson och Wiedersheim-Paul (1997) skiljer även på primär- och sekundärdata. Sekundärdata är data som tidigare samlats in av någon annan för ett annat syfte medan primärdata är den data som man själv samlar in för ett eget syfte.

Data som samlats in i detta examensarbete har bestått av kvalitativ primärdata och kvantitativ sekundärdata. De kvalitativa primärdata som samlats in har legat till grund för att avgöra vilken kvantitativ sekundärdata som samlats in. De kvalitativa primärdata som samlats in har bestått av intervjuer och brainstorming. De kvantitativa sekundärdata som ansetts intressant har hämtats ur de databaser som finns vid företaget för produktionsstatistik.

4.3.1 Litteraturstudier

För att få en god grund att stå på vid problemlösning krävs ofta litteraturstudier. Böcker, tidskrifter, avhandlingar och andra tryckta källor är ofta utgångspunkten för ett lyckat projekt. Vid litteratursökning gäller det att planera sin litteratursökning så att man får fram information som är direkt relevant för den undersökning man gör och undvika sidospår och inte samla på sig för mycket (Bell, 2000). Även om tryckta källor ofta är tillförlitliga gäller det ändå att försöka bedöma tryckt material ur saklighets- och objektivitetssynpunkt (Ejvegård, 2003).

Den största delen av litteraturen som använts i examensarbetet är böcker som sökts och lånats från Umeå universitetsbibliotek. Litteratur som behandlar papperstillverkning fanns till hands vid företaget. Tidskrifter har sökts och hämtats från databaser som tillhandahålls av Luleå universitetsbibliotek. Största delen av litteraturstudierna har gjorts kring Sex Sigma, papperstillverkning och dataanalys. Sökord som använts är bland annat Sex Sigma, papperstillverkning, variansanalys, Black Belt, forskningsmetodik etcetera. Den litteratur som utnyttjats mest i examensarbetet är *Six Sigma – The Pragmatic Approach* skriven av Magnusson, Kroslid och Bergman (2003). Då det var den enda tryckta bok vid Umeå universitetsbibliotek som fanns tillgänglig vid utförandet av examensarbetet.

4.3.2 Intervjuer

Bell (2000) diskuterar två olika intervjuformer; strukturerad och ostrukturerad intervju. Det som skiljer dessa två typer är graden förberedelse och formalitet vid intervjun. Desto mer standardiserad intervjun är ju lättare blir det att kvantifiera och ordna resultaten. En ostrukturerad intervju har fördelen att det är lättare att ställa följdfrågor men kräver mer av intervjuaren (ibid). Bell (2000) menar att de flesta intervjuer som görs hamnar mellan den helt strukturerade och den helt ostrukturerade. En viss struktur är viktig för att få den information man behöver men det är samtidigt bra att lämna en viss frihet för respondenten att prata om det som är viktigt för honom eller henne.

Alla intervjuer som genomförts i detta examensarbete har varit ostrukturerade enligt ovanstående definition. Syftet med intervjuerna har ofta varit att öka förståelsen för hur olika processer inom SCA Obbola fungerar. Vid alla intervjuer utgick författaren från ett antal frågeställningar som ansågs intressanta och sedan fördes en öppen diskussion med den eller de som intervjuades. Det har inte varit intressant att efter intervjuerna sammanställa intervjuerna för att kvantifiera några resultat varför den ostrukturerade intervjumetoden inte medför några större nackdelar.

4.3.3 Brainstorming

Brainstorming är ett bra sätt att generera idéer eller lösa problem genom att låta deltagarna muntligt eller skriftligt generera förslag utan att censurera eller kritisera dem (NE, 2005b). Analys kan sedan göras i efterhand.

De brainstormingstillfällen som genomförts under examensarbetet (exempelvis för fiskbensdiagrammen) har gått till så att först har personerna som deltagit fått skriva ned sina idéer på lappar kring ett specifikt ämne under tystnad. Detta för att alla personer ska få chans att framföra sina idéer. Sedan har alla lappar samlats in och sedan har det förts en gemensam diskussion kring de idéer som kommit fram.

4.3.4 Statistik

Eriksson och Wiedersheim-Paul (1997) menar att mäta är ett grundläggande sätt för att konstatera något. Statistik brukar i vardagligt tal syfta på olika typer av datamaterial. När data är obearbetad och osorterad brukar den kallas rådata (ibid). Genom att sammanfatta data kan väsentlig information erhållas. Även olika statistiska analysmetoder kan användas för att analysera samband och dra slutsatser.

Den statistik som samlats in kommer från SCA Obbolas omfattande system för insamling av produktionsstatistik. Ett stort antal parametrar som berör produktionen mäts och sparas i företagets databaser. Produktionsstatistik finns också sparad för en lång tid tillbaka. Den produktionsstatistik som ansetts intressant för examensarbetet har därför samlats in från dessa databaser.

4.4 Validitet och reliabilitet

Två viktiga begrepp vid empiriska observationer är validitet och reliabilitet. Validitet definierar Eriksson och Wiedersheim-Paul (1997) som mätinstrumentets förmåga att mäta det som avses mätas. De skiljer på inre och yttre validitet. Inre validitet syftar på överensstämmelsen mellan definitionerna av det som ska mätas och de begrepp som studien

undersöker. Yttre validitet menar de är överensstämelsen mellan mätvärdet och verkligheten. Reliabilitet definierar Eriksson och Wiedersheim-Paul som hur mätinstrumentet mäter det som avses mätas. Reliabiliteten är ett mått på tillförlitligheten och stabiliteten i mätvärdena (ibid). En mätning med god reliabilitet skulle vid en upprepning visa samma resultat.

För att säkra god validitet och reliabilitet vid examensarbetets utförande har författaren varit ifrågasättande till de empiriska data som samlats in. Validiteten och reliabiliteten för den produktionsdata som samlats in ur företagets databaser har diskuterats med personer som byggt upp mätsystemet för att bli medveten om eventuella brister. Författaren har även samlat in produktionsdata på egen hand ur databaserna för att säkra att rätt data samlats in för rätt syfte. Det har även medfört att författaren själv kunnat identifiera och ta hänsyn till brister i insamlad data. För att öka validiteten och reliabiliteten för kvalitativa data har författaren blandat in personer från olika avdelningar och med olika kompetens. Värdering av examensarbetets validitet och reliabilitet återfinns i diskussionskapitlet.

4.5 Projektverktyg

4.5.1 Project Charter

Project Charter är ett Six Sigma verktyg som tillämpas i Define-fasen. Syftet med ett Project Charter är enligt Pande, Neumann och Cavanagh (2000) att hjälpa projektteamet att förstå vad det är de ska uppnå och identifiera områden som kräver diskussion och klargörande. Det är en hjälp för att starta upp projektet. Delar som bör ingå i ett Project Charter är affärsmässig anledning till att projektet startas, problemformulering och målsättning, projektets omfattning, avgränsningar och antaganden, teamets riktlinjer, teamets medlemmar, preliminär projektplan och risktagare (ibid).

Ett Project Charter utformades i början av Six Sigma projektet för att få en tydlig inriktning för projektet. Dokumentet togs fram efter diskussion med handledare vid företaget. Innehållet i Project Charter anpassades till ovanstående punkter.

4.5.2 Voice Of the Customer

Det är viktigt i Define-fasen att identifiera den kund eller de kunder som påverkas av problemet som identifierats (Pande, Neumann & Cavanagh, 2000). Att använda sig av Voice Of the Customer (VOC) eller kundens röst på svenska är ett bra sätt att se till att förbättringen har rätt målsättning (ibid). Pande et al (2000) nämner två kritiska kategorier för kundernas krav.

- **Produktkrav:** dessa är egenskaperna för den slutgiltiga produkten eller tjänsten som levereras till kunden i slutet av processen.
- **Processkrav:** dessa krav är de mer subjektiva kraven hur en kund förväntar sig bli behandlad under själva processen

För att förstå hur kundens krav påverkar produktionsomställningsprocessen genomfördes en VOC-analys. VOC-analysen genomfördes utan kontakt med verkliga kunder. Bedömningen gjordes att det ändå skulle vara möjligt att få en bild av de kundkrav som kan påverka produktionsplaneringen och produktionsomställningsprocessen. En studie av de kvalitetskrav

som finns inom företaget och diskussioner med logistikpersonal låg istället till grund för analysen.

4.5.3 SIPOC - processkartläggning

SIPOC är en form av processkartläggning som används i Define-fasen för att skapa en bild av processen som ska förbättras (Pande, Neumann & Cavanagh, 2000). Syftet är att skapa en processkarta på hög nivå som man senare kan gå djupare ned i för att hitta problemområden (ibid). En SIPOC kan också vara till hjälp vid mätning och analys (ibid). SIPOC står för Suppliers-Inputs-Process-Outputs-Customer och varje del definieras nedan (ibid).

Suppliers – de personer eller den organisation som förser processen med information, material och andra resurser.

Inputs – informationen eller materialet från leverantören som konsumeras eller omsätts av processen.

Process – den serie av steg som tillför värde från inputs.

Outputs – produkten eller tjänsten som används av kunden.

Customer – personerna, företaget eller den process som erhåller produkten eller tjänsten från processen.

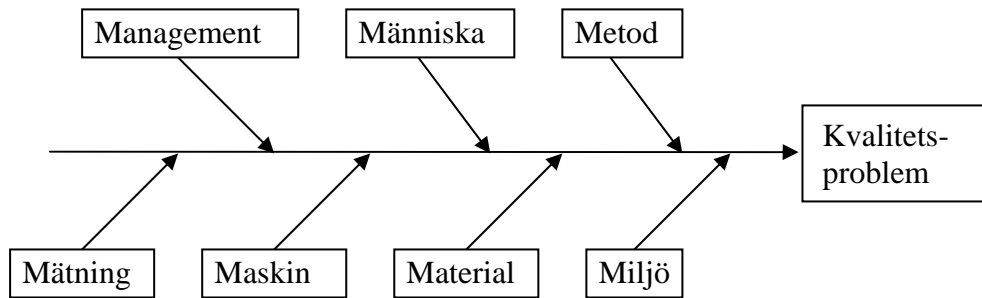
Figur 4.1 Definition av de olika elementen i en SIPOC-analys, fritt efter Pande et al (2000, s. 94).

En SIPOC-analys genomfördes tidigt i projektet för att få en förståelse för produktionsomställningsprocessen. Den kunde sedan ligga till grund för datainsamling och förbättringar av processen.

4.5.4 Fiskbensdiagram

I Measure-fasen vill man ta reda på vilka orsaker som skapar variation i den utfallsvariabel som ska förbättras. Ett sätt att systematiskt finna orsaker till ett problem är att skapa ett fiskbensdiagram (Bergman & Klefsjö, 2001). Fiskbensdiagrammet är ett av de sju förbättringsverktygen⁷ (även kallat de sju QC-verktygen). När man skapar ett fiskbensdiagram beskriver man först grovt vilka typer av orsaker som kan finnas till problemet sedan utgår man ifrån dessa orsaker och undersöker de mer detaljerat (ibid). Ofta kan kvalitetsproblem hänföras till ett antal vanliga orsaker, man pratar om sju stycken M som man kan utgå ifrån vid skapandet av ett fiskbensdiagram (ibid). Dessa sju M är management, människan, metod, mätning, maskin, material och miljö.

⁷ Verktøy for statistisk analys av data for kvalitetsförbättringar framtagna av bl.a. Kaoru Ishikawa (Bergman & Klefsjö, 2001).



Figur 4.2 Principskiss för fiskbensdiagram, fritt efter Bergman och Klefsjö (2001, s. 230).

Två fiskbensdiagram skapades i början av Measure-fasen för att få en grund till vidare datainsamling. En brainstorming genomfördes enligt den metod som beskrivits ovan kring de kvalitetsproblem som ansågs intressanta att analysera. Som stöd utgick brainstormingen från de sju M som beskrivits ovan.

4.5.5 Sambandsdiagram

I ett sambandsdiagram analyserar man hur en egenskap varierar beroende på värdet på en viss variabel (Bergman & Klefsjö, 2001). Genom att plotta en variabel X mot en variabel Y försöker man se om diagrammet visar på trender som kan indikera att variabeln Y är beroende av X. Sambandsdiagram är likt fiskbensdiagram ett av de sju förbättringsverktygen.

Sambandsdiagram utnyttjades i Analyse-fasen för att hitta samband i den data som samlats in under Measure-fasen.

4.5.6 Paretodiagram

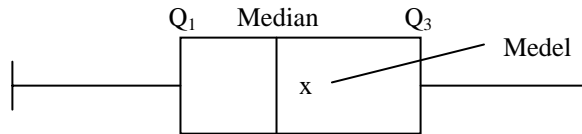
Ett paretodiagram är ett effektivt sätt att rangordna problem efter dess förekomst (Bergman & Klefsjö, 2001). Paretodiagrammet tydliggör ofta att en stor andel av felen beror på en liten andel av felorsakerna vilket brukar benämnas 80/20 regeln (80 % av felen beror på 20 % av orsakerna). Genom att åtgärda de största felorsakerna till problem kan stora förbättringar åstadkommas (ibid). I ett paretodiagram ska man dock tänka på att det nödvändigtvis inte behöver vara de problem som uppstår mest frekvent som är de viktigaste felen (Montgomery, 2005).

Paretodiagram användes för att identifiera de största problemorsakerna i Analyse-fasen.

4.5.7 Lådagram

Enligt Montgomery (2005) är lådagrammet ett grafiskt sätt att samtidigt visa flera viktiga egenskaper för data som till exempel centring, variation, symmetri och observationer som ligger ovanligt långt från övriga observationer (dessa observationer kallas ofta uteliggare). Lådans vänstra gräns är första kvartilen (Q_1) och dess högra gräns är tredje kvartilen (Q_3) vilket betyder att lådan innehåller 50 % av observationerna (ibid). En tredje linje dras genom andra kvartilen eller medianen för observationerna (ibid). Sedan dras en linje till största respektive minsta värdet av observationerna. Observationer som ligger mer än 1,5 gånger avståndet mellan första och tredje kvartil (innerkvartilavståndet) brukar markeras som uteliggare (ibid). I Statgraphics som använts som analysprogram markeras även medelvärde av observationerna genom ett kryss och värden som är större eller mindre än tre gånger

innerkvartilavståndet markeras med en kvadrat med ett kryss i. Exempel på hur ett lådagram kan se ut visas i figuren nedan (Figur 4.3).



Figur 4.3 Exempel på ett lådagram.

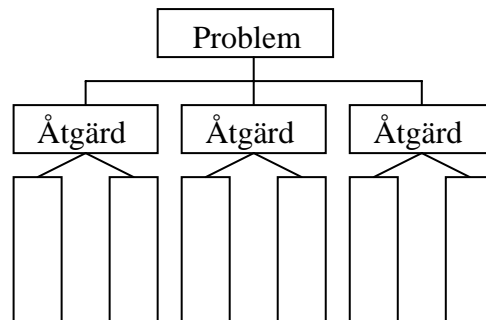
I Analyse-fasen användes lådagram som ett av flera verktyg för analys av den data som samlats in. Programmet Statgraphics nyttjades för att skapa dessa lådagram utifrån den mätdata som samlats in.

4.5.8 Träddiagram

Enligt Klefsjö, Eliasson, Kennerfalk, Lundbäck och Sandström (1999) kan träddiagram användas för att bryta ner ett övergripande mål till mer konkreta åtgärder. Genom att utgå från ett övergripande problem eller mål ställer man sig frågor som (ibid):

- Vad hindrar oss ifrån att...?
- Varför inträffar om...?
- Hur kommer det sig att...?
- Hur kan vi uppnå...?
- Hur kan vi förbättra...?
- Hur kan vi förutse...?

Genom att ställa dessa frågor bryter man sedan ned problemet eller målet i olika nivåer och får på så sätt en trädliknande struktur (Figur 4.4).



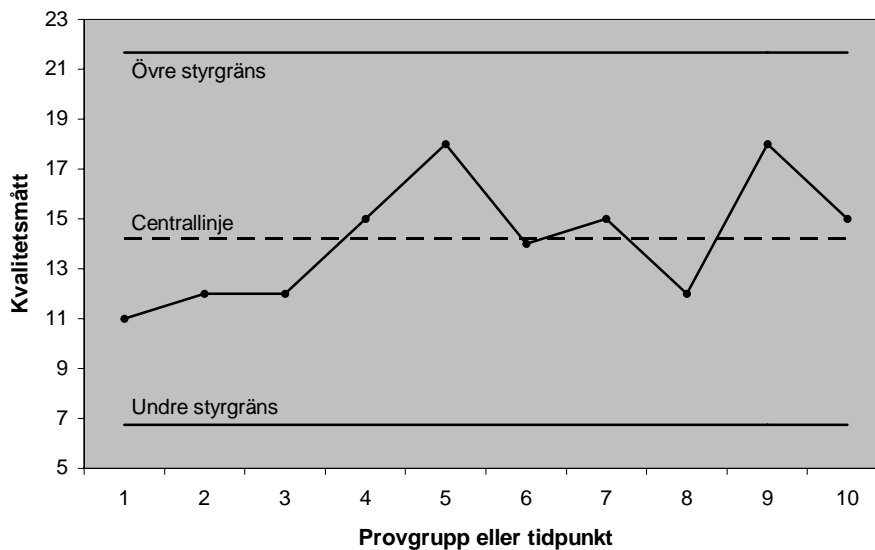
Figur 4.4 Exempel på ett träddiagram, fritt efter Klefsjö et al (1999, s. 55).

Träddiagrammet användes som verktyg i Improve-fasen. En grund till träddiagrammet förbereddes av författaren varefter en öppen diskussion fördes kring åtgärder till det identifierade problemområdet. På så sätt kunde övergripande åtgärder brytas ned i mindre hanterbara åtgärder.

4.5.9 Shewhart styrdiagram

Inom statistisk processtyrning så säger man att en process som bara har slumpmässig variation är i statistisk jämvikt (Montgomery, 2005). I processen kommer det att uppstå annan typ av variation som kommer att ha en spårbar orsak. När det finns sådan variation är processen ej i statistisk jämvikt (ibid). Syftet med statistisk processtyrning är att snabbt upptäcka dessa variationsorsaker för att åtgärda dem (ibid). På så sätt kan man förhindra att antalet

producerade produkter som inte klarar kvalitetskraven minskas. Ett typiskt styrdiagram enligt Montgomery är en grafisk presentation av ett mätetal som mäter ett mått på produktens kvalitet (Figur 4.5). Mätvärdet plottas kontinuerligt i diagrammet. Styrdiagrammet har en centrollinje som baserar sig på medelvärdet av måttet och en undre och en övre styrgräns (ibid). När alla mätvärden finns inom styrgränserna så säger man att processen är i statistisk jämvikt. När en punkt hamnar utanför styrgränserna så är processen inte i jämvikt och orsaken till den ökade variationen bör undersökas och åtgärdas. I ett styrdiagram bör man även titta på trender eller mönster för mätvärdena (ibid). Om mätvärdena inte tycks plottas slumpmässigt kan det vara ett tecken på systematisk variation. Kan den systematiska variationen elimineras kan processen förbättras.



Figur 4.5 Exempel på Shewhart styrdiagram med mätpunkter för ett fiktivt kvalitetsmått med centrollinje och övre och undre styrgräns.

I det styrdiagram som använts i Control-fasen i detta projekt har andelen utsorterat papper av bruttoproduktionen vid omställning använts som kvalitetsmått. På så sätt erhålls en felkvot för varje omställning. Observera att varje ton endast kan definieras som godkänt eller ej godkänt. Det är alltså attributdata och då räknas centrollinje och styrgränser fram med följande formler (Montgomery, 2005).

$$ÖSG = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$\text{Centrollinje} = \bar{p}$$

$$USG = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

Där p står för felkvot och n för provgruppsstorlek.

5 Fallstudie

Kapitlet beskriver stegvis det Sex Sigma projekt som utförts vid SCA Obbola enligt arbetssättet Sex Sigma. Kapitlet ersätter de traditionsenliga empiri- och analyskapitlen.

5.1 Define

Följande steg genomfördes i Define-fasen enligt den modell för Sex Sigma metodiken som beskrivits i teoriavsnittet.

- Generera Sex Sigma projekt och prioritera vilket som ska genomföras
- Skapa Project Charter
- Identifiera utfallet (Y) som behöver förbättras
- Kartlägg processen

Utöver detta har Define-fasen kompletterats med en beskrivning av hur produktionsplaneringen och produktionscykeln ser ut idag, processkartläggning med hjälp av SIPOC- och Voice Of the Customer-analys.

5.1.1 Generera projekt och prioritera

Innan examensarbetets start fördes en diskussion tillsammans med Olof Öhgren (handledare vid företaget) om ett lämpligt Sex Sigma projekt. Pappersförluster som sker vid omställningar i pappersmaskinen ansågs vara ett intressant område att studera. Annica Wilhelmsson (produktionenjör vid företaget) hade vid projektets start redan börjat samla in data på täckningsbidragsförluster vid omställningar. Dessa data visade på stor förbättringspotential för produktionsomställningar. Projektet ansågs även lämpligt då det inte var så tekniskt orienterat.

Pappersförluster vid omställningar skapar kostnader för produktion och återvinning av papper samtidigt som försäljning av papper går förlorad. SCA Obbola kan i dagsläget sälja allt de producerar, därmed finns det en stor ekonomisk fördel om pappersförlusterna kan minskas.

5.1.2 Identifiera utfallet som behöver förbättras

Papperets egenskaper testas kontinuerligt under produktionen och klassas därefter. Flera processparametrar som ytvikt och fukt mäts kontinuerligt i produktionen. Efter en tambour är färdigproducerad tar kontrollanten även ett pappersprov på hela bredden av tambouren. Med hjälp av detta prov mäts ytterliggare parametrar som till exempel styrka. Ett datorprogram bearbetar sedan ingående data och ger förslag på hur papperet bör klassas. Det finns fyra huvudkategorier av klasskoder: prima, omrullning, längdförluster och kass. Till klasskoden följer en felkod för papper som sorteras ut, det finns tio grupper av felkoder vilka är fuktfel, ytviktsfel, tjockleksfel, styrkefel, cobbfel, fibervinkelfel, utseendefel, rullmaskinsfel, längdförluster övrigt och övriga rullfel. Kasserat papper mäts i antal ton och kan antingen sorteras ut efter pappersmaskinen eller rullmaskinen (se Figur 2.1). Då man inte kan få ut någon prima pappersrulle på hela bredden av tambouren på grund av för dålig kvalitet klassas papperet som längdförlust med specifik felkod och sorteras ut efter pappersmaskinen. Om endast en del av tambourens bredd kan utnyttjas klassas de rullar som inte klarar kvalitetskraven antingen som kass eller omrullning (rullar som till exempel kan kapas till ny dimension i speciell maskin) och sorteras ut efter rullmaskinen. Kvalitetsproblem vid omställningar kan skapas för flera tambourer efter en omställning och beror bland annat på

vilken omställning som genomförs. För att avgränsa och förenkla datainsamlingen bestämdes det efter diskussion med handledaren vid företaget att data för en tambour innan omställning och tre tambourer efter omställning skulle samlas in. Till utfallsvariabel valdes därför totala mängden papper utsorterat som längdförluster och kass en tambour innan omställning och tre tambourer efter omställning.

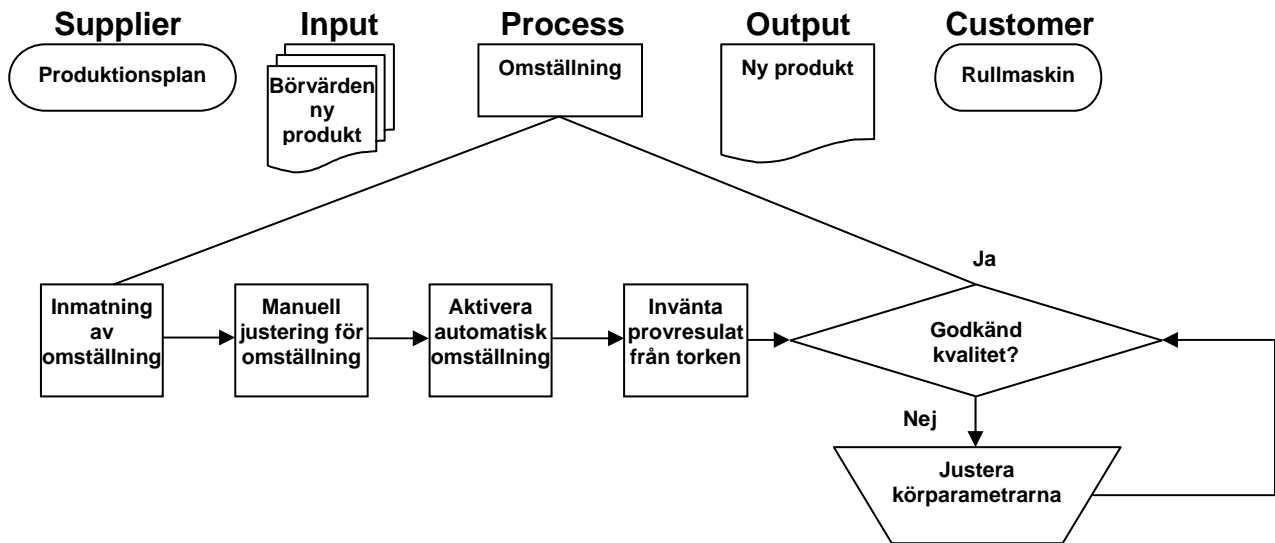
5.1.3 Produktionsplanering och logistik

I dagsläget använder sig SCA Obbola av en produktionscykel på två veckor (Bilaga 1). SCA:s huvudkontor i Bryssel samlar månatligen in prognoser på förväntad försäljning från koncernens sju marknadskontor och förväntad produktion från koncernens tio pappersbruk (Forsman, 2005). Till sin hjälp har pappersbruket i Obbola en kapacitetsberäkning för ungefärlig tillverkningskapacitet per produkt och produktionscykel (Bilaga 1). Kapacitetsberäkningen är endast ett stöd för tilldelning av tillverkningsvolym per produkt, därför förekommer ganska stora fluktuationer i tillverkningsvolymerna (ibid). Prognoserna samkörs sedan för att bestämma vilka produkter och volymer var och en av marknadsenheterna ska sälja och vilka produkter och volymer pappersbruken ska tillverka (ibid). De får sedan en uppdaterad tremånadersprognos varje månad (ibid). Cirka fyra till fem dagar innan en viss produkt ska produceras fastställs exakta antalet rullar som ska tillverkas och dimensionerna på dessa samt var dessa ska levereras, vid vilken tidpunkt och med vilket transportmedel (ibid).

Färdiga pappersrullar lagras i ett litet mellanlager för lastning på lastbil och transport till omlastning på tåg och båt. Normalt ska transportören ha produkten ett dygn innan den ska levereras (ibid). Lastbils- och tågtransporter är mindre känsliga för avvikelser då de har täta avgångar. Båt däremot går med betydligt fler dagars mellanrum vilket gör det viktigt att produkten är klar i tid. Absolut minimum för leverans med båt är tolv timmar innan avgång (ibid). Det är även viktigt att rätt volym är tillverkad, speciellt vid båttransporter då det kan vara lång tid mellan avgångarna (ibid). Båttransporterna sker i samarbete med både pappersbruk inom och utom koncernen och är idag anpassad till SCA Obbolas produktionscykel på två veckor (ibid).

5.1.4 SIPOC - processkartläggning

För att få en bättre förståelse för hur omställningar sker och vad som påverkar utfallet av en omställning genomfördes en processkartläggning med hjälp av SIPOC. SIPOC-analysen (Bilaga 2) togs fram tillsammans med Björn Lindgren driftingenjör vid företaget som även jobbat som operatör vid pappersmaskinen. Följande flödesschema för produktionsomställningar togs fram (Figur 5.1).



Figur 5.1 Flödesschema för produktionsomställningar vid pappersmaskinen.

En omställning kan sägas ske i tre huvudsakliga steg.

1. Manuella justeringar för omställning
2. Aktivering av automatisk omställning
3. Godkännande av ny kvalitet

Operatören kan vidta ett antal förberedelser inför en omställning för att den ska löpa smidigare. Operatören kan anpassa torkkapaciteten för nya torkförhållanden för att minska fuktvariationer. Vid kvalitetsskifte från Eurokraft till Kraftliner startas vanligtvis en extra kvarn innan omställning för att öka sulfatmassainblandningen. Operatören kan även anpassa massaflödet. De manuella förberedelserna genomförs då operatören av erfarenhet vet att vissa omställningar kan vara problematiska. Manuella förberedelser kan även ske för omställningar där det automatiska omställningssystemet inte fungerar tillfredställande.

Pappersmaskinen styrs av ett avancerat styrsystem. Vid hastighetsförändring justeras till exempel massaflöde och ångtryck automatiskt. Dessa justeringar styrs mot kontinuerliga mätningar av papperets fukthalt och ytvikt. När man aktiverar en omställning sätts dock den normala styrningen ur funktion och istället styrs massaflöde, maskinhastighet och ångtryck av förutbestämda stegningar. Det beror på att man vid omställningar får stora svängningar speciellt för fukten men även ytvikten. Det betyder att mätsystemet om det var i drift skulle ge signaler till styrsystemet att göra stora kompenseringar.

Efter omställningen inväntas provresultat från den kontrollant som arbetar efter torken. Vid godkänd kvalitet ökas successivt produktionshastigheten. Blir papperet ej godkänt justeras körparametrarna tills de målvärden som finns för papperets egenskaper uppnås.

5.1.5 Voice Of the Customer

En viktig del i offensiv kvalitetsutveckling och Sex Sigma är fokus på att de projekt som genomförs ska ha en tydlig koppling till kunderna. Målet är att genom minskad resursåtgång öka kundtillfredställelsen. Därför genomfördes en VOC-analys med syftet att undersöka vilka krav från slutkund som påverkar pappersförlusterna vid omställningar och produktionscykelns utformning.

När det gäller leveransprocessen är det viktigt för kunden att få beställda produkter i tid och i rätt volym. Kunden vill även ha så kort ledtid som möjligt från order till leverans för att kunna hålla nere sina lager och inte riskera att stå utan råmaterial. Då SCA Obbola ligger långt från sina marknader är det viktigt att produkterna är klara för leverans vid rätt tidpunkt, speciellt vid båttransporter med få avgångar. Produktionsplaneraren försöker tillgodose dessa behov och har till sin hjälp en återupprepande produktionscykel (Bilaga 1). Produktionscykelns längd påverkar ledtiden och lagerhållning då en längre cykel kan innebära längre ledtid och ökad lagerhållning. Det beror på att en förlängd produktionscykel innebär längre körningar vilket betyder att de olika produkterna tillverkas med längre mellanrum. En hållbar produktionscykel med tillverkningsvolymerna som fabriken klarar av att producera är även viktigt för hög leveransprecision.

Produkterna som levereras måste även hålla rätt kvalitet. Papperskvalitet (Eurokraft eller Kraftliner), rullbredd och pappersegenskaper (ytvikt, fukthalt, styrka mm.) är parametrar som ej får avvika då en avvikelse kan betyda att kunden inte har någon användning för papperet eller alternativt leder till minskad kundnöjdhet. För pappersegenskaper som ytvikt, fukthalt och styrka finns det framtagna börvärden (målvärden) för dessa egenskaper och ett intervall för hur dessa värden får avvika från målvärdet. En alltför stor variation innebär att papperet sorteras ut med lämplig klass- och felkod. Vid omställningar sorteras papper ut eftersom de eftersökta pappersegenskaperna inte uppnås. Det är alltså viktigt att vid en omställning så snabbt som möjligt komma in på rätt ytvikt, fukthalt och styrka med så liten variation i värdena som möjligt. De kundkrav som identifierats har sammanställts i Tabell 5.1 nedan.

Tabell 5.1 Kundens krav, modell inspirerad av Pande et al (2000, s. 85).

Processkrav		Produktkrav	
<i>Process</i>	<i>Krav</i>	<i>Produkt</i>	<i>Krav</i>
Produktionsplanering	<ul style="list-style-type: none"> • Genomförbar produktionscykel för hög leveransprecision (leverans vid utsatt datum och tidpunkt) • Produkten ska vara levererad i rätt volym • Produkten ska vara levererad inom rätt tidsram 	Pappersrullar	<ul style="list-style-type: none"> • Rätt papperskvalitet • Rätt rullbredd • Rätt pappersegenskaper (ytvikt, fukthalt och styrka etcetera.)

5.1.6 Project Charter

Ett Project Charter skapades för projektet (Bilaga 3) innehållande följande viktiga punkter.

- Projektmedlemmar
- Problemformulering
- Projektmål
- Förbättringspotential

- Risker, avgränsningar och antaganden
- Projektplan

För att fastställa den ekonomiska potentialen i projektet räknades det ut att pappersförluster vid omställningar uppgår till cirka 8470 ton papper per år eller cirka 2 % av årsproduktion på 405 000 ton säljbart papper. Beräkningarna baserades på pappersförluster vid omställningar för januari 2005.

I kostnadsberäkningen för det papper som utsorteras vid omställningar finns det många kostnadskomponenter som kan tas med i beräkningen. Pappersförluster vid omställningar är att betrakta som interna felkostnader (kostnad för avvikelser från önskad kvalitetsnivå innan leverans till extern kund). Tittar vi på de olika nivåerna av kostnader har vi först kostnader associerade med att producera och återvinna papperet som ej klarar kvalitetskraven (traditionella kvalitetsbristkostnader). Det finns även ett antal dolda kvalitetsbristkostnader som till exempel direkt lön för att hantera papperet och slitage på maskiner. Intäkter förloras även på grund av missad försäljning.

För de oplanerade omställningarna som genomförs tillkommer det ett antal kostnader. Förutom de kostnader som är associerade till papperet som utsorteras enligt diskussion ovan tillkommer kostnader för till exempel direkt lön för allt extra planeringsarbete som det medför, kostnader för att kunder blir missnöjda på grund av sena leveranser etcetera.

Inom företaget väljer man ofta att endast räkna på förlorat täckningsbidrag, det vill säga intäkter minus direkta produktionskostnader. Därför valdes förlorat täckningsbidrag som uppskattning av kostnader för pappersförluster. Dels för att enklare förankra kostnadsbesparingen men även för att en fullständig kostnadsanalys skulle bli tidskrävande.

Kostnaden uppskattades till förlorat täckningsbidrag på 15,8 miljoner kronor årligen. (baserat på genomsnittliga kostnader och försäljningspriser för maj 2005). Mål för projektet sattes till att minska pappersförlusterna med 10 % på årsbasis (847 ton papper) eller 1,58 miljoner kronor.

En omställning påbörjas ofta på sista tambouren på föregående kvalitet. För att kunna förenkla datainsamlingen antogs därför att en omställning påbörjas sista tambouren på föregående kvalitet och är klar efter tre tambourer på den nya kvaliteten. Då har normalt riktvärden för ytvikt och fukthalt uppnåtts. Riktvärden för styrka kan däremot ta längre tid att uppnå.

5.2 Measure

Följande steg genomfördes i Measure-fasen enligt den modell för Sex Sigma metodiken som beskrivits i teoriavsnittet.

- Identifiera tänkbara orsaker X som kan påverka utfallet Y
- Skapa mätplan
- Samla in data

5.2.1 Identifiera tänkbara orsaker som påverkar pappersförluster vid omställningar

För att ta fram tänkbara orsaker till stora pappersförluster vid omställningar och orsaker till oplanerade omställningar togs två fiskbensdiagram fram. En brainstorming genomfördes där författaren, Olof Öhgren, Gunnar Sehlin och Esbjörn Selin deltog. De frågeställningar som låg till grund för brainstormingen var; "Vad orsakar stora pappersförluster vid omställningar?" och "Vad orsakar behovet av oplanerade omställningar?". Orsaker avgränsades till att beröra pappersbruket. Efter brainstormingen diskuterades fiskbensdiagrammen med Henrik Forsman och Kent Arvidsson vid logistikavdelningen och Björn Lindgren driftingenjör för att se om de behövde kompletteras men inga ändringar genomfördes. Resultatet i form av två fiskbensdiagram finns i Bilaga 4 och Bilaga 5.

Författaren valde sedan att gå vidare med ett antal av dessa identifierade orsaker för fortsatt dataanalys. I fiskbensdiagrammet över orsaker till behov av oplanerade omställningar (Bilaga 4) finns det tre ben eller problemområden med orsaker till detta behov. Dessa problemområden är produktionsplanering, maskin och material. De orsaker som kopplas till produktionsplaneringen beror oftast på tidigare maskin- eller materialfel som skapat eftersläpning i produktionen och därför tvingas man till kompletteringar. Därför valde författaren att inte analysera dessa orsaker vidare. Orsakerna under kategorin maskin är kopplade till underhåll och hamnade därför utanför den avdelning vid företaget som Sex Sigma projektet bedrevs, därför valdes även denna kategori bort. Under material ansågs det mest intressant att undersöka orsaken "brist på sulfatmassa" då det upplevts som den största orsaken till oplanerade omställningar (Öhgren, 2005). Brist på sulfatmassa kan både bero på till exempel driftsstörningar men också i vilken ordning produkterna körs och är alltså även kopplat till produktionsplanering. Därför samlades data in för att kunna skapa en analysmodell som beräknade sulfatmassatillgången för vald produktionscykel.

I fiskbensdiagrammet med orsaker till stora pappersförluster vid omställningar (Bilaga 5) identifierades sex problemområden som påverkar mängden utsorterat papper: omställningstyp, material, mätning, människa, management och maskin. Omställningstypens påverkan på pappersförluster var intressant att studera då det påverkar hur produktionscykeln och körordningen för denna läggs upp. Det var även intressant att studera utsorteringsorsaker för papperet då det är kopplat till problemområdena maskin och material. På så sätt kunde man i vidare analys se vilka områden som bör förbättras processtekniskt eller metodmässigt. Vilket skift som gjort omställningen var även intressant då det ger en bild om det finns tecken på varierande motivation, arbetssätt och metoder. Vilket skift som genomfört omställningen är kopplat till de orsaker som finns under problemområdet människa.

5.2.2 Insamling av data

För att kunna analysera vilka de största orsakerna till utsortering av papper vid omställningar är samlades det in data på alla omställningar gjorda mellan juli 2004 till och med juni 2005. Tidpunkt, ytviktsförändring, kvalitetsskifte, mängden utsorterat papper (utfallsvariabeln), orsakskoder till utsortering och vilket skift som gjort omställningen var de parametrar som samlades in för varje omställning. För att kunna ta fram en produktionscykel samlades det in data på sulfatmassaförbrukning och produktionshastighet för varje produkt baserat på medeltal för 2004, budgeterad sulfatmassatillverkning för 2005 och beställda volymer för alla

tillverkningsprogram mellan juli 2004 till och med juni 2005. Någon egen mätning genomfördes ej utan all data togs fram ur de databaser företaget har.

När det gällde data för oplanerade omställningar fanns det inget fastställt system för orsaksrapportering. En genomgång av driftsjournaler i företagens affärssystem visade även att det inte rapporterades när en oplanerad omställning genomförts. Det ansågs inte aktuellt att genomföra egna mätningar då antalet oplanerade omställningar under en månad skulle vara för få för att dra korrekta slutsatser.

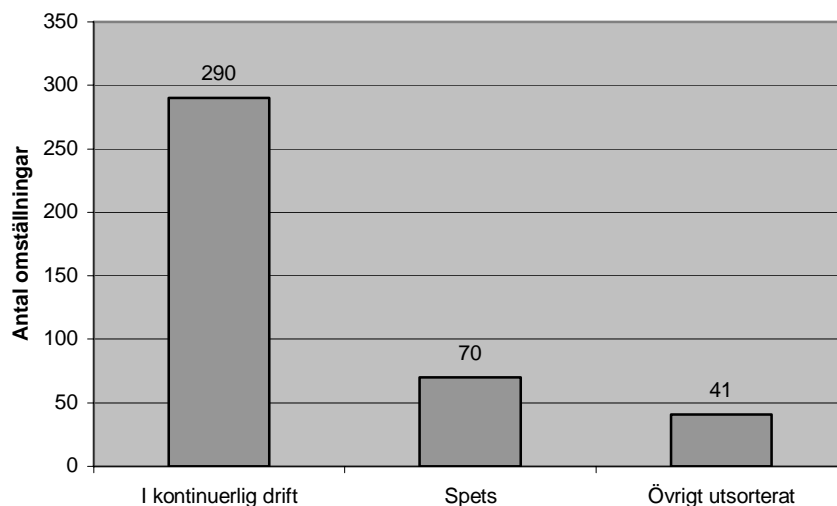
5.3 Analyse

Följande steg genomfördes i Analyse-fasen enligt den modell för Sex Sigma metodiken som beskrivits i teoriavsnittet.

- Förstå processens utfall Y
- Identifiera rotorsaker som påverkar Y
- Fastställ mål för förbättring

5.3.1 Utfallsvariabeln

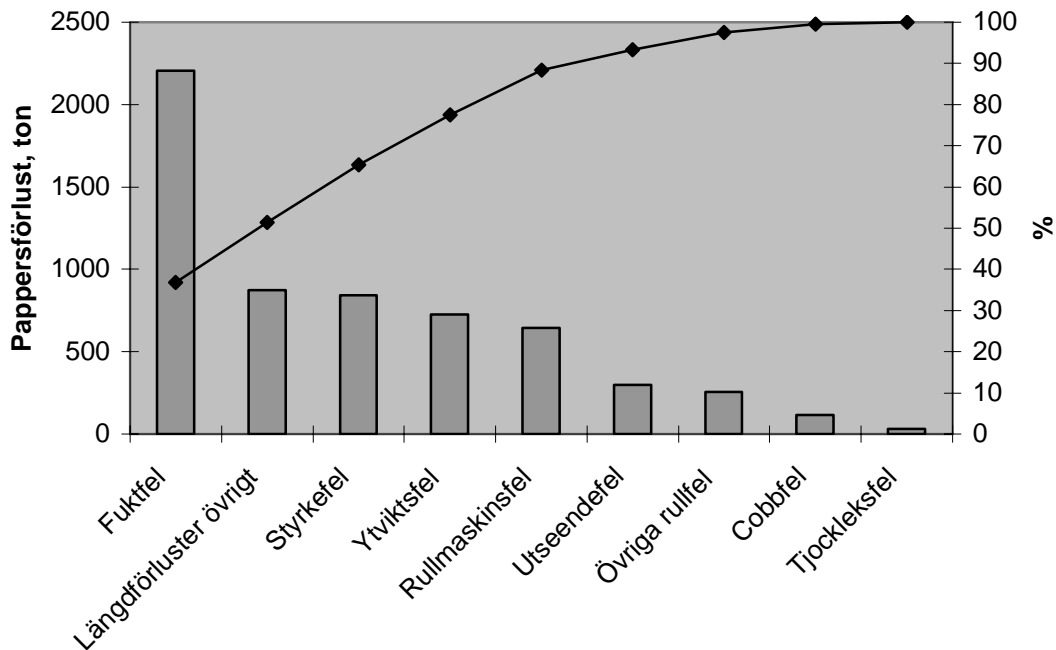
Under perioden juli 2004 till juni 2005 har det genomförts 401 omställningar. Eftersom avgränsning gjorts till att endast beröra omställningar i kontinuerlig drift sorterades omställningar ut där det inträffat banbrott före eller efter omställning vilket inom företaget benämns spets. Spets syftar på proceduren då papperet dras in pappersmaskinen igen efter banbrott. Omställningar vid stopp och omställningar där det till exempel saknades data sorterades också ut. 290 av 410 omställningar har skett i kontinuerlig drift (Figur 5.2).



Figur 5.2 Antalet omställningar för dataanalys (juli 2004-juni 2005).

För de 290 omställningar som valdes ut under perioden så analyserades hur mycket papper som sorterats ut vid dessa omställningar. Pappersförluster summerades enligt tidigare avgränsningar för första tambouren innan omställning och tre tambouren efter omställning (utfallsvariabeln). Sammanlagt rör det sig om 5989 ton papper som sorterats ut vid dessa omställningar. För att analysera vilken den vanligaste orsaken för utsortering av papper var

vid omställningar upprättades ett paretdiagram där pappersförlusterna summerades för varje felkategori (Figur 5.3).

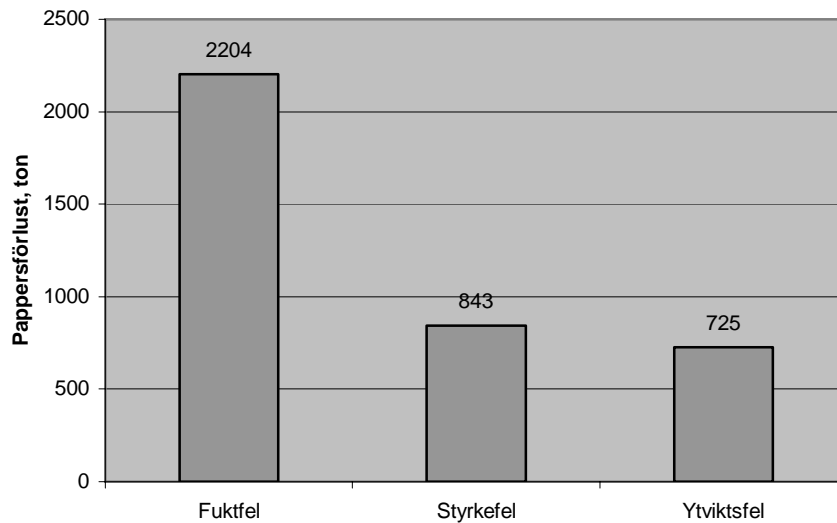


Figur 5.3 Totala och ackumulerade pappersförluster fördelat på respektive felkategori (290 omställningar). Totalt 5989 ton papper.

Vid förbättringsprojekt vill man normalt fokusera på de största problemorsakerna därför avgränsades nu arbetet och dataanalysen till att beröra fukt-, styrke- och ytviktsfel. Dessa är de kategorier av fel som man på företaget allmänt anser att det blir problem med vid omställningar. Utseendefel, övriga rullfel, cobbfel⁸ och tjockleksfel ansågs inte intressant att analysera då de tillsammans endast utgör 11,7 % av pappersförlusterna och inte direkt kan kopplas till omställningar. Rullmaskinsfel valdes bort då dessa pappersförluster beror på problem som uppstår i rullmaskinen. Längdförluster övrigt valdes även den bort från vidare analys då cirka hälften av papperet i denna kategori utgör felet ”veck vid skiftning” som används av kontrollanten när man skiftat tambouren och fått pappersveck i tambouren.

Fukt-, styrke- och ytviktsfel utgör 65,4 % (3772 ton) av pappersförlusterna vid omställningar (Figur 5.4). Det innebär att pappersförlusterna för en genomsnittlig omställning är på 13 ton papper fördelat på dessa tre kategorier.

⁸ Cobbfel innebär att papperet suger upp för mycket vatten.



Figur 5.4 Totala pappersförluster i ton fördelat på fukt-, styrke- och ytviktsfel.

5.3.1.1 Brister i klassningssystemet

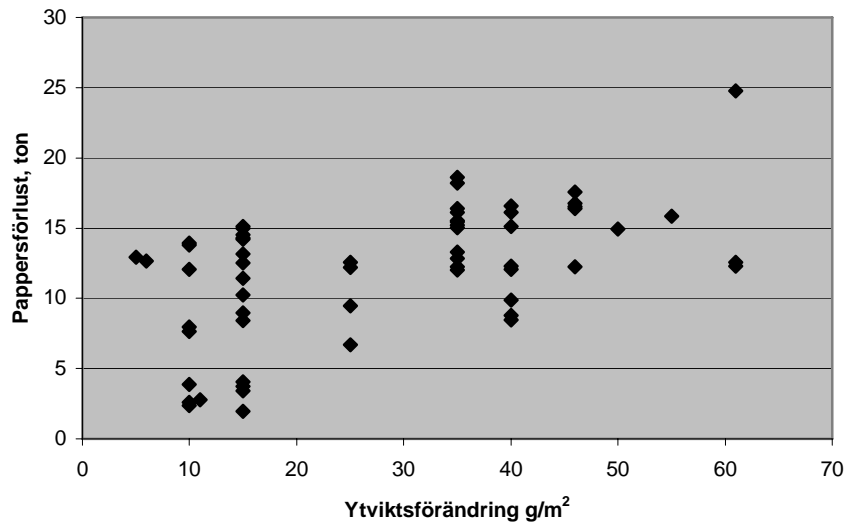
Vid insamling och analys av orsaker till pappersförluster vid omställningar identifierades en del brister i hur klassningssystemet används. När insamlad data för klassningar av pappersförluster gjordes visade det sig att den klasskod för kassation som ska användas för omställningar endast används för utsorterat papper för första tambouren efter omställning. Detta trots att en omställning skapar kvalitetsproblem för fler än en tambour. Ibland användes klasskoden inte alls utan klasskoden för kassation under normala körförhållanden används. Därför har dataanalysen innefattat allt papper som klassats som kass oavsett om det varit kass vid omställning eller någon annan klassningskod för kass. Det finns även brister i längdförlustklassningen, bland annat så var längdförluster vid omställning ibland klassat som veck vid skiftning trots att det rörde sig om längdförluster över 30 ton vilket kan anses tveksamt om det stämmer. Eftersom endast fukt-, styrke- och ytviktsfel tagits med vid vidare dataanalys resulterar det i att vissa omställningar har betydligt mindre utsorterat papper i den insamlade statistiken än det verkliga utfallet på grund av felaktig klassning. Därför uteslöts alla omställningar som inte hade några pappersförluster rapporterade för de valda kategorierna (fukt-, styrke- och ytviktsfel) från vidare analys. Ännu ett problem vid klassningar är att papperet kan ligga utanför riktvärdena för både ytvikt, fukt och styrka efter omställning men kommer då enbart att klassas för ett av dessa fel. Detta kan skapa problem i analys av samband då vissa fel kan vara över- eller underrepresenterade.

5.3.2 Analys av ytviktsfel, fuktfel och styrkefel kopplat till omställningstyp

Uppfattningen vid företaget är att omställningstypen har stor påverkan på pappersförlusterna vid omställning. Därför analyserades dessa eventuella samband. Försök gjordes först att analysera de tre identifierade felkategorierna tillsammans men det blev då svårare att hitta klara samband mellan pappersförlust och omställningstyp. Därför analyserades felkategorierna var för sig.

5.3.2.1 Utsortering för yviktsfel

För att analysera hur yviktsfelet beror på yviktsförändringen användes sambandsdiagram där absolutbeloppet av yviktsförändringen plottades mot mängden utsorterat papper klassat som yviktsfel (Figur 5.5) för varje omställning.

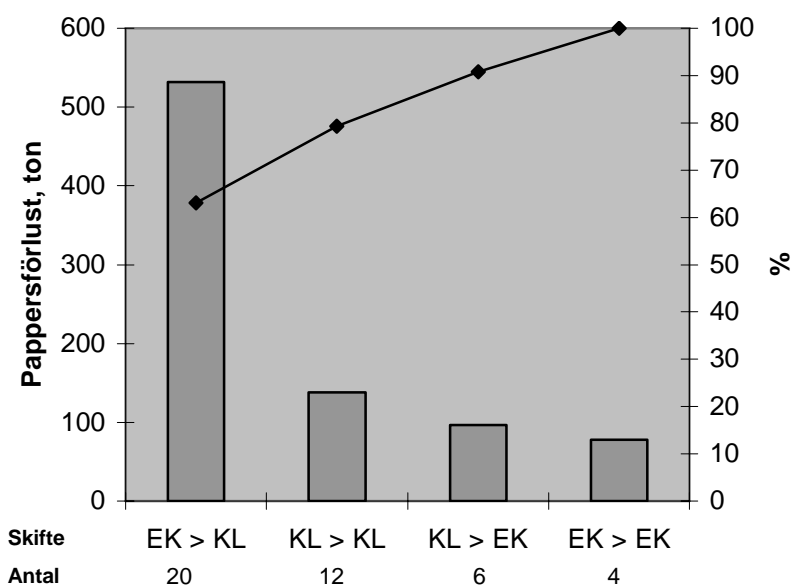


Figur 5.5 Yviktsförändringens absolutbelopp plottad mot utsorterat papper för yviktsfel

Det går i diagrammet tydligt se att det finns en tendens att ju högre yviktsförändring desto mer papper sorteras ut för yviktsfel. Det tycks dock finnas en stor variation för papper utsorterat för yviktsfel vid samma yviktsförändring.

5.3.2.2 Utsortering för styrkefel

Styrkefel anses vanligtvis uppkomma då man skiftar kvalitet från Eurokraft till Kraftliner. Det beror på att Eurokraft är ett svagare papper och vid omställning tar det tid innan de svaga fibrerna gått ur systemet. För att undersöka hur kvalitetsskiftet påverkar utsortering av papper för styrkefel gjordes ett paretdiagram över summan utsorterat papper för styrkefel vid omställningar fördelat på typen av kvalitetsomställning (Figur 5.6).



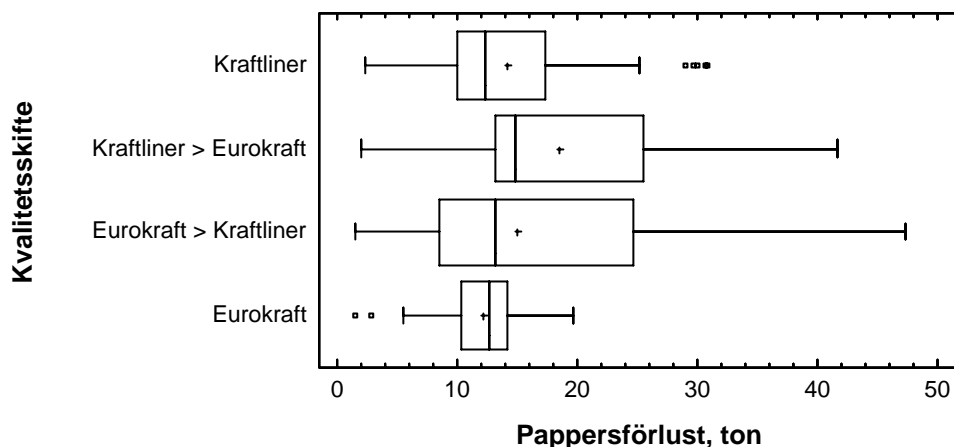
Figur 5.6 Paretdiagram över utsorterat papper för styrkefel vid kvalitetsskifte (EK Eurokraft, KL Kraftliner)

63 % av det papper som sorterats ut för styrkefel kan kopplas till omställning Eurokraft till Kraftliner (Figur 5.6) vilket bekräftar misstanken innan analys. För att se om det fanns något samband mellan ytviktsförändring och utsortering för styrkefel gjordes ett sambandsdiagram för varje kvalitetsskifte (Bilaga 6 och 7). Det kan finnas tendenser till ett samband när man studerar ytviktsförändringens samband med styrkefel vid omställning på Kraftliner och omställning Eurokraft till Kraftliner. Men det går dock inte att dra slutsatsen utifrån sambandsdiagram att det finns ett samband. Det är helt enkelt för hög variation i mätvärdena eller så finns det inget samband.

5.3.2.3 Utsortering för fuktfel

Den största men även den svåraste utsorteringstypen att hitta något samband för är fuktfel. Det beror på att det finns många variabler som påverkar detta utfall. Torken tar till exempel lång tid att justera för nya torkförhållanden. Operatören kan antingen förändra hastigheten eller ångtrycket där enklaste sättet är att anpassa hastigheten för att styra hur mycket papperet torkas. En förändring av ångtrycket betyder inte en omedelbar förändring av torkkapaciteten i torken utan det blir fördröjt. Hur mycket papperet behöver torkas styrs också av kemikalieinbladning, massakvalitet, malning etcetera. Kraftliner är även svårare att torka än Eurokraft.

För att avgöra om ytviktsförändringen påverkar fuktfelet togs ett sambandsdiagram för var och en av kvalitetsskiftena fram där pappersförluster för fuktfel plottades mot ytviktsförändringen. Sambandsdiagrammen visar inte på något märkbart samband mellan fuktfel och ytviktsförändring (Bilaga 8 och 9). Om det finns ett sådant samband så är det inte starkare än att andra variationsorsaker döljer sambandet. För att avgöra om kvalitetsskiftet hade någon påverkan på utsortering för fuktfel skapades lådagram över utsorterat fuktfel för de olika kvalitetsskiftena (Figur 5.7).

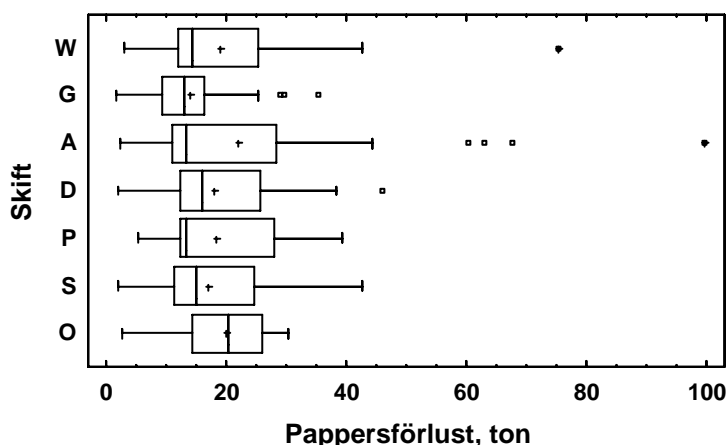


Figur 5.7 Lådagram över utsorterat papper för fukt fel vid skifte på respektive kvalitet.

Lådagrammen visar att när man skiftar kvalitet så sorteras det ut mer papper för fukt fel. Spridningen för utsorterat papper för fukt fel för dessa omställningar är dessutom betydligt större.

5.3.3 Analys av pappersförluster vid omställningar för de olika skiftlagen

Eftersom det identifierats att varierande motivation bland skiftlagen kan påverka pappersförlusterna vid omställningar analyserades pappersförluster vid omställningar för de sex skiftlagen med hjälp av lådagram. Lådagrammen visar på skillnader både i medel och variationsbredd för skiftlagen.



Figur 5.8 Lådagram över utsorterat papper per skiftlag.

Skillnaden kan vara ett tecken på dålig motivation, skilda arbetssätt och kompetens. Skift G verkar vara det skift som bäst hanterar en omställning. Det finns en potential på ungefär 25 %

minskade pappersförluster om alla skift skulle prestera som skift G. Det baserar sig på en jämförelse av medelvärdet av pappersförlusterna för skift G och det totala medlet (Bilaga 10).

5.3.4 Oplanerade omställningar

Eftersom det saknades statistik på hur många oplanerade omställningar som görs och orsaker till dessa gjordes en uppskattning på antalet oplanerade omställningar. Antalet genomförda omställningar under perioden juli 2004 till juni 2005 är 401. Antalet tillverkningsprogram är under samma period 345 stycken. Det innebär att cirka 56 omställningar är oplanerade. Räknat på den genomsnittliga pappersförlusten (fukt-, styrke- och ytviktsfel) för en omställning på 13 ton innebär det att de oplanerade omställningarna står för cirka 768 ton pappersförluster årligen. Uppfattningen vid företaget är att den vanligaste orsaken till oplanerade stopp är brist på sulfatmassa. Därför bestämdes att förbättringsförslagen skulle inriktas på att undvika sulfatmassabrist.

5.3.5 Analysmodell för produktionscykel

För att kunna ta fram en produktionscykel med en körordning som inte leder till sulfatmassabrist skapades en excelmodell för att uppskatta sulfatmassatillverkning och –förbrukning under en produktionscykel. Modellen baserades på genomsnittlig sulfatmassaförbrukning per timme och produkt för 2004, genomsnittlig produktionshastighet per timme och produkt för 2004 och budgeterad sulfatmassaförbrukning per dygn för 2005. Modellens syfte är att uppskatta ungefärlig sulfatmassanivå i buffertornen och sulfatmassatillgång. Genom att fylla i produktionsvolymerna för aktuell produktionscykel räknar modellen ut körtiden för varje produkt. Differensen av sulfatmassatillverkning och –förbrukning per timme och produkt räknas sedan ut. Genom att multiplicera körtiden med differensen mellan sulfatmassatillverkning och –förbrukning fås en uppskattning på hur mycket överskott eller underskott av sulfatmassa som skapas för varje produkt (vid tillverkning av Eurokraft produceras ett överskott och vid tillverkning av Kraftliner skapas ett underskott av sulfatmassa). I modellen fördes det även in möjlighet att testa olika gränsvärden på maximal sulfatmassanivå i buffertornen.

Från att sulfatmassan tillverkas i massabruket till att den slutligen når pappersbanan förändras fiberkoncentrationen genom utspädning i ett antal steg. Den budgeterade sulfatmassaproduktionen mäts i ton sulfatmassa med 92 % fiberkoncentration (Wahlberg, 2005). Innan sulfatmassan når sulfatmassatornen har en successiv utspädning skett i massabruket. Vid SCA Obbola mäts fiberkoncentrationen innan buffertornen en gång per dygn (Öhgren, 2005). Fiberkoncentrationen under januari till september 2005 låg i genomsnitt på 10,06 % där maximala värdet var 11,83 % och minimala värdet 7,45 %. Innan sulfatmassan slutligen når pappersbanan ligger fiberkoncentrationen på cirka 2,8 % (Öhgren, 2005). Hänsyn har tagits till detta i analysmodellen genom att justera tillverknings- och förbrukningstalen med respektive fiberkoncentration. Eftersom fiberkoncentrationen innan sulfatmassatornen fluktuerar så blir det svårt att exakt uppskatta hur sulfatmassanivåerna i buffertornen förändras. Vid hög fiberkoncentration i buffertornen kommer sulfatmassanivån inte att sjunka lika snabbt då det finns mer fiber i tornen och mindre vatten. Densiteten för sulfatmassan i tornen antogs även vara 1 kg/dm^3 vilket troligtvis fluktuerar för olika fiberkoncentrationer vilket utgör ännu en felfaktor vid uppskattning av nivåförändring i massatornen. För att minska felet infördes möjlighet att föra in den aktuella fiberkoncentrationen i modellen. När analys av lämplig produktionscykel genomfördes sattes koncentrationen till 10 %. Modellen brister alltså delvis i att uppskatta sulfatmassanivåerna i

bufferttornen men bör om den tillverkade sulfatmassan initialt har en konstant fiberkoncentration på 92 % vara en bra modell för sulfatmassatillgången.

Bufferttornen för sulfatmassa har en total kapacitet på 8750 m³ sulfatmassa. I dagsläget används endast tre av fyra bufferttorn för sulfatmassa vilket ger en kapacitet på 6875 m³ sulfatmassa. Modellen anpassades som tidigare nämnts så att man kunde välja hur mycket kapacitet i bufferttornen man utnyttjar. Vid analys av nuläget sattes denna nivå till 6000 m³ (maximalt utnyttjad kapacitet under juli 2004 till juni 2005 var 6080 m³ i tre av de fyra tornen). Det fjärde sulfatmassatornet utnyttjas vid hög utskottsmassaproduktion⁹ då det befintliga massatornet som används för utskott inte räcker till.

För en djupare beskrivning av analysmodellen se Bilaga 11 och Bilaga 12.

5.3.6 Analys av tillverkningsprogram

Hur stora volymer som varje produkt tillverkas i per produktionscykel påverkar hur produktionscykeln och dess körordning konstrueras. För att få en jämn sulfatmassanivå i bufferttornen måste produktionscykeln anpassas till tillverkningsvolymerna för respektive produkt så att en ökning av sulfatmassanivån följs av en minskning. Det betyder att ett antal kvalitetsskiften måste ske då man vid produktion av Eurokraft fyller på bufferttornen medan de töms vid produktion av Kraftliner. Därför är det intressant att analysera hur stor volym produkterna tillverkas i. I varje produktionscykel får respektive produkt ett nummer som kallas tillverkningsprogram. Produktionsvolymen påverkar körlängden som i sin tur påverkar hur mycket överskott och underskott av sulfatmassa som skapas vid produktion av de olika produkterna. En högre ytvikt innehåller mindre andel sulfatmassa och produktionstakten är högre. Analysmodellen visar att för Kraftliner ökar sulfatmassaförbrukningen per timme för högre ytvikter då den ökade produktionstakten är större än påverkan av den minskade andelen sulfatmassa. Det motsatta gäller för Eurokraft där sulfatmassaförbrukningen per timme minskar för högre ytvikter då den ökade produktionstakten inte som för Kraftliner kompenseras av den minskade andelen sulfatmassa. Fördelningen av volymerna per ytvikt, produktionshastighet, körordningen och utnyttjad buffert i sulfatmassatornen styr om brist eller överskott av sulfatmassa kommer att skapas.

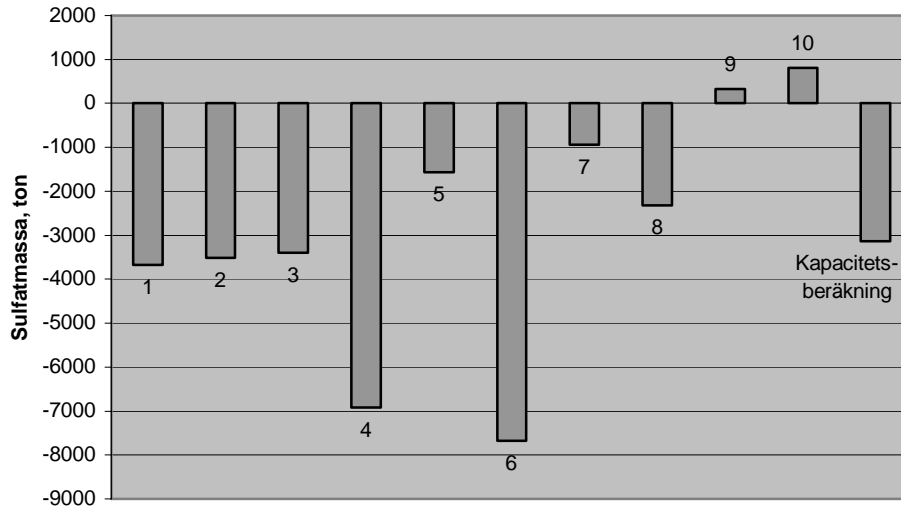
För att få en bild av hur stora volymer som produceras per produkt skapades två diagram, ett för Eurokraft och ett för Kraftliner (Bilaga 13) med beställda ton per ytvikt för alla tillverkningsprogram första halvåret 2005.

Som man kan se i diagrammen varierar de beställda produktionsvolymerna per produkt stort. Detta gör det svårt att skapa en produktionscykel som alltid kommer att klara av de varierande produktionsvolymerna. I diagrammen kan man även se att det tycks finnas en trend att större volymer 125 och 140 g/m² Eurokraft och 140 och 175 g/m² Kraftliner beställs.

För att analysera hur balansen mellan överskotts- och underskottsproduktion av sulfatmassa har sett ut den senaste tiden fördes beställda tillverkningsvolymer för tio stycken produktionscykler (Bilaga 14) in i analysmodellen. De produktionscykler som analyserats tillverkades under slutet av mars till början av augusti 2005. Figur 5. visar en uppskattning av

⁹ Utskottsmassa bildas bland annat av de breddförluster som uppstår när pappersbanans kanter kapas på bredden i pappersmaskin och rullmaskin och av det papper som sorteras ut som längdförlust eller kass.

det totala överskott eller underskott av sulfatmassa som produceras för respektive produktionscykel. En stapel under noll betyder ökad risk för att det uppstår problem med sulfatmassatillgång.



Figur 5.9 Beräknat överskott eller underskott av sulfatmassa (10 % fiberkoncentration) för produktionscykler mellan slutet av mars till början av augusti 2005 och kapacitetsberäkning (cykel 10 i slutet av mars till cykel ett i början på augusti).

Analysen visar att fördelningen av tillverkningsvolymerna för respektive produktionscykel gör att det ofta skapas ett sulfatmassaunderskott. Det betyder att det överskott av sulfatmassa som tillverkas vid produktion av Eurokraft inte helt kan kompensera för det underskott som produceras vid Kraftliner enligt analysmodellen. Vi kan även se att kapacitetsberäkningen inte klarar av att balansera underskott och överskott enligt analysmodellen. Kapacitetsberäkningen är de fastställda volymer av respektive produkt som fabriken anses kunna producera under en produktionscykel. Det här ger en indikation på att det kommer att bli problem med sulfatmassatillgången. De åtgärder som kan vidtas för att de produktionscyklarna med underskott ska kunna produceras är förhöjd produktion av sulfatmassa eller minskning av produktionshastigheten i pappersmaskinen.

De produktionshastigheter som använts i modellen ligger nära de målvärden man har för respektive produkt. Genomsnittlig överskottsproduktion av sulfatmassa för Eurokraft är 9,72 ton/h och genomsnittlig underskottsproduktion för Kraftliner är 8 ton/h enligt modellen. Det betyder att med den budgeterade sulfatmassatillverkningen och de produktionshastigheter som råder bör inte volymen Kraftliner ligga mer än cirka 20 % över volymen Eurokraft för att balans ska finnas mellan överskotts- och underskottsproduktion av sulfatmassa. Det påverkas dock av den inbördes fördelningen av volymerna per ytvikt.

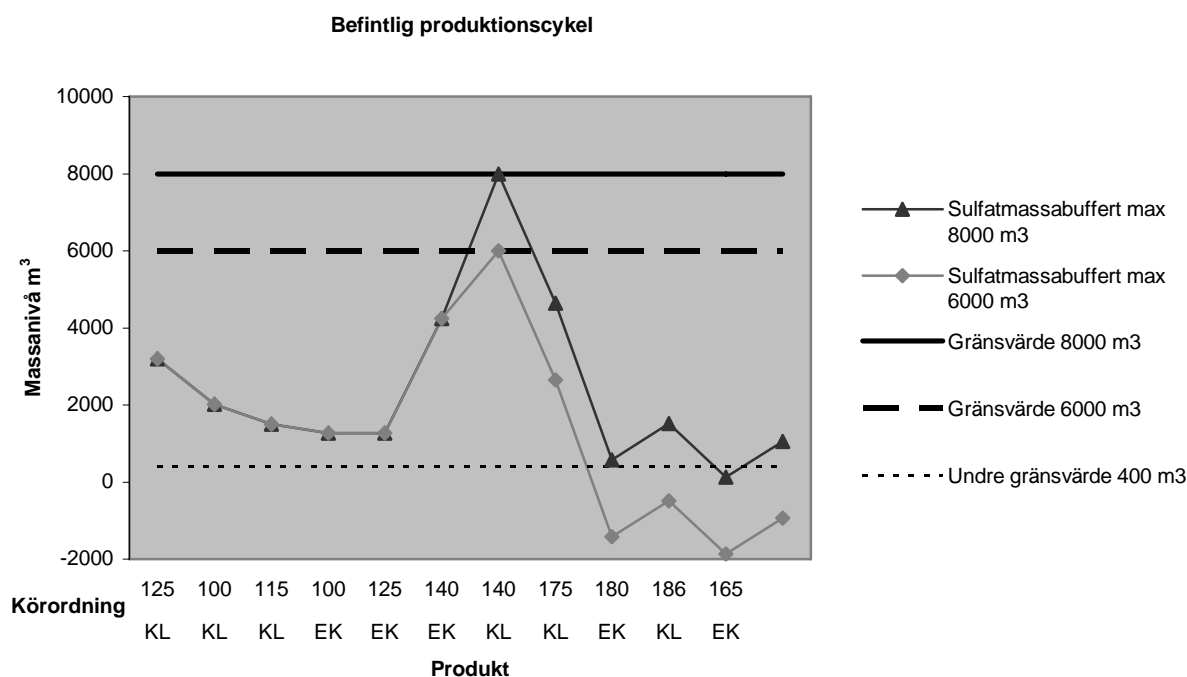
5.3.7 Analys av produktionscykel

Det finns ett antal faktorer som man behöver ta hänsyn till vid framtagning av en produktionscykel. Produktionscykelns längd och om varje produkt ska tillverkas i varje produktionscykel styrs av kundernas efterfrågan. Eftersom kunderna vill ha en så kort ledtid som möjligt kombinerat med att det nuvarande logistiksystemet är uppbyggt efter en två

veckors produktionscykel valde författaren att behålla den nuvarande längden på produktionscykeln. En förlängd produktionscykel skulle troligtvis innebära minskade kostnader då färre omställningar skulle behövas. Centralt i offensiv kvalitetsutveckling är att öka kundtillfredställelsen med minskad resursåtgång, författaren ansåg därför att en förlängning av produktionscykeln inte var aktuell. En förlängning av produktionscykeln skulle nämligen innebära en försämring för kunderna. Det skulle troligtvis även bli kostsamt att omstrukturera det logistiksystem som finns idag. Det fanns även en idé att körningar med låg volym skulle köras mindre antal gånger men även här skulle det då bli problem med ledtider och ökad lagerhållning.

Med produktionscykeln styr man även över hur mycket pappersförluster som skapas. Som analysen av pappersförluster visar styrs storleken av pappersförlusterna vid omställningar av skillnad i ytvikt och skifte av kvalitet. Hur man lägger upp körordningen för produktionscykeln styr hur stor ytviktsförändringen blir för varje omställning och hur många kvalitetsskiften som sker. Detta påverkas dock av sulfatmassatillgången som i sin tur påverkas av produktionsvolymerna då man inte kan skapa vilken produktionscykel som helst utan att riskera att få slut på sulfatmassa. Vid framtagning av en ny körordning för produktionscykeln vägdes dessa faktorer mot varandra för att skapa en körordning som skapar så lite pappersförluster som möjligt samtidigt som risken för att sulfatmassan tar slut försökte minimeras. Då storleken på ytviktsförändringen och kvalitetsskifte påverkar mängden utsorterat papper försökte författaren ta fram en körordning med så låg genomsnittlig ytviktsförändring som möjligt och så få kvalitetsskiften som möjligt.

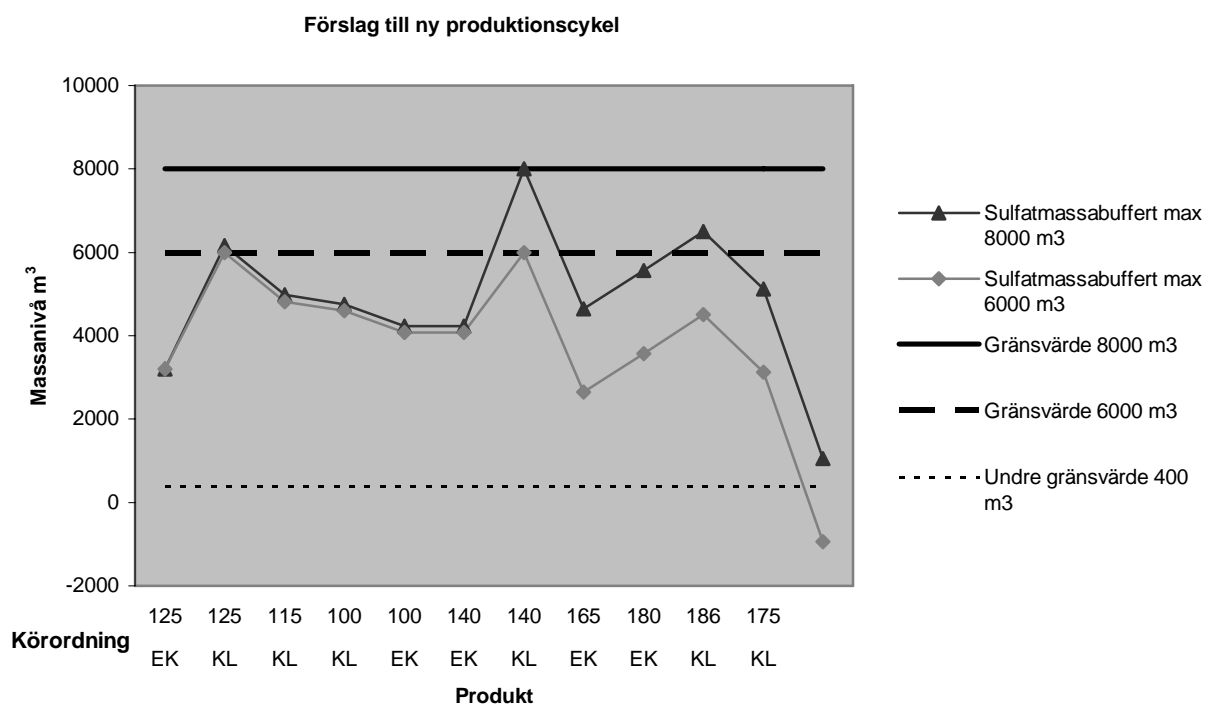
Genom att använda den analysmodell som tagits fram analyserades befintlig produktionscykel och dess körordning och förslag till ny körordning med olika begränsningar på maximal sulfatmassanivå i bufferttornen. I detta exempel användes tillverkningsvolymerna för produktionscykel nio (Bilaga 14) som med rätt körordning inte ska skapa någon sulfatmassabrist.



Figur 5.10 Diagram över sulfatmassanivåer för befintlig produktionscykel vid olika begränsningar för sulfatmassanivån i bufferttornen. Exemplifierat med beställda tillverkningsvolymerna för produktionscykel nio (Bilaga 14). KL står för Kraftliner och EK för Eurokraft.

I diagrammet (Figur 5.10) kan man se att med den befintliga produktionscykeln och den maximala sulfatmassabuffert som idag utnyttjas på 6000 m³ kommer det att bli problem med sulfatmassatillgången. För det exempel som visas i diagrammet (tillverkningsvolymerna för produktionscykel nio, se bilaga 14) krävs det att bufferttornen klarar att lagra 8538 m³ sulfatmassa för att sulfatmassabrist ska undvikas enligt analysmodellen. En ökning till 8000 m³ i sulfatmassabuffert gör att man nästan intill klarar att genomföra produktionen enligt plan. Ett problem med den befintliga produktionscykeln är att de två Eurokraft produkter som efterfrågas mest (125 g/m² och 140 g/m²) ligger efter varandra i produktionscykeln. Här skapas alltså störst överskott av sulfatmassa och därför räcker inte bufferttornen till att lagra all sulfatmassa. Nästa problem är att de två Kraftliner produkter som efterfrågas mest (140 g/m² och 175 g/m² Kraftliner) ligger efter varandra. Det skapar ett stort underskott av massa som med dagens sulfatmassabuffert blir svårt att hantera. Tidigare analys av tillverkningsprogrammen visar dessutom en trend att dessa produkter ökar i efterfrågan vilket alltså kan skapa större problem med sulfatmassatillgången för denna produktionscykel.

För att hantera de problem som identifierats för den befintliga produktionscykeln har ett förslag till ny produktionscykel tagits fram. Genom att sära på produkterna med stor efterfrågan skapar man en jämnare massanivå i bufferttornen (Figur 5.11).



Figur 5.11 Diagram över sulfatmassanivåer för förslag till ny produktionscykel vid olika begränsningar för sulfatmassanivån i bufferttornen. Exemplifierat med beställda tillverkningsvolymerna för produktionscykel nio (Bilaga 14). KL står för Kraftliner och EK för Eurokraft.

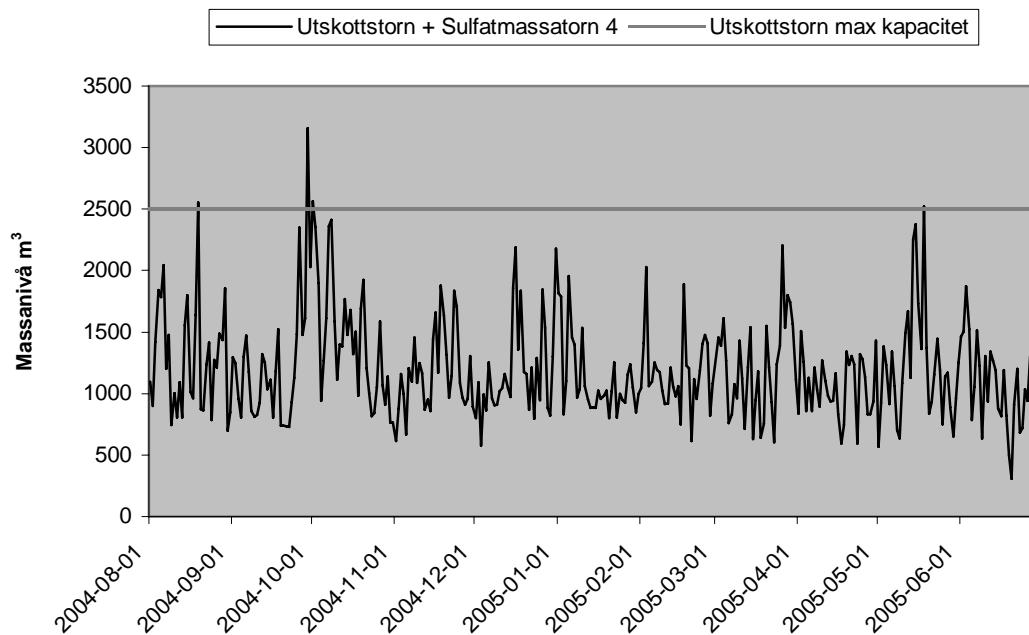
Här kan vi också se att även om vi får en jämnare massanivå kommer det inte att fungera med dagens gränsvärde för sulfatmassabufferten på 6000 m³. Sulfatmassanivån bör tillåtas uppgå till 8000 m³ för att minska risken för sulfatmassabrist.

Båda produktionsplanerna innebär sex kvalitetsskiften per produktionscykel, den befintliga produktionsplanen har en sammanlagd ytviktsskillnad mellan omställningarna på 202 g/m² räknat från början av produktionscykeln till början av nästa produktionscykel, värdet för förslag till ny produktionsplan är 172 g/m². Här får vi alltså även en minskning av pappersförlusterna då vi har en genomsnittligt lägre ytviktsförändring. I analys av ytviktsfel visade det sig nämligen att större ytviktsförändring skapar större pappersförluster.

5.3.8 Analys av massatornsutnyttjande

Analys av produktionscyklerna visar att man vid utnyttjande av större sulfatmassabuffert minskar risken för sulfatmassabrist. Med dagens maxkapacitet för sulfatmassanivån blir man oftare tvingad att antingen öka produktionstakten i massabruket, göra en oplanerad omställning eller sänka produktionshastigheten i pappersbruket när massanivån blir låg. Detta vill man undvika då det leder till ökade kostnader på grund av eftersläpning i produktion, minskad produktion och ökat antal omställningar. I dagsläget finns det ett utnyttjat sulfatmassatorn. Det fjärde massatornet används ibland som buffert för utskottsmassa när produktionen går dåligt vid pappersmaskinen (Wahlberg, 2005). Därför analyserades hur ofta det funnits behov att utnyttja det fjärde sulfatmassatornet för utskottsmassa.

Utskottsmassatornet har en maximalkapacitet på 2500 m³. Ett diagram skapades över totala mängden utskottsmassa som samtidigt lagrats i torn fyra och utskottsmassatornet (Figur 5.12).



Figur 5.12 Total volym utskottsmassa i utskottstorn och sulfatmassatorn 4 (augusti 2004 till juni 2005).

Under den undersökta perioden (augusti 2004 till juni 2005) har det endast inträffat fyra gånger att den sammanlagda volymen utskottsmassa i utskottstornet och sulfatmassatorn fyra legat över 2500 m³. Behovet av att lagra utskottsmassa i sulfatmassatorn fyra uppstår alltså väldigt sällan. Det bör därför vara motiverat att istället utnyttja sulfatmassatorn fyra till sulfatmassa då det behovet är större. En genomsnittligt högre sulfatmassabuffert bör minska de problem som uppstår i produktion kopplat till sulfatmassabrist. Skulle man välja att återigen utnyttja det befintliga sulfatmassatornet för sulfatmassa istället för utskottsmassa så bör man ta fram en åtgärdsplan när utskottsmassan når kritiska nivåer så att utskottsmassan inte svämmer över.

5.4 Improve

Följande steg genomfördes i Improve-fasen enligt den modell för Six Sigma metodiken som beskrivits i teoriavsnittet.

- Skapa förbättringsförslag
- Beräkna alternativens lönsamhet

5.4.1 Åtgärdspaket kopplat till produktionsplanering

För att komma tillrätta med problem med sulfatmassabrist och oplanerade omställningar rekommenderas följande åtgärder.

- ❑ *Ny produktionscykel.* Genom att införa en ny produktionscykel enligt analyskapitlet kommer balansen mellan sulfatmassaöverskott och –underskott bli bättre. Massanivåerna kommer att ligga på en jämnare nivå och det bör skapas mindre problem med sulfatmassabrist. Produktionscykeln bör både sänka kostnader för oplanerade omställningar på grund av sulfatmassabrist men även för de planerade omställningarna då sammanlagda ytviktsförändringen sjunker från 202 till 172 g/m² (beräknat från början av en produktionscykel till början av nästa).
- ❑ *Utnyttja större sulfatmassabuffert.* Även om en ny produktionsplan tas i bruk kommer det krävas att man utnyttjar större sulfatmassabuffert för att minimera risken för att få slut på sulfatmassa och därmed tvingas till oplanerade omställningar. Därför bör sulfatmassatorn fyra utnyttjas för sulfatmassa istället för utskottsmassa. Här behöver man dock ta fram en handlingsplan för att undvika att utskottstornet överfylls.
- ❑ *Förbättrad styrning av sulfatmassatillverkning.* Genom att utnyttja den analysmodell som framtagits kan man få en bättre översikt över förändring i massanivåer. Produktionsplaneraren använder en liknande modell i dagsläget för att se hur massanivåerna förändras. Den modell som framtagits i detta examensarbete är flexibel och kan anpassas till de rådande produktionsförhållandena. Detta verktyg borde även utnyttjas av operatörer i massabruket som enklare kan se det framtida sulfatmassabehovet. För att kunna vara så flexibel som möjligt och anpassa sig till kundernas efterfrågan gäller det att bättre styra sulfatmassatillverkningen och ha framförhållning. Det är endast möjligt att i kortare perioder ligga på en förhöjd massaproduktionstakt varför det gäller att agera i tid. Ansvarig vid sulfatmassabruket och produktionsplaneraren bör därför regelbundet se över strategin för sulfatmassatillverkningen. Analysmodellen kan även användas för att med aktuella körförhållanden räkna ut riktvärden på produktionstakten för sulfatmassa.

Alternativets lönsamhet. Förslagen att införa en ny produktionscykel och bättre styra sulfatmassatillverkningen kommer inte att medföra några större kostnader att genomföra. Att utnyttja sulfatmassa torn 4 för sulfatmassa kan dock innebära vissa investeringskostnader men någon beräkning av detta har ej genomförts. Halveras antalet oplanerade omställningar minskar pappersförlusterna med 364 ton och kostnaderna med cirka 500 000 kr per år (beräknat på genomsnittligt täckningsbidrag för januari till september 2005). Kostnaden berör bara förlorat täckningsbidrag och enligt diskussionen i Define-kapitlet kring kvalitetsbristkostnader kan ytterliggare kostnader kopplas till utsorterat papper. Det bör även nämnas att besparingen troligtvis är större då beräkningen endast berör papper utsorterat för fukt-, styrke- och ytviktsfel för fyra tambourer vid en omställning. Det är troligt att fler

problem kan uppstå vid omställningar som gör att papper sorteras ut, dessutom kan det ta betydligt längre än tre tambourer på den nya kvaliteten innan man till exempel uppnått riktvärden för styrka. I projektet har det dessutom inte tagits hänsyn till att det ofta blir spets vid omställningar vilket skapar ytterliggare kostnader. Enligt den processtillförlitlighetsstatistik som finns står även massanivåerna för ett produktionsbortfall på cirka 11 ton/dygn fram till och med augusti 2005. Här finns det även en potentiell besparing men det är svårt att säga hur mycket av detta produktionsbortfall som kan förhindras med ökad sulfatmassabuffert och bättre produktionsplanering. Vidare minskar den genomsnittliga ytviktsförändringen med den nya produktionscykeln vilket ger ytterliggare en besparing. Kostnadsberäkningen som räknats fram bör alltså ses som ett minimum.

5.4.2 Åtgärds paket för förbättring av omställningar

För att identifiera lämpliga åtgärder för att minska pappersförlusterna för varje omställning genomfördes en öppen diskussion kring lämpliga förbättringsåtgärder. De som deltog vid tillfället var Olof Öhgren, Björn Lindgren, Gunnar Assarsson och författaren. Diskussionen utgick från ett träd diagram med frågeställningen ”Hur ska vi minska pappersförluster vid omställningar?” (Bilaga 15). Avgränsning gjordes till att ej beröra produktionsplaneringens påverkan på pappersförlusterna. Vidare utgick diskussionen från de identifierade problemområdena vid omställningar nämligen ytvikts- och fuktvariationer och låg styrka. En stor del av de förbättringsförslag som kom upp vid diskussionen berör förbättrade förberedelser innan omställning som operatörerna är ansvariga för. Följande åtgärds paket föreslås för att minska pappersförluster för omställningsprocessen.

- *Starta White Belt projekt för att minska pappersförluster vid omställningar.* Ett antal White Belts kommer att utbildas vid företaget. Ett passande White Belt projekt för de operatörer som arbetar vid pappersmaskinen är att minska pappersförluster vid omställningar. Projektet bör ledas av en Black Belt eller Yellow Belt. Operatörerna är förmodligen de som bäst känner till processen och vet vilka förberedelser som bör göras. Genom att engagera en eller flera operatörer per skift kan erfarenheter utbytas och ett enhetligt arbetssätt skapas. På så sätt kan det även öka kompetensen inom området. Motivationen bland operatörerna att förbättra processen kommer troligtvis också att öka då de själv är delaktiga i förbättringarna. På så sätt kommer engagemanget att bli bättre än om någon kommer och berättar för dem hur de ska sköta sitt jobb. Här kan man även identifiera eventuellt behov av utbildning.
- *Skapa mätetal för att utvärdera processens utfall.* I dagsläget finns inget mätetal som speglar hur bra en omställning är genomförd. Genom att skapa ett sådant mätetal kan man sedan följa upp eventuella förbättringar och försämringar. Ett lämpligt mätetal kan till exempel vara andel pappersförluster av bruttoproduktionen vid omställning. Målvärden bör sedan skapas för detta mätvärde.
- *Förbättrad datainsamling rörande klassning vid omställningar.* För att enklare kunna följa upp pappersförluster vid omställningar bör man införa bättre rutiner för de kontrollanter som klassar papperet. Förslagsvis ska en omställning definieras som klar när värden för styrka, fukt och ytvikt klarat börvärdena för två på varandra följande tambourer. Papper som sorteras ut innan detta men efter omställningstidpunkt bör klassas som kass på grund av produktionsomställning. Vidare anser författaren att felkoden omställning bör tas bort då den inte anger vad rotorsaken är till att papperet sorterats ut.

Alternativets lönsamhet. Dataanalysen visade att det finns en förbättringspotential på 25 % om alla skift presterar lika bra vid omställningar. Vid genomförandet av dessa förbättringsförslag borde det vara möjligt att minska utsorterat papper för fukt-, ytvikts- och styrkefel med 20 %. Det skulle i sådana fall kunna ge en minskning av utsorterat papper på cirka 754 ton papper eller cirka 1000 000 kr per år (beräknat på genomsnittligt täckningsbidrag för januari till september 2005). Enligt diskussion ovan om de andra alternativens lönsamhet bör dessa besparingar även ses som ett minimum.

5.4.3 Övriga förbättringar

Fler förbättringsförslag har under projektets gång kommit fram. Följande förslag anser författaren som intressanta och bör övervägas om de ska genomföras eller undersökas ytterligare. De åtgärdspaket som föreslagits tidigare i kapitlet bör dock prioriteras då de till låg kostnad bör ge relativt stora förbättringar.

- *Investering i flödesmätare och koncentrationsmätare innan sulfatmassatorn.* Genom att installera en flödesmätare och koncentrationsmätare innan sulfatmassatornen skulle man kunna få momentanbevakning av sulfatmassatillförseln till sulfatmassatornen. På så sätt skulle det vara enklare att förutspå hur massanivåerna förändras. Ytterligare en fördel är att man skulle kunna följa upp exakt hur mycket fiber som tillverkas och få kontroll på "fiberutbytet" i massabruket. Det är dock tveksamhet om fördelarna med detta överväger investeringskostnaden. Det är svårt att beräkna eller uppskatta om denna investering skulle ge ytterligare kostnadsbesparingar.
- *Ökad fiberkoncentration i sulfatmassatorn.* Genom att öka fiberkoncentrationen i sulfatmassatornen kommer nivåerna i massatornen inte stiga lika fort då sulfatmassan i tornen kommer att innehålla mer fiber och mindre vatten. Ett sådant projekt bedrivs redan av Björn Lindgren.

5.5 Control

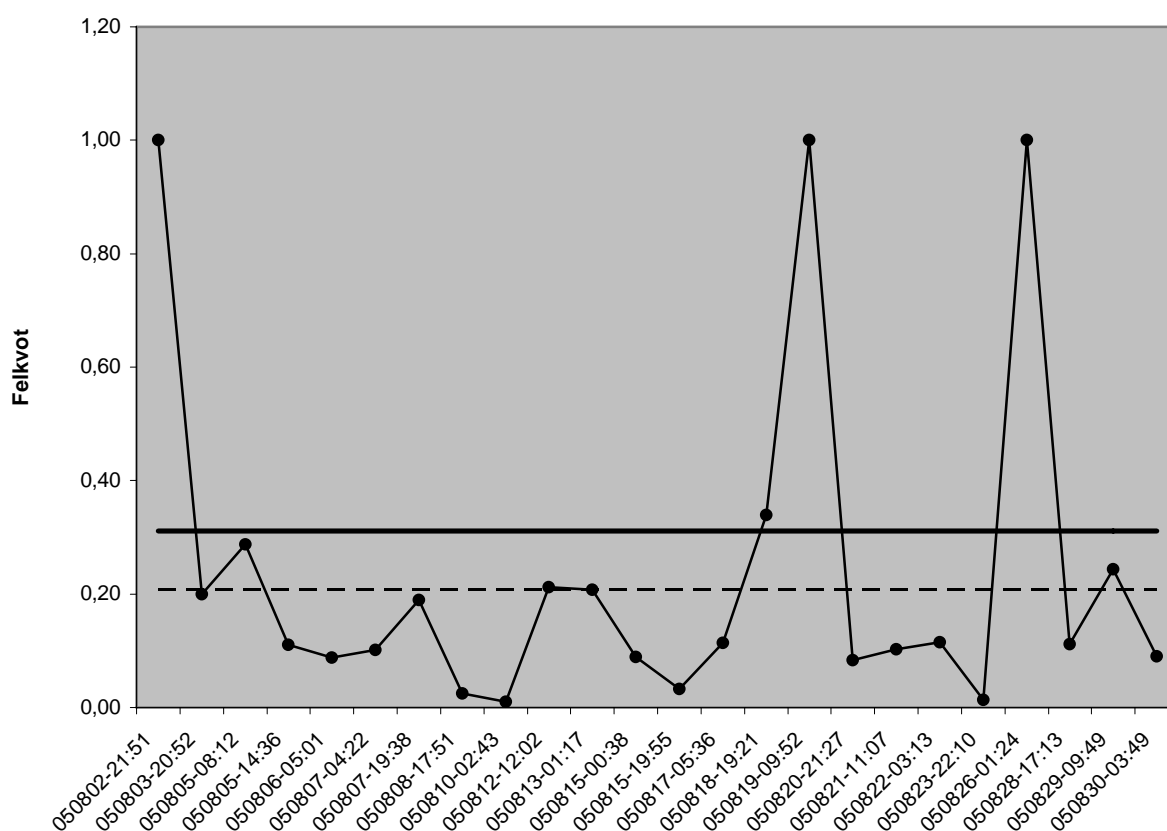
Följande steg som ingår i Control-fasen enligt den modell för Sex Sigma metodiken som beskrivits i teoriavsnittet har ej genomförts. Det beror på att det inte rymts inom tidsramen för projektet. Förslag till hur dessa punkter kan genomföras ges dock i detta kapitel.

- Verifiera planerade förbättringar av Y
- Beräkna kostnadsbesparing
- Förankra och dokumentera
- Kommunicera och visualisera uppnådda resultat

5.5.1 Styrdiagram för uppföljning av pappersförluster vid omställningar

Ett av förslagen i Improve-fasen är att införa ett måtetal för att enkelt kunna följa upp utvecklingen av förbättringar och försämringar av omställningsprocessen och mängden utsorterat papper. Förslagsvis bör en felkvot beräknas för varje omställning. Felkvoten baserar sig på antal ton utsorterat papper (för fukt-, styrke- och ytviktsfel) dividerat med bruttoproduktionen. Vidare så definieras en omställning som tidigare påbörjad en tambour innan start av omställningssystem och klar tre tambourer efter. Det bör övervägas om ett styrdiagram med styrgränser för alla omställningar skapas eller ett för varje enskild omställningstyp. Som förslag har ett styrdiagram för alla omställningar tagits fram. Problemet är att vissa omställningar är mer problematiska och då får en genomsnittligt större felkvot. På

så sätt blir styrgränserna vida. Det skulle även vara möjligt att både ta fram ett styrdiagram för varje enskild omställningstyp och ett övergripande. Till en början övervägdes att skapa ett styrdiagram med varierande styrgränser för varje omställning då felkvoten kan skilja sig på grund av omställningstyp och varierande bruttoproduktion. Det visade sig dock att de framräknade styrgränserna låg på en relativt konstant nivå. Därför så fanns det ingen anledning till att ha varierade styrgränser. Fördelen med konstanta styrgränser är dessutom att styrdiagrammet blir lättare att tolka för operatörerna. De omställningar som leder till spets plottas med felkvoten 1. Det beror på att författaren dels ser spets som ett allvarligt fel då det leder till stillestånd i produktionen med medföljande kostnader, dessutom blir ofta pappersförlusterna högre och det skapar även problem med datainsamlingen ur databaserna. De omställningar där det varit spets har inte legat till grund för beräkning av styrgränser. Ett exempel på styrdiagram för augusti 2005 har tagits fram (Figur 5.13).



Figur 5.13 Styrdiagram för omställningar med felkvot för varje omställning plottad för augusti 2005. En felkvot på 0,2 innebär att 20 % av bruttoproduktionen sorterats ut vid omställningen från sista tambouren på föregående kvalitet till tredje tambouren på den nya kvaliteten.

I styrdiagrammet har medlet av felkvoten använts för beräkning av centrallinje och styrgränser. Vid genomförandet av föreslagna förbättringsåtgärder föreslår författaren att man istället väljer att sätta ett målvärde för felkvoten så att man på så sätt kanske kan styra mot en minskning av pappersförluster vid omställningar. Problemet med detta styrdiagram är att om kontrollanterna inte klassar papperet rätt kommer styrdiagrammet bli missvisande. Om papper vid omställning som ska klassas som fukt-, ytvikts- eller styrkefel klassas som något annat

kommer det se ut som att omställningen har låg felkvot. Eftersom det identifierats brister i klassningssystemet bör man kanske istället överväga att konstruera ett styrdiagram för alla pappersförluster vid omställningar. Styrdiagrammet som presenteras ska ses som ett fas ett styrdiagram vilket betyder att punkter som ligger utanför styrgränserna ska undersökas om de har någon speciell orsak, om punkterna har det ska de uteslutas från beräkning av styrgränser och nya styrgränser ska räknas ut. Det gäller dock inte de punkter som har andel fel lika med ett vilka redan uteslutits från beräkningen. Fas två blir då att implementera styrdiagrammet och övervaka processen.

5.5.2 Införande av system för uppföljning av oplanerade omställningar

Utan att föra statistik på oplanerade omställningar och orsaker till dessa blir det svårt att identifiera de största orsakerna till detta problem och sedan genomföra lämpliga åtgärder för att komma tillrätta med detta problem. Dessutom blir det svårt att exakt uppskatta storleken av detta problem. Vidare blir det även svårt att följa upp om förändringar i produktionscykeln skett till det bättre eller sämre. Förslagsvis ska oplanerade omställningar rapporteras i det affärssystem som används vid företaget (SAP). I SAP systemet fylls det redan i när en omställning genomförts och det vore då inget problem att även registrera om omställningen ej varit planerad och orsaken till detta.

6 Utvärdering av implementeringsarbetet för Sex Sigma vid SCA Obbola

Kapitlet är en utvärdering av implementeringsarbetet av Sex Sigma vid SCA Obbola. Förslag utifrån utvärderingen ges även för det fortsatta implementeringsarbetet.

6.1 Utvärdering av implementeringsarbetet

För att utvärdera implementeringsarbetet av Sex Sigma vid SCA Obbola kopplas de erfarenheter av SCA Obbolas implementeringsarbete som författaren erhållit under examensarbetets gång till de teorier kring Sex Sigma som beskrivits i teorikapitlet. Utvärderingen bygger på intervjuer av Per Strand, Mats Backeström, Olof Öhgren och Björn Lindgren utförda i slutet av examensarbetet. Utvärdering av SCA Obbolas implementering av Sex Sigma kopplas till implementeringsstrategi, implementeringsmodellen och de elva framgångsfaktorerna.

Sex Sigma har i SCA Obbola implementerats som ett förbättringsprogram snarare än en komplett företagsstrategi (Strand, 2005). Som nämnts i inledningen kommer initiativet till Sex Sigma från koncernledningen och är en del av SCA:s nya strategi att bli mer kostnadseffektiva. Den största satsningen sker vid teknikavdelningen där två Black Belts och fyra Yellow Belts utbildats.

Implementering av Sex Sigma vid SCA Obbola har inte riktigt följt den implementeringsmodell som förespråkas i teorin. Att implementera Sex Sigma är inte något som växt fram genom att ledningen sett ett behov för just Sex Sigma. Initiativet har alltså inte börjat med en övertygad företagsledare till Sex Sigma utan initiativet har kommit från koncernledningen. Ett behov vid företaget att införa ett systematiskt arbetssätt har dock tidigare identifierats av ledningen (Backeström & Strand, 2005). Sex Sigma ses därför som ett intressant koncept för att genomföra en förändring av organisationens arbetssätt vilket även betyder att det finns en drivkraft till förändring (Backeström, 2005). Hela ledningsgruppen introducerades till Sex Sigma efter att de Black Belts som utbildats vid företaget genomfört en del av sin utbildning (Öhgren, 2005). Ledningsgruppen har alltså kommit in i Sex Sigma arbetet i ett senare stadie än modellen förespråkar. Någon tydlig och nedskrivna implementeringsplan för Sex Sigma finns heller inte vid företaget enligt författarens uppfattning. Implementeringsarbetet började till stor del med utbildning av Black Belts. Vid examensarbetets slutförande hade Black Beltsen avslutat sina första projekt och Yellow Beltsen påbörjat sina projekt. SCA Obbola befann sig alltså då på steget första resultaten i implementeringsmodellen.

Den viktigaste framgångsfaktorn för Sex Sigma är ledningens delaktighet och engagemang. Eftersom beslutet att införa Sex Sigma kommit från koncernledningen finns en risk att ledningens engagemang för Sex Sigma inte är lika stort som om beslutet växt fram internt i organisationen. Eftersom ledningen fungerar som förebild för verksamheten finns det en risk att bristande delaktighet och engagemang från ledningens sida leder till att Sex Sigma initiativet ifrågasätts och drivkraft går förlorad. De som utbildas vid företaget kommer inte lika starkt att tro på Sex Sigma som ett effektivt verktyg för förbättringar. Vid SCA Obbola har utvalda personer utbildats vid flera avdelningar inom företaget. Det gäller då att även cheferna vid dessa avdelningar är engagerade i Sex Sigma arbetet. I Sex Sigma ses dessa

avdelningschefer som projekt sponsorer för de Sex Sigma projekt som genomförs. Projekt sponsorerarna är ansvariga för att tilldela tid och resurser till projekten. Om avdelningscheferna inte engagerar sig i Sex Sigma arbetet finns det en risk att Sex Sigma projekten inte får den tid och resurser som behövs. Därför är det viktigt att hela ledningsgruppen är inställd på att Sex Sigma konceptet bör utnyttjas. Ledningens engagemang bör även kommuniceras i hela organisationen. En artikel i den interna företagstidningen har publicerats skriven av de Black Belts som utbildats vid företaget. Ytterligare en artikel skulle till exempel kunna presenteras där ledningen beskriver bakgrund, syfte och mål med att införa Sex Sigma i organisationen. Även om det enligt teorin inte krävs lika stort engagemang och delaktighet från ledningen vid implementering av Sex Sigma som ett förbättringsprogram bör det finnas en förbättringspotential. Genom tydligare delaktighet och engagemang från ledningen skapas bättre förutsättningar för en lyckad implementering.

Den näst viktigaste framgångsfaktorn för Sex Sigma är förståelsen för Sex Sigma metodologin, dess verktyg och tekniker och den tionde viktigaste är utbildning. SCA Obbola har anlitat en erfaren konsult inom Sex Sigma för utbildning av Black Belts och Yellow Belts. Författaren har under examensarbetets gång även tagit del av det utbildningsmaterial som Black Belts och Yellow Belts erhållit. Utbildningsmaterialet är väl genomarbetat och bör ge goda förutsättningar för personalen att få en god förståelse i Sex Sigma. Vid framtida utbildning inom SCA Obbola bör det säkras att utbildningen anpassas till de behov som finns inom organisationen. Det är även bra om SCA Obbola i framtiden kan bli självförsörjande när det gäller utbildning av personal. På så sätt säkras att alla medarbetare får samma utbildningsmaterial och att medarbetarna även kan utbildas när det finns ett behov.

Nästa framgångsfaktor för Sex Sigma är koppling mellan Sex Sigma och företagsstrategin. SCA Obbola har under 2005 etablerat en kostnadssänkande strategi vilket gör det enkelt att koppla ihop Sex Sigma till denna strategi. Det kan dock ifrågasättas hur stort utrymme Sex Sigma fått i denna strategi. Sex Sigma har lanserats som ett förbättringsprogram och några speciella mål för detta förbättringsprogram har inte tagits fram (Strand, 2005) Alltså har inte så stort fokus lagts på vilka besparingar som Sex Sigma ska leda till. Cirka 10 % av de besparingar som ska genomföras ska komma från förbättringsåtgärder (exempelvis Sex Sigma projekt) men om det kopplas till Sex Sigma eller inte är mindre viktigt (Strand, 2005). Implementeringen av Sex Sigma befinner sig i startgroparna och har introducerats i ett skede då organisationen genomgår kraftiga besparingar vilket bidrar till att fokuset på Sex Sigma kanske inte är så stort. Då Sex Sigma är en resultatorienterad förbättringsmetodologi bör Sex Sigma i framtiden kopplas tydligare till den kostnadssänkande strategin vid företaget. Genom att skapa mål och etablera en tydligare koppling mellan Sex Sigma och företagsstrategin tror författaren att chanserna ökar för att arbetsmetodiken utnyttjas i företaget.

Koppla Sex Sigma till kunderna är den fjärde viktigaste framgångsfaktorn. Vid SCA Obbola är kundcentreringen inte så stor enligt författarens uppfattning. Vid företaget bedrivs ingen större produktutveckling av liner utan fokus läggs istället på produktionsutveckling vilket förmodligen bidragit till att kundcentrering inte varit lika viktig. Sex Sigma bör dock kunna föra med sig något positivt då Sex Sigma trycker på att projekten ska kopplas till kunderna. På så sätt kan kundmedvetenheten öka.

Nästa framgångsfaktor som identifierats som viktig är val av projekt. De Black Belt projekt som valts berör minskning av oplanerad stopptid och ökning av styrkan på sulfatmassan.

Detta är projekt som författaren anser är väl valda kopplat till affärsmässighet och genomförbarhet, när det kommer till organisatorisk påverkan är det svårare för författaren att avgöra lämpligheten i projekten. De Yellow Belt projekt som kommer att startas bör även de vara väl valda utifrån dessa kriterier. Här är det kanske viktigare att det läggs mer vikt på genomförbarhet så att projekten ganska fort kan avslutas och de första resultaten erhållas. På så sätt skapas en tro på att Sex Sigma är en bra metodologi som leder till resultat. Klara riktlinjer för val av projekt bör utarbetas inom företaget för framtida Sex Sigma projekt.

Organisatorisk infrastruktur är den sjätte viktigaste framgångsfaktorn för Sex Sigma. Vid SCA Obbola har man valt att inte göra några organisationsförändringar för Sex Sigma (Backeström, 2005). I dagsläget bedriver teknikavdelningen den största delen av implementeringsarbetet och de Black Belts som utbildats ska fungera som en resurs för de Sex Sigma projekt som bedrivs i organisationen (ibid). Förslagsvis kan en organisationsplan tas fram för Sex Sigma för att tydliggöra vilka roller och ansvar som finns.

Efter organisatorisk infrastruktur krävs en förändring av organisationens kultur för framgångsrik implementering av Sex Sigma. Eftersom man vid SCA Obbola snarare ser Sex Sigma som ett förbättringsprogram än en företagsstrategi är kulturförändringarna i organisationen inte lika kraftiga. Författaren ser ett potentiellt problem att Sex Sigma kan ses som något krångligt och om tidiga resultat inte erhålls och kopplas till Sex Sigma kan motivationen för att utnyttja Sex Sigma som arbetsmetodologi minska. Det finns då en risk att man går tillbaka och gör som man alltid gjort utan att utnyttja fördelarna med Sex Sigma som metodologi. För att bättre lyckas med den kulturförändring ledningen är intresserad av tror författaren att fokuset på Sex Sigma bör ökas i företaget. I dagsläget anpassas Sex Sigma till den befintliga organisationen och får ett begränsat utrymme i det dagliga arbetet. Genom att tydligare lyfta fram Sex Sigma som förbättringsprogram genom ökad kommunikation bör det finnas bättre chanser till framgångsrik kulturförändring.

Projektledningsegenskaper är nästa framgångsfaktor för Sex Sigma. Det är svårt för författaren att bedöma de utbildade Black Beltsen och Yellow Beltsens projektledaregenskaper men det bör tas hänsyn till vid utbildning av fler personer i dessa roller. Framförallt vid valet av personer som ska bli Black Belt.

Koppla Sex Sigma till leverantörer är den nionde framgångsfaktorn. Efter att man vid SCA Obbola fullständigt implementerat Sex Sigma och sett de första resultaten kan det vara intressant att ta med sina leverantörer i detta arbete.

Den sista framgångsfaktorn är att koppla Sex Sigma till de anställda. I dagsläget finns det inga direkta planer för att belöna framgångsrika projekt. Det bör övervägas om projekt som är framgångsrika ska belönas på något sätt, detta för att gynna önskat beteende och resultat. Det behöver inte nödvändigtvis vara monetära belöningar utan kan vara av annan karaktär. Till exempel kan framgångsrika projekt lyftas fram i den interna företagstidningen för att skapa ett bättre fokus på Sex Sigma. Författaren anser att det förmodligen är bättre att belöna hela projektgrupper än individer. Det bör även övervägas om rollerna inom Sex Sigma ska kopplas till lönesystemet. Det kan då till exempel sättas krav på hur många projekt en Black Belt eller Yellow Belt ska genomföra per år för att behålla titeln.

6.2 Förslag till fortsatt implementeringsarbete

För att lyfta fram Sex Sigma som förbättringsprogram inom SCA Obbola bör hela ledningsgruppen vara mer delaktig i implementeringsarbetet. Genom att ta fram konkreta mål, kommunicera dessa och trycka på fördelarna som Sex Sigma kan föra med sig för SCA Obbola bör bättre resultat av implementeringsarbetet erhållas. Följande förslag bör genomföras i det fortsatta implementeringsarbetet.

- *Skapa övergripande mål för förbättringsprogrammet Sex Sigma.* För ett effektivare arbete med Sex Sigma bör klara målsättningar sättas för programmet som helhet. Målsättningen bör innefatta antalet projektavslut och kostnadsbesparing per år. Dessa mål bör sedan brytas ned för Black Belts och Yellow Belts, hur många projekt de förväntas avsluta per år och vilken kostnadsbesparing de ska generera. Detta för att de anställda vet vad de ska jobba mot. Med en tydligare målsättning kommer de anställda veta vad de ska jobba emot och förmodligen ett bättre resultat erhållas. Följs kostnadsbesparingarna sedan upp och kopplas till Sex Sigma bör en större tro skapas till att Sex Sigma är ett bra arbetssätt i övriga delar av företaget. Målsättningen bör tas fram gemensamt i ledningsgruppen.
- *Skapa mätetal och mål för Sex Sigma på process och projektnivå.* Efter att de första resultaten erhållits är nästa steg i implementeringsmodellen att värdera prestanda för företagets processer, skapa målsättningar och krav på resultat. Viktiga kvalitetsfaktorer bör identifieras och mätas, dessa kan till exempel vara pappersförluster, utbyte etcetera. Dessa mätetal finns självklart delvis redan i företaget men en revidering av dessa bör göras för att utvärdera behov av eventuella förändringar i befintliga mätetal, framtagandet av nya mätetal och anpassning av dessa till Sex Sigma. Mätetalen bör vara viktiga kvalitetsfaktorer som man inom företaget vill förbättra. Målsättning för förbättring av dessa mätetal och koppling till kostnadsbesparingar bör skapas. Sex Sigma projekten som Black Belts och Yellow Belts driver bör sedan inriktas på att förbättra dessa mätetal. På detta sätt bör en ökad förståelse inom företagets skapas för vad som är viktigt att förbättra och syftet med Sex Sigma som förbättringsprogram. Ett större fokus på resultat som är en central del i Sex Sigma bör på så sätt skapas.
- *Ta fram riktlinjer för val av projekt.* Riktlinjer bör tas fram för hur Sex Sigma projekt ska väljas. Viktigt är att projekten ska vara fokuserade på kostnadsbesparingar och minskad variation. Riktlinjerna kan förslagsvis baseras på de kriterier som nämnts i teorikapitlet. Riktlinjerna bör även vara kopplade till de målsättningar som nämnts ovan.

7 Slutsatser

Kapitlet beskriver de resultat och slutsatser som dragits vid utförandet av Sex Sigma projektet och utvärdering av implementering av Sex Sigma vid SCA Obbola.

Författaren anser att Sex Sigma metodiken DMAIC har varit till god hjälp vid genomförandet av Sex Sigma projektet. En klar fördel med DMAIC cykeln är att mindre tid behöver läggas på planering av projektet. DMAIC cykeln hjälper även till att hålla fokus på det som är viktigt i projektet så att rätt saker genomförs. De verktyg som använts under projektets gång och som även ingår i Sex Sigma är bra hjälpmedel i de olika faserna för att enkelt och tydligt ta fram och presentera viktig information i respektive steg i DMAIC cykeln. Genom att utnyttja det informationsdrivna och faktabaserade tankesättet i Sex Sigma har brister i företagets produktionscykel och hantering av omställningar kunnat påvisas. Vidare har även den faktabaserade dataanalysen gett god grund till de förbättringsförslag som tagits fram. De förbättringsförslag som föreslås är:

- Ny produktionscykel
- Utnyttjande av större sulfatmassabuffert
- Förbättrad styrning av sulfatmassatillverkning
- Starta White Belt projekt för att minska pappersförluster vid omställningar
- Skapa mätetal för att utvärdera processens utfall
- Förbättrad datainsamling rörande klassningar vid omställningar

Genomdrivs de förbättringsförslag som presenterats bör pappersförluster vid omställningar kunna minskas. Det är dock viktigt att följa upp detta på ett bra sätt så att återkoppling kan ske. Dessa förbättringsåtgärder ger en uppskattad kostnadsbesparing på 1 500 000 kr årligen.

Utvärdering av Sex Sigma implementeringen visar på en del brister i implementeringsarbetet. Sex Sigma har fått ett begränsat utrymme som förbättringsprogram i företaget. Genom att lyfta upp fördelarna med Sex Sigma, skapa tydliga mål för förbättringsprogrammet och kommunicera dessa bör ett bättre resultat erhållas. Genom ett ökat engagemang från ledningen kommer Sex Sigma initiativet ges bättre förutsättningar för att bli framgångsrikt. På så sätt kan fördelarna med det systematiska arbetssätt som Sex Sigma är utnyttjas bättre. Eftersom det vid SCA Obbola finns en stor mängd produktionsstatistik finns det förutsättningar för att utnyttja det faktabaserade tankesättet inom Sex Sigma. På grund av de råvaror som används i papperstillverkningsprocessen av sin natur har stor variation är dessa svåra att kontrollera. Sex Sigmas fokus på variation bör dock medföra utökad kunskap om denna variation. De verktyg inom Sex Sigma som används för att övervaka variation bör även vara användbara. Med ett ökat resultatfokus inriktat på att minska variationen i företagets processer bör Sex Sigma som förbättringsprogram ge goda resultat

8 Diskussion

Kapitlet diskuterar examensarbetets resultat, värderar de använda metoderna och utvärderar dess validitet och reliabilitet. Förslag till fortsatt arbete presenteras även.

8.1 Projektets resultat

Resultatet av projektet visar på klara förbättringsmöjligheter vid förändring av produktionsplaneringen och förbättring av hur arbetet vid omställningar utförs. Målet som sattes att spara 1,58 miljoner kronor har uppfyllts men de kostnadsbesparingar som uppskattats bör ses som ett minimum. Beräkningarna tar inte hänsyn till att många omställningar resulterar i banbrott vilket resulterar i tidbortfall och ökade pappersförluster. De tar även bara hänsyn till fukt-, ytvikts- och styrkefel vid omställningar. Vid insamling av data visade det sig till exempel att det ofta sker banbrott vid rullmaskinen första tambouren efter omställning vilket är ytterliggare en kostnad. Vidare skulle kostnadsanalysen breddas med kostnader för återvinning av papper, direkt lönekostnad för merarbete vid oplanerade omställningar etcetera. Kostnadsbesparingen har beräknats som förlorat täckningsbidrag vilket endast kan ses som en kostnad då allt producerat papper går att sälja. Vid fluktuerande försäljningspriser varierar dessutom täckningsbidraget vilket gör att kostnadsuppskattningen inte blir helt rättvisande. Det finns även en reservation när det gäller antalet oplanerade omställningar som genomförts. Vid datainsamlingen är det möjligt att någon omställning missats då data samlats in manuellt. Men det bör ändå ge en relativt bra uppskattning av hur många de är. Vid kostnadsberäkningen har det även antagits hur många oplanerade omställningar som beror på sulfatmassabrist då det inte fanns någon statistik på detta. Utvärderingen av implementeringsarbetet för Sex Sigma bör inte ses som fullständig, eftersom författaren inte aktivt deltagit i implementeringsarbetet så är inblicken begränsad. Genom att intervjua de inblandade bör dock en relativt god bild över arbetet ha skapats.

Generaliserbarheten för projektets resultat bör vara ganska god för ett liknande pappersbruk där sulfatmassatillverkningen är en flaskhals. Genom att anpassa talen för sulfatmassatillverkning, -förbrukning, sulfatmassabuffert och de tillverkningsvolymerna som gäller bör det vara möjligt att ta fram en produktionscykel för pappersbruket. Även generaliserbarheten för de orsaker till pappersförluster vid omställningar som identifierats bör vara liknande för andra pappersbruk.

8.2 Metodvärdering

De metoder som använts under projektets gång har varit effektiva för att lyfta fram de problemområden som finns kring omställningar. De har även varit till hjälp vid framtagandet av förbättringsåtgärder. Ett antal mer avancerade verktyg för dataanalys användes för att försöka analysera data, bland annat linjär regression, variansanalys, kovariansanalys och korrelationsanalyser. Problemet var att underliggande data visade på hög variation vilket medförde att det var svårt att dra korrekta slutsatser med dessa metoder. Det var även problematiskt då det fanns både en kategorisk och en kontinuerlig variabel. Ett annat problem var att data för omställningar var insamlad under en lång tidsperiod. Eftersom papperstillverkningsprocessen är så variationsrik gör det att förhållandena vid de olika omställningarna kan vara vitt skilda. Att mäta alla de parametrar som påverkar omställningarna är dessutom svårt, speciellt utan bra processkunskap. Vidare antar vissa av verktygen att data ska vara slumpmässigt insamlad vilket faller då de flesta omställningar

genomförs enligt ett visst mönster som följer produktionsplanen. De verktyg som använts räcker dock för att med dataanalysen som hjälp ta fram förbättringsåtgärder baserade på rätt grunder.

8.3 Validitet och reliabilitet

Validiteten i examensarbetet har kunnat förbättras då författaren arbetat vid rullmaskinen sommaren året innan examensarbetets bedrevs. På så sätt fanns en medvetenhet om de möjliga brister som finns för klassningen av pappersförlusterna. Vilket har tagits hänsyn till i dataanalysen. Validiteten i klassningen av papper diskuterades även med Björn Lindgren. Författaren har genom hjälp av Annica Wilhelmsson tagit del av de databaser med produktionsstatistik som finns vid företaget. Genom att sedan själv hämta data ur dessa databaser har författaren säkrat att rätt data för rätt syfte kunnat samlas in. De mätetal som ligger till grund för analysen av produktionscykeln har jämförts med teoretiska värden för att kontrollera att talen inte avviker för mycket. Sulfatmassatillverkningens utfall har jämförts med budget. Genomsnittlig sulfatmassaförbrukning har jämförts med de teoretiska värden som gäller för de produktionshastigheter som använts i modellen (riktvärden för andel sulfatmassa för respektive produkt finns vid företaget). Vidare har genomsnittlig produktionshastighet jämförts med de målvärden som finns för att se om de genomsnittliga värdena avviker. Genom att blanda in personer med olika kompetensområden bör validiteten för den insamlade kvalitativa data vara god. För att öka validiteten ytterligare borde operatörer från pappersbruket ha engagerats i arbetet. På så sätt kanske några fler aspekter kommit fram som berör omställningar. Reliabiliteten för den data som samlats in bör anses som god. De brister som kan identifieras är uppskattningen av sulfatmassatillverkning i analysmodellen. Eftersom det inte finns någon studie på exakt hur mycket fiber som erhålls vid sulfatmassaproduktion finns det här en potentiell felfaktor. Reliabiliteten för det klassade papperet kan diskuteras då brister påvisats vid datainsamling. Men det är svårt att se rimliga förbättringsåtgärder som kunnat vidtas då det inte var aktuellt med egen datainsamling under en begränsad tidsperiod som på så sätt kunde ha varit mer kontrollerad.

8.4 Förslag till fortsatt arbete

- *Införa styrdiagram i produktionen.* För att kunna följa upp viktiga kvalitetsfaktorer som identifieras bör man införa styrdiagram för dessa för att bekämpa variation och lättare kunna följa upp förbättringar.
- *Benchmarking av andra pappersbruk.* Inom koncernen skulle man kunna jämföra hur man hanterar omställningar, vilka metoder och system som används.
- *Skapa en onlinemodell för bevakning av massanivå.* Det bör vara möjligt att genom att utnyttja befintlig mätutrustning och komplettera den skapa en automatiskt uppdaterad prognos för sulfatmassanivåerna utifrån de aktuella produktionsförhållandena. Med analysmodellen som framtagits i detta projekt som grund.
- *Beräkna kvalitetsbristkostnader.* För att få en annan bild av de kostnader som finns i fabriken föreslås att man tar in en examensarbetare som kan beräkna kvalitetsbristkostnader för ett lämpligt avsnitt av fabriken. På så sätt kan man få en vidgad bild av de kostnader som finns och ett bättre underlag för kostnadsänkande investeringar. Examensarbetaren kan till exempel tas från Luleå tekniska universitet med examensavslutning inom kvalitetsutveckling.

- *Utvärdera det befintliga omställningssystemet.* Det bör vara intressant att undersöka hur väl det automatiska omställningssystemet presterar i dagsläget. På så sätt kan det förbättras eller alternativt andra system utvärderas.

9 Referenser

9.1 Litteratur

Bergman, B., Klefsjö, B. (2001). *Kvalitet från behov till användning*. Studentlitteratur: Lund. ISBN: 91-44-01917-3.

Bell, J. (2000). *Introduktion till forskningsmetodik*. Studentlitteratur. Lund. ISBN: 91-44-37631-6.

Ejvegård, R. (2003). *Vetenskaplig metod*. Studentlitteratur. Lund. ISBN: 91-44-02763-X

Eriksson, L.T., Wiedersheim-Paul, F. (1997). *Att forska utreda och rapportera*. Liber Ekonomi, Malmö. ISBN: 91-47-04023-8.

Foster, S.T. (2003). *Managing Quality an integrative approach*. Prentice-Hall inc. Upper Sadle River, New Jersey. ISBN: 0-13-123018-2.

Graziano, M. A., Raulin, L. M. (2000). *Research Methods – A Process of Inquiry*. Allyn & Bacon, Boston. ISBN: 0-321-04993-4.

Klefsjö, B., Eliasson, H., Kennerfalk, L., Lundbäck, A., Sandström, M. (1999). *De sju ledningsverktygen*. Studentlitteratur: Lund. ISBN: 91-44-00607-1.

Magnusson, K., Kroslid, D., Bergman, B. (2003). *Six Sigma – The Pragmatic Approach*. Studentlitteratur: Lund. ISBN: 91-44-02803-2.

Montgomery, D.C. (2005). *Introduction to statistical quality control*. Wiley: Hoboken, New Jersey. ISBN: 0-471-65631-3.

Pande, P.S., Neumann, R.P., Cavanagh, R.R. (2002). *The Six Sigma Way – Team Fieldbook*, McGraw-Hill, New York, NY. ISBN: 0-07-143149-7.

Persson, K.E. (1996). *Papperstillverkning*. Skogsindustrins Utbildning i Markaryd AB: Markaryd. ISBN: 91-7322-190-2.

Sörqvist, L. (2001). *Kvalitetsbristkostnader – ett hjälpmedel för verksamhetsutveckling*. Studentlitteratur: Lund. ISBN: 91-44-01914-9

9.2 Tidskriftsartiklar

Antony, J., Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring Business Excellence*, 6(4), 20-27.

Caulcutt, R. (2001). Why is Six Sigma so successful? *Journal of Applied Statistics*, 28, 301-306

Goh, T.N., Xie, M. (2004). Improving on the six sigma paradigm. *The TQM Magazine*, 16(4)

Klefsjö, B., Wikman H., Edgeman, R. L. (2001). Six Sigma seen as a methodology for total quality management. *Measuring Business Excellence*, 5(1), 31-35

Sandholm, L., Sörqvist, L. (2002). 12 Requirements for Six Sigma success. *Six Sigma Forum Magazine*, 4, 17-22

9.3 Internetkällor

Nationencyklopedin. (2005a). *Kvalitet*. Hämtat 2005-06-09 från <http://www.ne.se>

Nationencyklopedin. (2005b) *Brainstorming*. Hämtat 2005-07-21 från <http://www.ne.se>

Svenska Akademiens Ordbok (2005). *Kvalitet*. Hämtat 2005-06-09 från <http://g3.spraakdata.gu.se/saob/>

9.4 Övriga tryckta källor

SCA. (2004). SCA årsredovisning 2004

SCA. (2005a). Internt presentationsmaterial över fabriken

SCA. (2005b). Nordic Impact Update – February 2005

SCA. (2005c). Verksamhetsbeskrivning fiberlinjen

9.5 Personlig kommunikation

Arvidsson, Kent. marknadsassistent, distributionsplanerare. (2005)

Assarsson, Gunnar. driftingenjör. (2005)

Backeström, Mats. teknik chef. (2005)

Forsman, Henrik. biträdande logistikchef. (2005)

Lindgren, Björn. driftingenjör. (2005)

Sehlin, Gunnar. drifttekniker. (2005)

Selin, Esbjörn. driftchef pappersbruk. (2005)

Strand, Per. VD. (2005)

Wahlberg, Martin. processingenjör. (2005)

Wilhelmsson, Annica. produktioningenjör. (2005)

Öhgren, Olof. driftingenjör. (2005)

Befintlig produktionscykel

Ytvikt (g/m ²)	Kvalitet	Kapacitet (ton)
125	Kraftliner	1350
100	Kraftliner	500
115	Kraftliner	700
100	Eurokraft	300
125	Eurokraft	1400
140	Eurokraft	3100
140	Kraftliner	3000
175	Kraftliner	2800
180	Eurokraft	1500
186	Kraftliner	1200
165	Eurokraft	700

Beställda tillverkningsvolymerna anpassas så att produktionscykeln tar cirka två veckor att köra igenom. Alla produkter körs bara en gång i produktionscykeln. Kapaciteten är endast ett riktvärde för huvudkontoret i Bryssel som tilldelar tillverkningsvolymerna.

SIPOC

Supplier

Produktionsplan från produktionsplaneringen

Input

Nuvarande produkt

- Eurokraft eller Kraftliner
- Ytvikt

Ny produkt som ska tillverkas

- Eurokraft eller Kraftliner
- Ytvikt

Process

Operatör matar in ny produkt i produktionsomställningsmenyn i styrsystemet.

- Nya börvärden för ytvikt, fukt, hastighet och skiktvtikt för topp och botten erhålls.

Operatören kan förbereda en omställning manuellt innan automatiskt omställningssystem startas, dessa förberedelser beror på vilken omställning som genomförs.

- Ny kvalitet Eurokraft till Kraftliner
 - Starta flöde över kvarn för bottenskikt cirka en tambour innan omställning. Man vill undvika att starta kvarnen för tidigt eftersom bättre papper tillverkas och kostnaderna stiger.
 - Anpassa hastigheten för nya torkförhållanden. Kraftliner är svårare att torka, hastigheten kan sänkas för att öka torkkapaciteten vid behov.
- Ny kvalitet Kraftliner till Eurokraft
 - Anpassa hastigheten för nya torkförhållanden. Eurokraft lättare att torka, hastigheten kan ökas för att undvika att papperet blir för torrt och pappersbrott uppstår.
- Låg till hög ytvikt
 - Anpassa massaflöde för topp till nya skiktuppbyggnadsvärden
 - Anpassa hastighet för nya torkförhållanden, hög ytvikt kräver högre torkkapacitet hastigheten sänks vid behov.
- Hög till låg ytvikt
 - Anpassa massaflöde för topp till nya skiktuppbyggnadsvärden
 - Anpassa hastighet för nya torkförhållanden, låg ytvikt kräver lägre torkkapacitet hastigheten höjs vid behov för att undvika att papperet torkas för mycket och pappersbrott uppstår.

Automatisk omställning startas i styrsystemet efter sista tambouren på föregående kvalitet, när de nya börvärdena uppnåtts godkänns kvaliteten. Kontrollanten eller torkaren provar papperets egenskaper för att se om det uppnått godkänd kvalitet varefter papperet klassas. Vid ej godkända värden för papperets egenskaper påbörjas justering av tork och malning för att uppnå riktvärdena.

Output

Tambour med ny produkt

Customer

Rullmaskin

Project Charter

Projekttitel	Minimering av pappersförluster vid produktionsomställningar	Projektnummer	4
Projektledare	Jonas Lundström		
Projektsponsor	Olof Öhgren		
SCA-enhet	SCA Obbola		
Process	Omställning i pappersmaskin		

Projektmedlemmar	Titel/Roll	E-post
Olof Öhgren	Driftingenjör Mälteri	olof.ohgren@sca.com
Björn Lindgren	Driftingenjör	bjorn.lindgren@sca.com
Esbjörn Selin	Driftchef PB	esbjorn.selin@sca.com
Gunnar Sehlin	Drifttekniker Mälteri/PM	gunnar.sehlin@sca.com
Henrik Forsman	Biträdande logistikchef	henrik.forsman@sca.com
Kent Arvidsson	Marknadsass./distributionsplanerare	kent.arvidsson@sca.com
Annica Wilhelmsson	Produktioningenjör	annica.wilhelmsson@sca.com

Projektstart 2005-06-07 **Måldatum för projektavslut** 2005-10-31

Problemformulering: Vid omställningar i pappersmaskinen mellan Eurokraft och Kraftliner och mellan olika ytvikter produceras det papper som ej klarar kvalitetskraven. Storleken på pappersförlusterna som produceras beror bl.a. på vilken typ av omställning som görs. Därför finns en produktionsplanering som syftar till att minska dessa förluster. Ibland blir man dock tvungen att bryta produktionsplanen vilket resulterar i fler och ej optimala omställningar vilket resulterar i större pappersförluster. I dagsläget är volymen pappersförluster vid omställningar hög, ca 8470 ton på årsbasis (vid 405 000 tons årsproduktion).

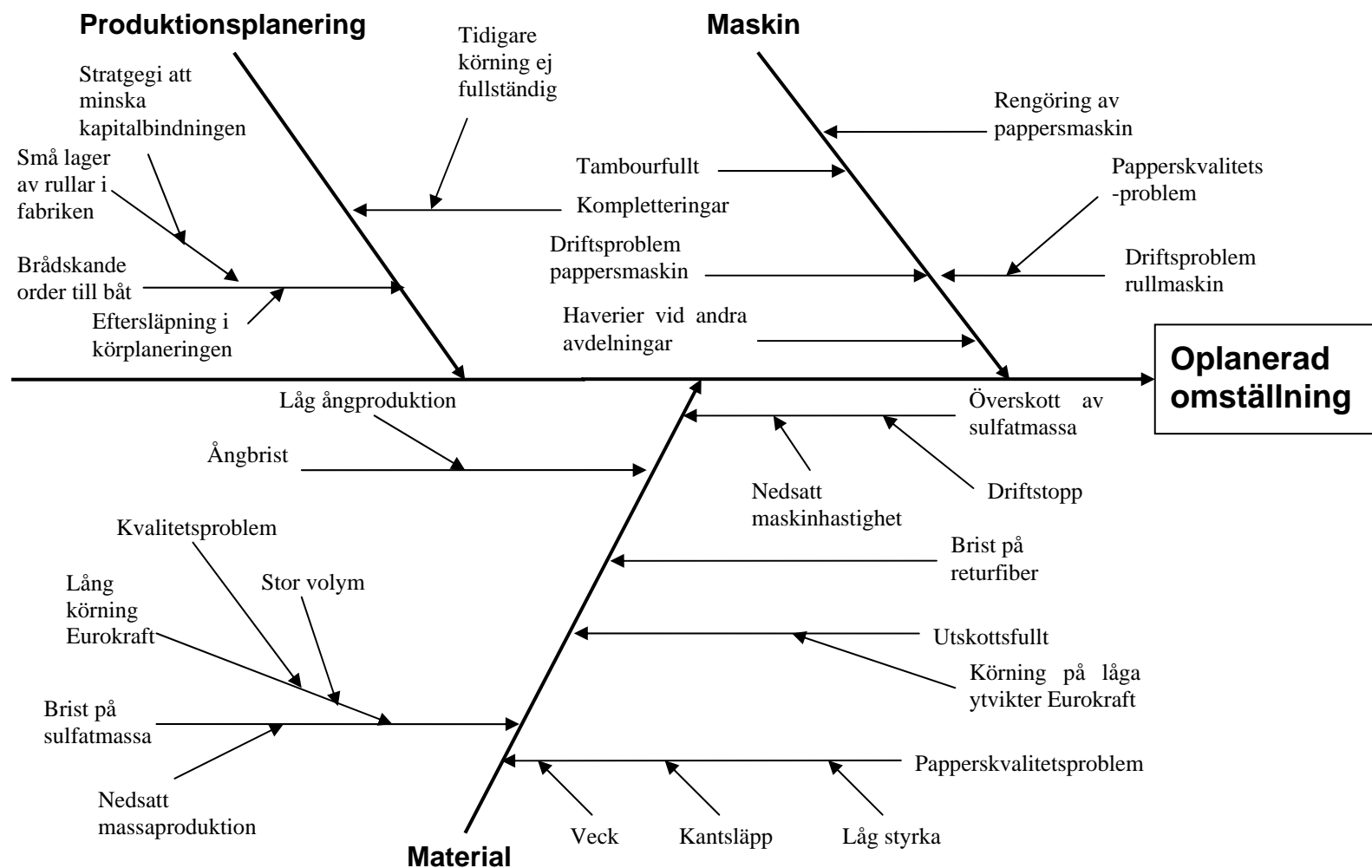
Projekt mål: Reducera pappersförluster vid omställningar med 10 % (847 ton papper) per år.

Förbättringspotential: Beräkningar för januari visar på en kostnad för pappersförluster vid omställningar på ca 15,8 mkr i förlorat täckningsbidrag. En reduktion av pappersförluster med 10 % resulterar i en besparing på i genomsnitt ca 1,58 mkr per år. Förutom ekonomiska vinster kan man även förbättra leveransprecisionen.

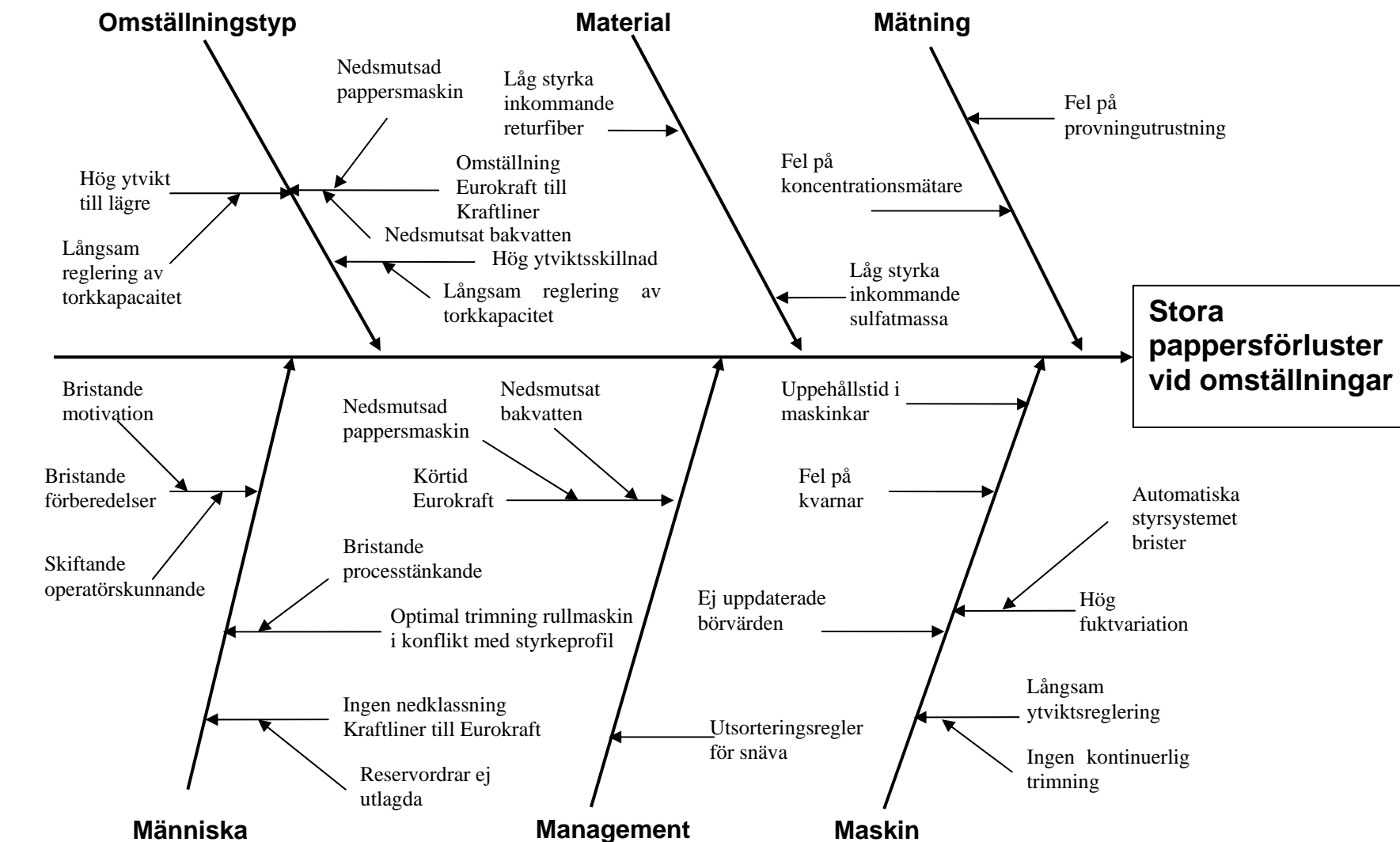
Risker, avgränsningar och antaganden: Projektet avgränsas till att endast beröra pappersförluster vid omställningar i kontinuerlig drift. Omställningar efter stopp och efterföljande pappersförluster berörs alltså inte. En omställning antas påbörjas en tambour innan omställning och vara klar tre tambourer efter. Kontrollfasen kommer inte att genomföras på grund av att det tar lång tid att följa upp genomförda åtgärder, men rekommendationer kommer att ges hur den ska bedrivas.

Projektplan	
Sex Sigma fas	Måldatum för avslut
Define	2005-06-24
Measure	2005-07-22
Analyse	2005-09-02
Improve	2005-09-30
Control	

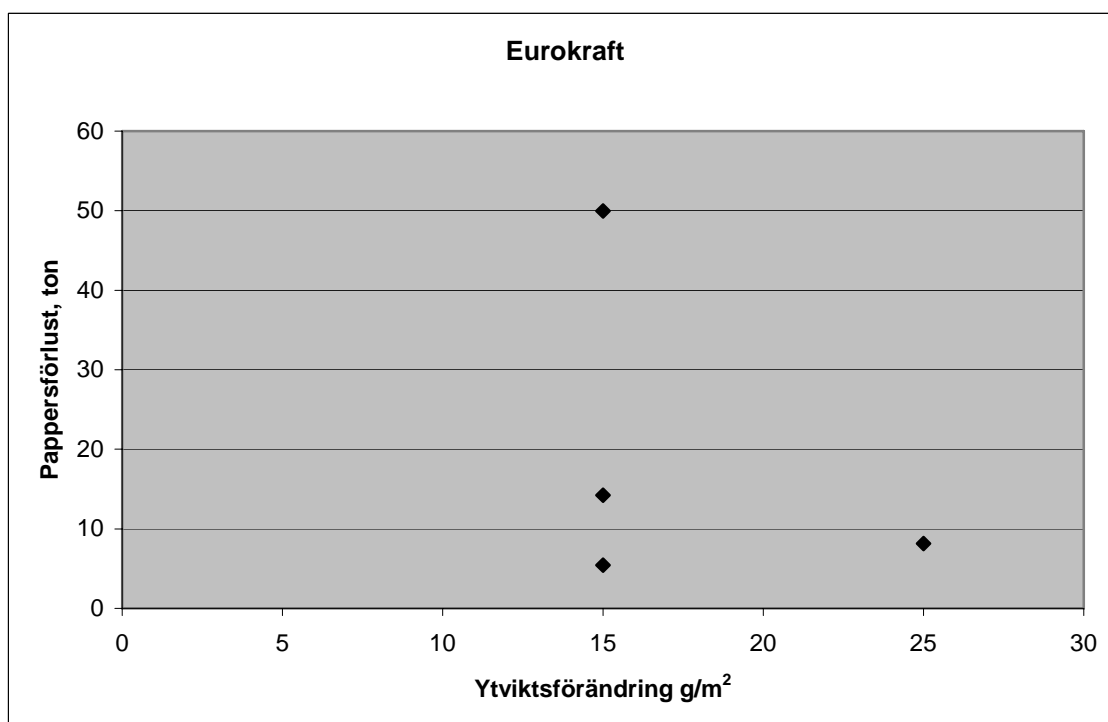
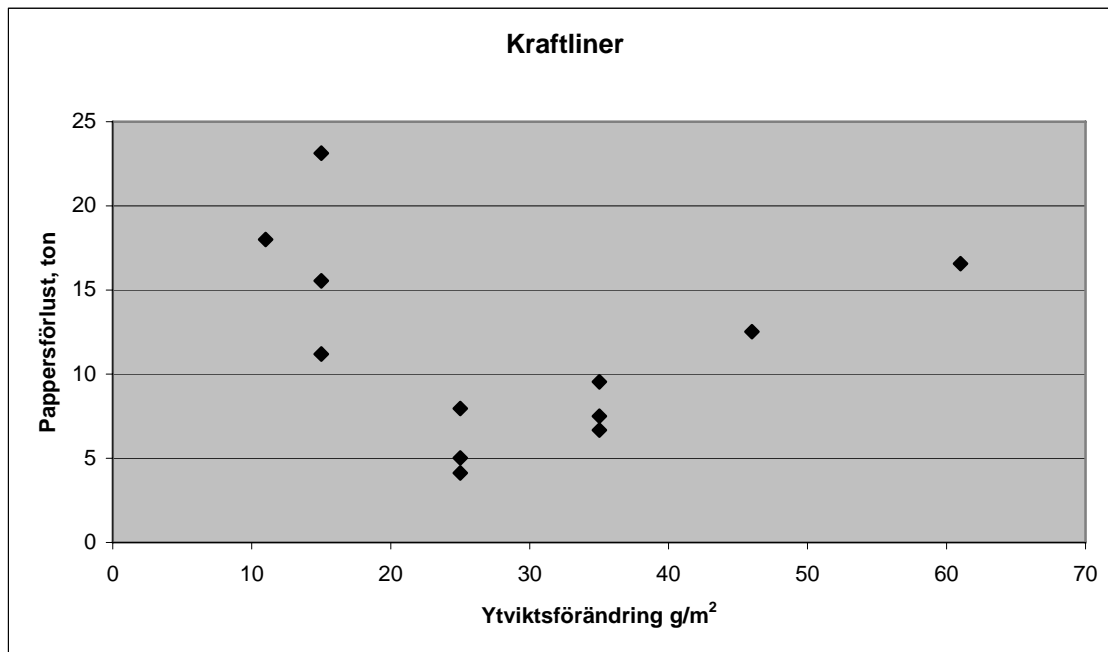
Fiskbensdiagram över orsaker till oplanerade omställningar



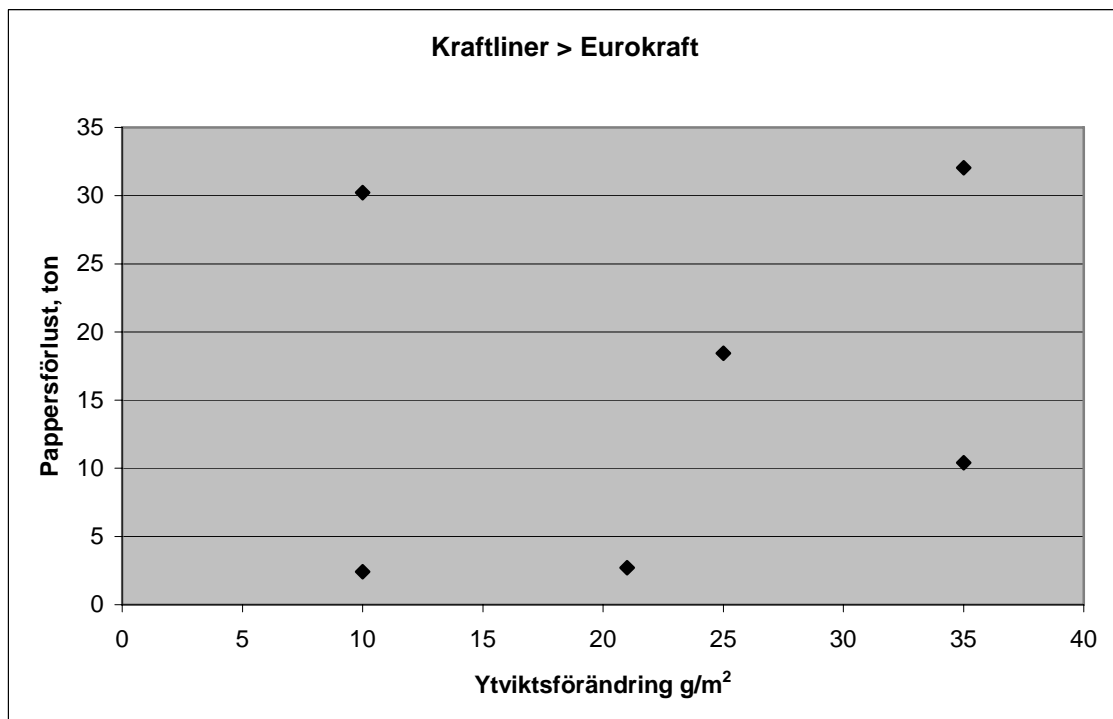
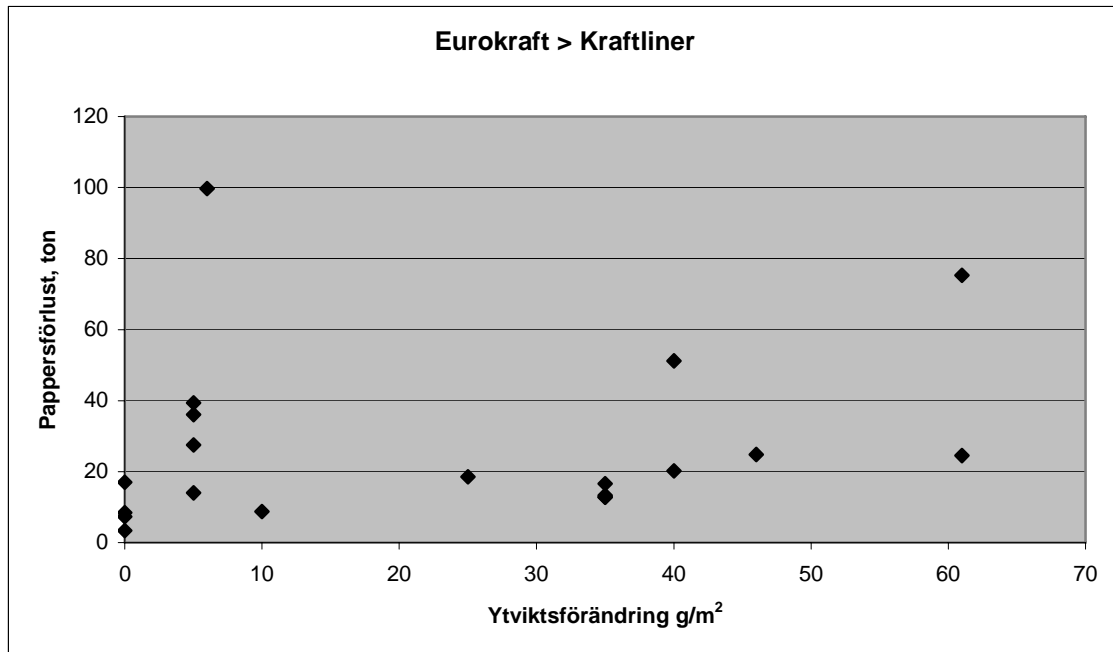
Fiskbensdiagram över orsaker till stora pappersförluster vid omställningar



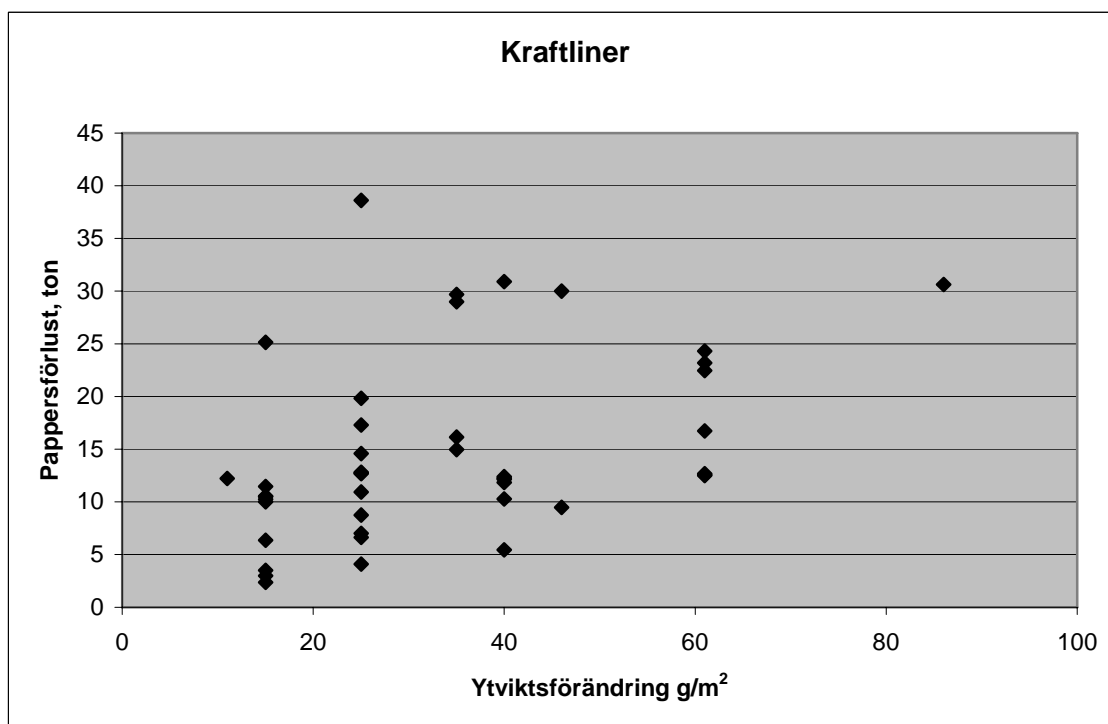
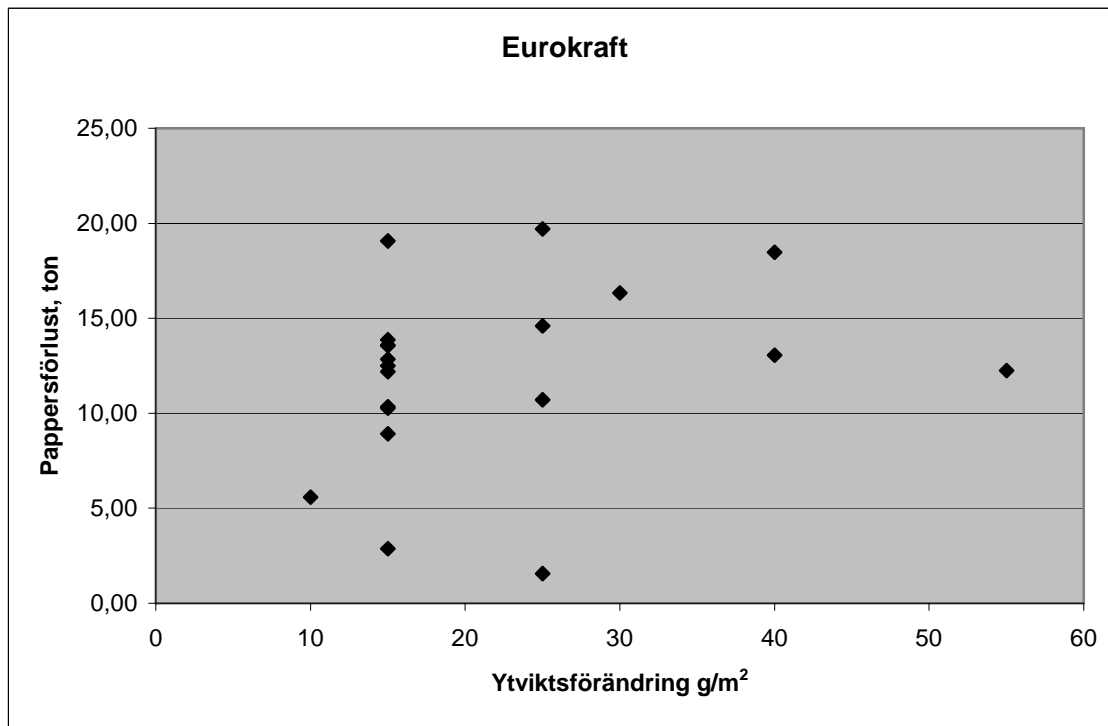
Sambandsdiagram för styrkefel plottat mot ytviktsförändring (samma kvalitet)



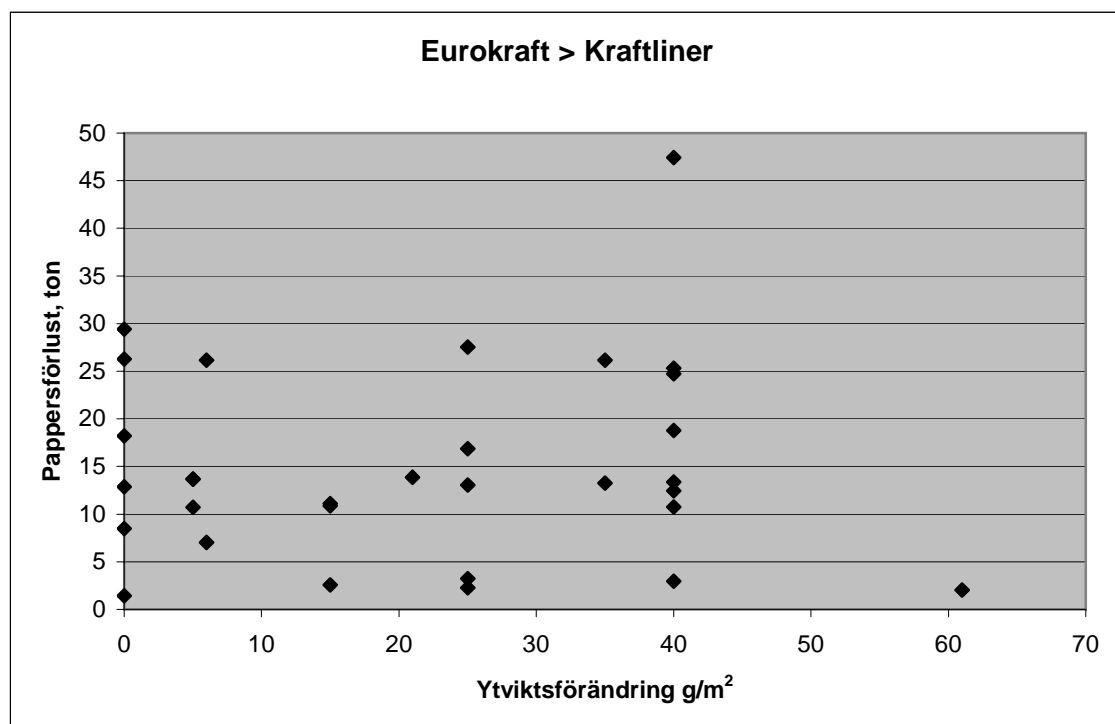
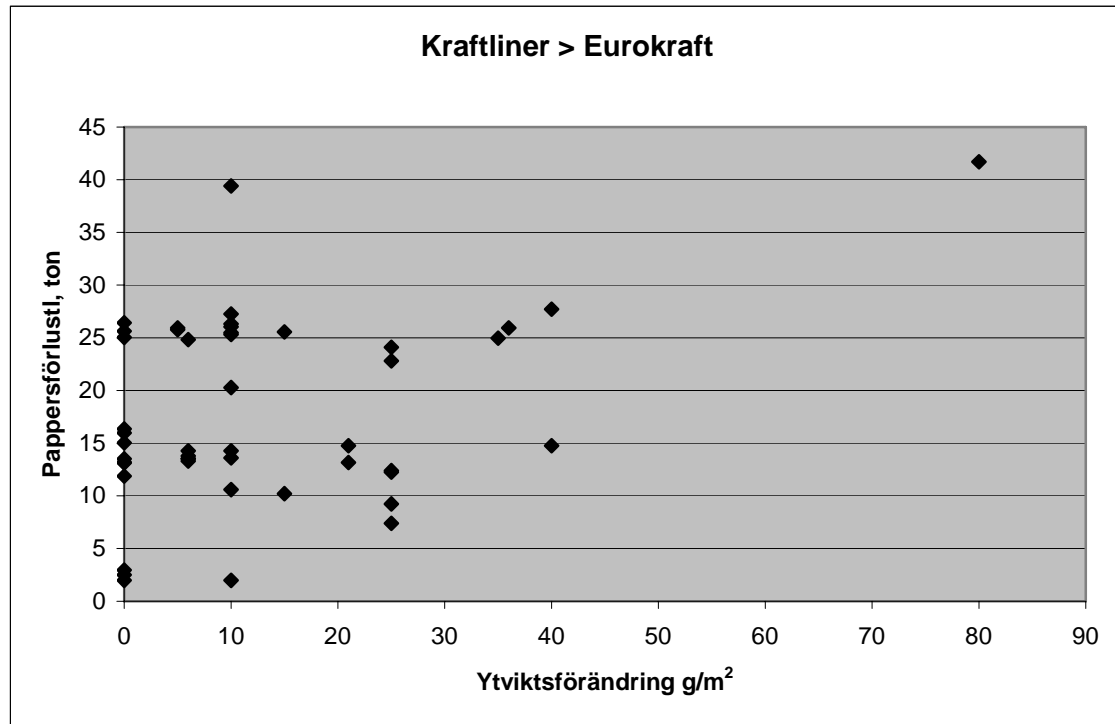
Sambandsdiagram för styrkefel plottat mot ytviktsförändring (olika kvalitet)



Sambandsdiagram för fuktfel plottat mot ytviktsförändring vid omställning samma kvalitet



Sambandsdiagram för fuktfel plottat mot ytviktsförändring vid omställning olika kvalitet



Medelvärde för pappersförluster vid omställningar för de respektive skiften

Summary Statistics for Pappersförluster

Skift	Count	Average	Minimum	Maximum
W	28	19,0886	2,87	75,25
G	34	13,9209	1,56	35,4
A	48	21,9371	2,28	99,68
D	28	17,9957	1,97	46,05
P	22	18,3777	5,44	39,42
S	37	16,8524	1,95	42,76
O	9	19,9611	2,5	30,23
Total	206	18,3114	1,56	99,68

Analysmodell för sulfatmassanivå i sulfatmassatornen

Produktion Massabruk

Sulfatmassaproduktion	ton/dygn	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4	623,4
Fiberutbyte	%	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
Fiberkoncentration sulfatmassatorn	%	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Produktion Pappersbruk

Körordning	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kvalitet	KL/EK	KL	KL	KL	EK	EK	EK	KL	KL	EK	KL	EK
Ytvikt	g/m ²	125	100	115	100	125	140	140	175	180	186	165
Efterfrågan	ton	778	500	159	0	1703	3836	2009	2587	585	914	586
Produktionshastighet	ton/h	51,74	41,58	48,13	42,29	52,94	58,99	57,71	62,76	65,75	63	63,64
Sulfatmassaförbrukning	ton/h	31,75	28,25	30,61	14,72	14,69	14,33	33,53	33,77	13,34	33,43	13,88
Körtid	h	15,04	12,03	3,30	0,00	32,17	65,02	34,81	41,23	8,90	14,51	9,21

Sulfatmassatorn 1 - 4

Fiberflöde IN	ton/h	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
Fiberflöde UT	ton/h	31,8	28,3	30,6	14,7	14,7	14,3	33,5	33,8	13,3	33,4	13,9
Totalt fiberflöde (fiberflöde IN – UT)	ton/h	-7,9	-4,4	-6,7	9,2	9,2	9,6	-9,6	-9,9	10,6	-9,5	10,0
Maximal lagringsvolym	m ³	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750	8750
Utnyttjad lagringsvolym	m ³	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Startvolym	m ³	3200	2019	1496	1274	1274	4236	6000	2647	-1424	-484	-1868
Slut volym	m ³	2019	1496	1274	1274	4236	10457	2647	-1424	-484	-1868	-945
(IF-sats)	m ³	2019	1496	1274	1274	4236	6000	2647	-1424	-484	-1868	-945

Beskrivning av analysmodell för sulfatmassanivå i sulfatmassatornen

De parametrar som går att påverka och som kan vara intressanta att ändra i analysmodellen är inramade i Bilaga 11. Dessa parametrar är aktuell sulfatmassaproduktion, fiberutbyte, fiberkoncentration i sulfatmassatornen, efterfrågan för varje produkt i en produktionscykel, produktionshastighet, sulfatmassaförbrukning (angiven i 100 % fiberkoncentration) och utnyttjad lagringsvolym för sulfatmassa. Körordningen i analysmodellen i Bilaga 11 är den som företaget använder sig av idag. Sulfatmassaproduktionen är budgeterad produktion för 2005. Fiberutbytet på 92 % innebär att sulfatmassan innehåller 92 % fiber och 8 % vatten. 92 % är det fiberutbyte man inom företaget räknar på men något exakt uppmätt tal finns ej. Fiberkoncentrationen i sulfatmassatornen under januari till september 2005 låg i genomsnitt på 10,06 % där maximala värdet var 11,83 % och minimala värdet 7,45 %. Därför sattes fiberkoncentrationen vid analys till 10 %. Efterfrågan för varje produkt är baserad på produktionscykel nio i bilaga 14. Produktionshastighet och sulfatmassaförbrukning är genomsnittliga värden under 2004. De understrukna raderna i analysmodellen (Bilaga 11) är de parametrar so modellen räknar ut.

För att uppskatta nivåförändringen under körning av en produkt räknar modellen först ut körtiden. Körtiden beräknas som:

$$Körtid(h) = \frac{Efterfrågan(ton)}{Produktionshastighet(ton/h)}$$

Analysmodellen räknar sedan ut kapaciteten för fiberflödet in i sulfatmassatornen:

$$FiberflödeIN(ton/h) = \frac{Sulfatmassaproduktion(ton/dygn)}{24(h)} * Fiberutbyte(\%)$$

Sedan räknar analysmodellen ut differensen mellan fiberflöde in och fiberflöde ut för den angivna produkten (Totalt fiberflöde). Fiberflöde ut har samma värde som sulfatmassaförbrukning:

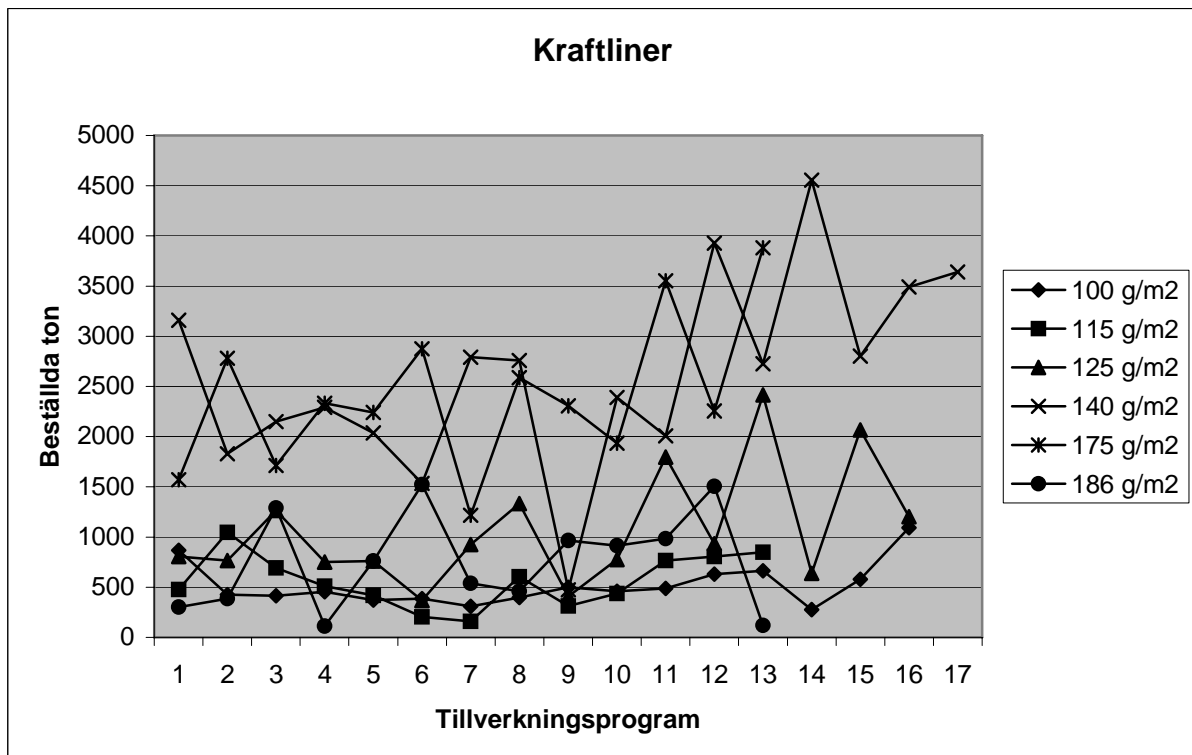
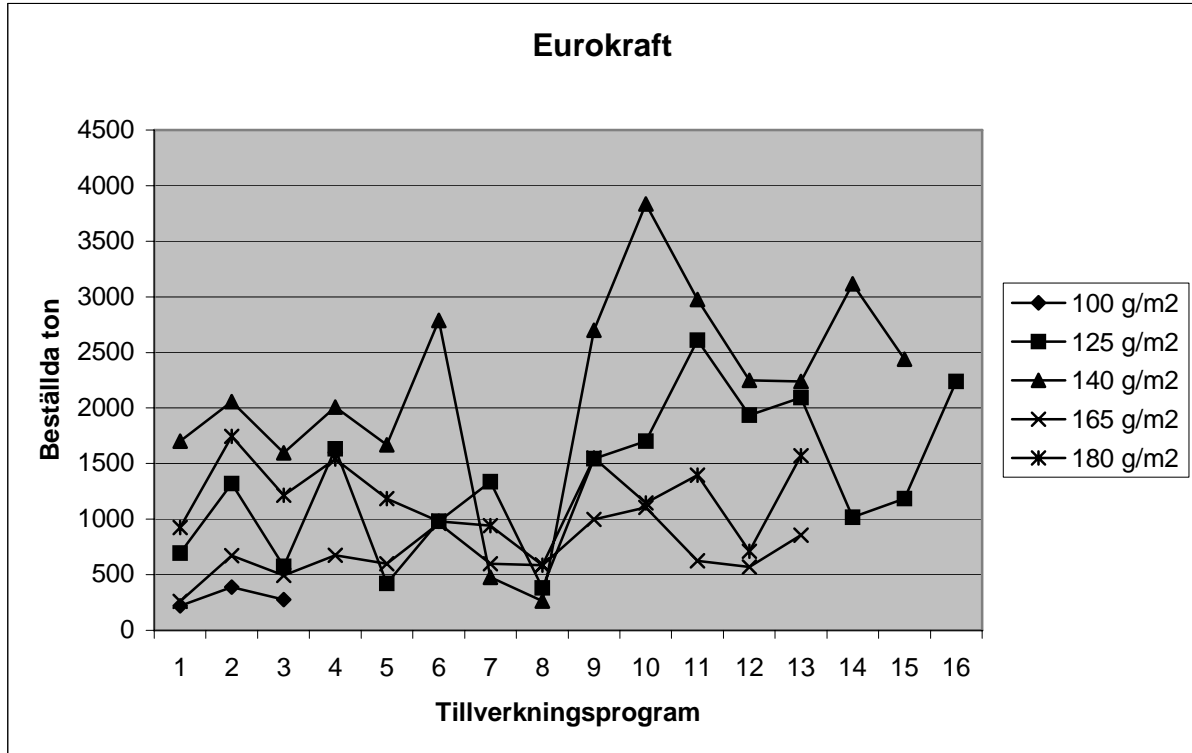
$$Totalt\ fiberflöde(ton/h) = Fiberflöde\ IN(ton/h) - Fiberflöde\ UT(ton/h)$$

Efter det beräknar modellen utifrån startvolymen förväntad slutvolym baserat på körtiden och totalt fiberflöde justerat för aktuell fiberkoncentration i sulfatmassatornen:

$$Slutvolym(m^3) = Startvolym(m^3) + \frac{Körtid(h) * Totalt\ fiberflöde(ton/h)}{Fiberkoncentration\ sulfatmassatorn(\%)}$$

Slutvolym för produkten blir startvolym för nästa produkt. Eftersom sulfatmassatornen bara klarar av att lagra en viss mängd sulfatmassa finns en IF-sats som gör att om slutvolymen på produkten överstiger Utnyttjad lagringsvolym blir startvolymen på nästa produkt detta maximala värde.

Tillverkningsprogram för respektive ytvikt och kvalitet första halvåret 2005



Produktionscykler slutet av mars till början av augusti 2005

Produktions- cykel	Kvalitet Ytvikt g/m ²	KL 100	KL 115	KL 125	KL 140	KL 175	KL 186	EK 100	EK 125	EK 140	EK 165	EK 180
1	ton	732	1578	1887	1826	1831	1227	0	1927	2485	309	1284
2	ton	933	489	1168	3223	2479	0	0	1801	1996	979	802
3	ton	1092	849	1201	3642	2458	0	0	2238	2923	360	928
4	ton	580	805	2067	3491	3880	0	0	1184	2440	855	1571
5	ton	278	764	639	2804	2255	333	277	1017	3119	571	712
6	ton	663	438	2417	4557	3553	0	0	2095	2239	626	1393
7	ton	631	314	932	2726	1936	1504	388	1935	2247	1105	1144
8	ton	489	606	1798	3929	2306	984	0	2611	2976	997	1549
9	ton	500	159	778	2009	2587	914	0	1703	3836	586	585
10	ton	458	203	409	2389	1217	965	0	1545	2699	600	943

Produktionscykel 10 i slutet av mars fram till produktionscykel 1 i början av augusti 2005.

Träddiagram över förbättringsförslag för att minska pappersförluster vid omställningar

