

# **Kvalitetskontroll av utskrifter från Kodak Approval XP4**

**Quality control for the Kodak Approval XP4  
system**

Anders Bergman  
Andreas Hernandez

2001

**EXAMENSARBETE**

**Grafisk Teknologi  
Nr: E2244GT**



HÖGSKOLAN  
Dalarna

# EXAMENSARBETE, C-nivå

## Grafisk Teknik

Program Grafisk Teknologi, 120p	Reg nr E2244GT	Omfattning 10 poäng
Namn Anders Bergman Andreas Hernandez	Månad/År 05-2001	
	Examinator Dr. Göran Bryntse	
Företag Colorcraft AB	Roger Johansson & Peter Lundberg, Colorcraft AB Björn Olsson, Grafisk Assistsans AB	
Titel Kvalitetskontroll av utskrifter från Kodak Approval XP4		
Nyckelord Kodak Approval XP4, ProofCheck Pro, Color Quality, Toleranssättning, CIE, Statistisk processtyrning.		

### Sammanfattning

Med de digitala halvtönsförprovtrycken kan en bättre tryckmatchning erhållas jämfört med vad som förr kunde åstadkommas med de analoga förprovtrycken. De digitala halvtönsförprovtryckssystemens möjligheter att producera bra tryckmatchningar kan lika gärna leda till dåliga tryckmatchningar då fler trycktekniska parametrar kan påverkas av användaren i systemet. Därför ställs högre krav på användarens grafiska kunskaper.

Prepressföretaget Colorcraft AB vill kunna kontrollera att deras förprovtryck är korrekt utförda och håller rätt kvalitet. Därför startades detta projekt med uppgift att finna en metod för kvalitetskontroll av förprovtryckssystemet (Kodak Approval XP4).

Med hjälp av en programvara för spektrala mätningar, en spektrofotometer och en på egen hand framtagen kontrollmätstripp byggdes ett system som klarar av att upptäcka variationer som ligger utanför maskinens naturliga svängningar.

För att systemet skall fungera tillfredställande krävs att toleransgränser är bestämda med hänsyn tagen till maskinens variationer. Annars kommer kvalitetskontrollsystemet att ge onödiga falsklarm och inte vara tillförlitligt.



HÖGSKOLAN  
Dalarna

# DEGREE PROJECT

## Graphic Arts Technology

Programme Graphic Art Technology, 120p	Reg number E2244GT	Exents 15 ECTS
Names Anders Bergman Andreas Hernandez	Year-Month-Day 01-05-13	Examiner Dr. Göran Bryntse
	Company/Department Colorcraft AB	Supervisor at the Company/Department Roger Johansson & Peter Lundberg, Colorcraft AB
Title Quality control for the Kodak Approval XP4 system		
Keywords Kodak Approval XP4, ProofCheck Pro, Color Quality, Tolerancing, CIE, Statistical process control,		

### Summary

When using the digital halftone proofing systems, a closer print match can be achieved compared to what earlier could be done with the analogue proofing systems. These proofing systems possibilities to produce accurate print match can as well lead to producing bad print matches as several print related parameters can be adjusted manually in the system by the user. Therefore, more advanced knowledge in graphic arts technology is required by the user of the system.

The prepress company Colorcraft AB wishes to control that their color proofs always have the right quality. This project was started with the purpose to find a quality control method for Colorcraft's digital halftone proofing system (Kodak Approval XP4).

Using a software who supports spectral measuring combined with a spectrophotometer and a control bar, a quality control system was assembled. This system detects variations that lies out of the proofing system's natural deviation.

The prerequisite for this quality control system is that the tolerances are defined with consideration taken to the proofing systems natural deviations. Otherwise the quality control system will generate unnecessary false alarms and therefore not be reliable.

## **Förord**

Denna rapport är resultatet av det examensarbete som utförts under sista terminen på den treåriga utbildningen Grafisk Teknologi inriktning tryckteknik vid Högskolan Dalarna i Borlänge. Projektet har utförts i nära samarbete med Colorcraft AB under våren 2001.

Härmed vill vi framföra ett stort tack till dessa personer som bidragit till projektets genomförande genom att ställa upp med presentationer, företagsbesök och utlåning av materiel:

Ilpo Lehtikoinen, Magnus Lindwall & Mathias Apelklint, Heidelberg Sverige AB

Per Marklund, Bromma Tryck AB

Mattias Jonsson & Ingrid Andersson, Framkom

Slutligen vill vi tacka våra handledare Roger Johansson och Peter Lundberg samt all övrig personal på Colorcraft AB för värdefulla synpunkter och givande diskussioner kring de praktiska och teoretiska problem vi stött på i detta arbete.

Stockholm, maj 2001

Anders Bergman & Andreas Hernandez

## **Innehållsförteckning**

<b>1 Inledning</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Bakgrund</b>	<b>8</b>
1.1.1 Colorcraft AB	8
1.1.2 Förprovtryck	8
1.1.3 Kodak Approval XP4	9
1.1.4 Photogamut 2.0	9
<b>1.2 Problemställning</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Variationer hos Kodak Approval XP4</b>	<b>10</b>
1.3.1 Densitet	10
1.3.2 Punktförstoring	10
1.3.3 Variation i färglaminat (donors)	11
1.3.4 Fel på material (övriga fel)	11
<b>1.4 Syfte</b>	<b>12</b>
<b>1.5 Mål</b>	<b>12</b>
<b>1.6 Metod</b>	<b>12</b>
<b>1.7 Avgränsningar</b>	<b>12</b>
<b>2 Genomförande</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Allmänt</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Programvarorna</b>	<b>13</b>
2.2.1 Color Quality	13
2.2.2 ProofCheck	14
2.2.3 ProofCheck Pro	14
<b>2.3 Anförskaffande av programvaror</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Framtagning av mätstripp</b>	<b>15</b>
2.4.1 Besök på Bromma Tryck AB	15
2.4.2 Besök på Framkom	15
2.4.3 Val av mätstripp	16
<b>2.5 Val av programvara</b>	<b>16</b>
2.5.1 Color Quality	16
2.5.2 ProofCheck Pro	17
2.5.3 Fördelarna med ProofCheck Pro	17
<b>2.6 Toleransgränssättning</b>	<b>18</b>
2.6.1 Toleranser för gråbalansfälten	18
2.6.2 Beräknade toleranser (i enheten $\Delta E$ )	19
<b>2.7 Referensmätstrippar</b>	<b>19</b>
<b>2.8 Färgförändringar på utskrifterna</b>	<b>19</b>

2.8.1 Ljusbeständighetstestet	19
2.8.1.1 Tillvägagångssätt för ljusbeständighetstestet	20
2.8.1.2 Resultat	20
<b>2.9 Implementering i arbetsflödet</b>	<b>21</b>
2.9.1 Photogamut-kön	21
<b>3 Resultat</b>	<b>22</b>
3.1 Stabilitet och toleransgränser	22
3.2 Utskrifternas ljusbeständighet	22
3.3 Framtagning av mätstripp	23
3.4 Programvaror	23
3.5 Implementering i produktionen	23
<b>4 Slutsats</b>	<b>24</b>
<b>5 Fördjupning</b>	<b>25</b>
5.1 CIE	25
5.1.1 CIE-modellen	25
5.1.2 Standardljuskällor	26
5.1.3 CIE XYZ	26
5.1.4 CIE Yyx	27
5.1.5 CIE L*a*b*	27
5.1.5.1 Värderna i CIE L*a*b*-systemet	27
5.1.6 $\Delta E$ (intensitetsskillnad)	27
5.1.6.1 Diskussion $\Delta E$	28
5.1.7 CIE L*c*h°	28
5.2 Statistisk processtyrning	28
5.2.1 Styrdiagram	28
5.2.2 Styrdiagrammets krav	29
5.2.3 Processduglighet	30
<b>Referenser</b>	<b>31</b>
Personliga referenser	31
Litteraturreferenser	31
Internetreferenser	32
<b>Bilagor</b>	
Bilaga 1	
Tidplan	

**Bilaga 2**

Colorcrafts standardkörer

**Bilaga 3**

Ljusbeständighetstest

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Colorcraft AB

Prepressföretaget Colorcraft AB (hädanefter kallat Colorcraft) startades 1990 av Alvaro Beaulieu och Eric Francia. Verksamheten har under åren förändrats från enklare reprotjänster och uppdrag från mindre krävande kunder till att bli ett av Sveriges mest erkända prepressföretag. Colorcraft står mellan kreatören (reklambyrån) och slutmedia (tryckeriet). Verksamheten som bedrivs idag på Colorcraft kan innefatta allt från bildretusch och originalarbete till grafisk konsultation. Verksamhetens fokus har de senaste åren flyttats från månadstidningar till reklam.

Idag är 25 personer anställda och företaget omsätter ca. 24 Mkr (2000). Colorcraft ingår idag i en koncern tillsammans med två andra företag; Crossmedia Scandinavia (utvecklar mediadatabaser och befinner sig i samma lokaler som Colorcraft i Stockholm) och Swordfish (programeringsföretag med säte i Uruguay).

Colorcrafts verksamhet omfattar digitala förprovtryck (2 st Kodak Approval XP4), bildscanning (3 st Heidelberg Tango XL), originalproduktion (bistår med original för att korta ledtider), bildretusch (friläggningar, montage m.m.), mer avancerad bildretusch (kreativ bildretusch/bildmaulipation), annonsdistribution (distribution av annonsmaterial till respektive tryckeri eller förmedlare med säkerställd kvalitet), produktionsledning (bistår reklambyråer med produktionsledning vid hög belastning), grafisk konsultation (exempelvis tryckövervakning och kvalitetsuppföljning).

Marknaden består idag av tre kundsegment, reklambyråer (50%), direktkunder (35%) och övrigt (15%) t ex fotografer, förlag och tidningar.

*Exempel på Colorcrafts kunder:*

**Reklambyråer:** Rönnberg McCann, Ehrensträhle & Co, Garbergs, Lowe Brindfors, Lowe Forever, Paradiset.

**Förlag:** Bonniers, DN Bokförlag, ICA förlaget, Max Ström, IDG.

**Direktkunder:** Hennes & Mauritz, SEB, SAAB Automobile, Gröna Lund.

### 1.1.2 Förprovtryck

Förprovtryck har traditionellt oftast tagits fram på analog väg, men idag blir de digitala förprovtrycken allt vanligare. Framställning av förprovtryck som simulerar tryck ger en bra bild hur det slutliga tryckresultatet kommer att se ut på både bilder och färger.

Det slarvas ofta när det gäller benämningen på förprovtryck. I de flesta fall nöjer man sig med benämningen provtryck vilket egentligen innebär framställning av tryckprov direkt i en tryckpress. Ett förprovtryck framställs innan materialet går till tryck för att säkerställa att prepressarbetet är rätt utfört. Det är förprovtrycket som är riktmärket för tryck-



eriet om hur beställaren förväntar sig det tryckta resultatet. Det är desutom genom förprovtrycket som en sista korrekturmöjlighet ges. När kunden signerar och därmed godkänner förprovtryckets utseende blir förprovtrycket ett juridiskt bindande dokument där ansvarsfördelningen mellan prepressföretaget, kunden och tryckeriet tydliggörs.

Förprovtryck kan delas in i två huvudgrupper; de som görs från grafisk film (analog teknik) och de som görs från tex en PDF-fil (digital teknik). Några vanliga analoga förprovtryckssystem är Fujifilm ColorArt, Dupont Chromalin och Agfaproof. Alla dessa görs från film med hjälp av färglaminat.

De digitala förprovtrycken kan i sin tur delas in i två typer; de som använder raster (halvtonsförprovtryck) och övriga där punktens styrka kan varieras. För halvtonstekniken används samma upplösning som vid utskrift på plåt (tex 2540 dpi). Övriga tekniker använder oftast en lägre upplösning.

Vanliga förprovtryck med någon form av varierbar punktstyrka är Epson 5000, CreoScitex Iris och Dupont Digital Chromalin.

Vanliga "halvtonsförprovtryck" är Kodak Approval XP4, Fujifilm Final Proof och Polaroid Pola Proof (säljs endast i USA). Kodak säljer dessutom färglaminat (Approval Media Type II) som kan användas för att framställa förprovtryck i vissa plåtutskriftsanläggningar såsom Heidelberg Trendsetter.

### **1.1.3 Kodak Approval XP4**

Kodak Approval XP4 är ett digitalt förprovtryckssystem med ett antal unika möjligheter. Förutom att upplösningen är densamma som vid utskrift på plåt (tex 2540 dpi) kan fulltonsdensitet i processfärgerna varieras. Detta kan idag inte göras med något annat system. Densitetsjusteringar i kombination med att utskrifterna kan lamineras på alla slags papper ger stora möjligheter att simulera tryck. Den varierbara densiteten ger dessutom möjlighet att använda så kallade färgrecept (Recipe Colors). Genom att skapa färger med hjälp av densitetsblandningar, i motsats till raster, kan dekorfärger simuleras. För detta finns dessutom specialfärger (orange, grönt, metallicbas) för att kunna återge så många av Pantones dekorfärger som möjligt. Systemet kommer framöver att utvecklas för att kunna användas inom förpackningsprepress. Nya specialfärger, såsom täckvitt, håller på att tas fram. Det kommer också att vara möjligt att laminera utskrifter på transparent plast och metallfolie.

Varje Kodak Approval XP4-skrivare producerar cirka fyra stycken A2-utskrifter/timme. Colorcraft har två sådana maskiner.

#### **1.1.4 Photogamut 2.0**

Photogamut-metoden har tagits fram av Colorcraft och är en utskrift gjord på Kodak Approval XP4. Utskriften är inte avsedd att simulera tryck eftersom processfärgernas densiteter optimeras för att återge en så stor del av Kodak Approvals XP4s färgrymd som möjligt. Utskriften motsvarar ett digitalt original i vilket t ex kvaliteten på skanning, retuscher och färger kontrolleras.

Färgdensiteterna hos en photogamut-utskrift har värden omkring C: 1,70D M: 1,70D Y: 1,40D K: 2,15D vilket kan jämföras med densitetsvärdet för standardköerna för bestruket papper C: 1,40D M: 1,40D Y: 1,20D K: 1,70 D och obestruket papper C: 1,20D M: 1,20D Y 1,10D K: 1,40D.

Efter det att kunden har godkänt photogamututskriften (det digitala originalet, dvs RGB-filen) med avseende på skanning, retush, färger, etc kan den digitala filen sparas för att sedan nyttjas till flera olika ändamål (annons i dagstidning, reklamkampanj i magasin, Internet, etc).

### **1.2 Problemställning**

För att kunna bedömma helhetskvalitet på förprovtrycken har Colorcraft tidigare arbetat fram en kontrollmetod. Varje förprovtryck som lämnar Colorcraft kontrolleras visuellt av två personer i D50-belysning med avseende på bl a retusch, skanning, färger, textens placering, typsnitt m m. Denna metod fungerar bra men Colorcraft vill komplettera den visuella bedömningsmetoden med en automatiserad objektiv mätmetod.

En objektiv mätmetod med en statistikfunktion av t ex spektrala mätdata är en förutsättning för en noggrannare kvalitetskontroll av förprovtrycken. Systemet måste vara enkelt att använda och det får ej vara tidsödande eftersom en stor del av produktionen görs under snäva tidsramar.

Ett system med både objektivt och visuellt mätförfarande skulle kunna ge ett mervärde för kunden och ge Colorcraft ett gott ryckte.

### **1.3 Variationer hos Kodak Approval XP4**

När en metod för systematiska kvalitetsmätningar skall arbetas fram är det viktigt att hänsyn tas till de parametrar som kan ge upphov till variation i Kodak Approval XP4s utskriftsprocess. Följande parametrar kan anses som viktiga för processen och variationer i dessa är därför viktiga att kunna upptäcka vid en kvalitetskontroll:

#### **1.3.1 Densitet**

Hos Kodak Approval XP4 kan densiteten varieras med hjälp av styrning av exponeringstrummans rotationshastighet. Hög rotationshastighet på trumman ger låga densiteter och tvärtom. Naturliga, ej kontrollerbara variationer av trummans hastighet ger således variationer av densiteten på förprovtrycket.

Densitetsvariationer påverkar färgbalansen och kan mätas med densitometer eller en spektrofotometer utrustad med polarisationsfilter.

### **1.3.2 Punktförstoring**

Den simulerade punktförstoringen på förprovstrycket styrs av en kurva som appliceras i Kodak Approval XP4s RIP-dator. Denna parameter kan därför antas vara stabil.

Variationer i punktförstoringen ger bl a upphov till färgstick och kan kontrolleras med hjälp av mätningar i gråbalansfält med en spektrofotometer.

### **1.3.3 Variation i färglaminat (donors)**

Färgsammansättningen i färglaminaten, som har till uppgift att överföra färg till mottagarfolien när den exponeras av laserstrålen, kan variera. Orsaken till detta kan vara variationer i färgsammansättningen när laminaten tillverkas. Resultatet av en sådan variation kan t ex bli att den svarta färgen får en rödaktig ton och/eller att ett färgstick uppstår. Detta kan kontrolleras med hjälp av spektrofotometriska mätningar i fulltonsfält av processfärgerna.

### **1.3.4 Fel på material (övriga fel)**

Fel på övrigt material samt maskinfel i Kodak Approval XP4 kan även uppstå som i sin tur genererar fel av ovanstående slag. Dessa fel skall lätt kunna upptäckas med hjälp av spektrofotometriska mätningar eftersom fel av dessa slag ofta ger upphov till grava variationer.

## 1.4 Syfte

Att välja ut en lämplig, befintlig programvara för kvalitetssäkring av utskrifter från Kodak Approval XP4 samt att undersöka möjligheterna att integrera detta i Colorcrafts produktionsflöde.

## 1.5 Mål

Målet är att alla förprovtryck utskrivna via standardköerna som lämnar Colorcraft skall vara godkända enligt uppsatta krav gällande färgdensitet, gråbalans, m m i samråd med kund & tryckeri. Mätningarna skall kunna genomföras på ett så enkelt sätt som möjligt med lämplig programvara och mätinstrument. Vidare skall mätmetoden fungera som ett övervakningsinstrument som varnar för svängningar i förprovtryckssystemet som ligger utanför uppsatta toleranser.

I ett längre perspektiv skall samtliga förprovtryck som lämnar Colorcraft vara kvalitetskontrollerade.

## 1.6 Metod

- Välja ut lämplig programvara för detta ändamål. Programvaran skall kunna hantera olika ICC-profiler, klara inläsning med spektrofotometer och densitometer, generera godkänd/icke godkänd etikett, ha statistikfunktion, ha toleransgränser som kan ändras manuellt, vara användarvänligt, mm.
- Framtagning av mätstripp och relevanta variabler för kvalitetsmätning.
- Undersöka möjligheterna till mätautomatik i flödet.
- Hur kan detta implementeras i det befintliga produktionsflödet (AGFA Apogee)?
- Litteraturstudier, samtal med olika programvarutillverkare, vår handledare Björn Olsson och nära samarbete med expertis på Colorcraft.

## 1.7 Avgränsningar

Examensarbetet avgränsas till

- Välja ut en lämplig programvara för detta ändamål
- Välja/ta fram lämplig mätstripp
- Definiera lämpliga toleransgränser för intensitetsskillnader ( $\Delta E$ )
- Implementering av metoden för standardkaraktäriseringarna plus Photogamutkaraktäriseringen (nio stycken) i produktionsflödet.

## 2 Genomförande

### 2.1 Allmänt

På grund av att Kodak Approval XP4 haft en central roll i detta projekt, har det varit nödvändigt att genomföra det på plats i Colorcrafts lokaler i Stockholm i nära samråd med våra handledare Roger Johansson, Peter Lundberg samt övrig expertis på företaget.

För att diskutera olika lösningar och frågeställningar har studiebesök gjorts på Bromma tryck AB och Framkom. De involverade personerna vid dessa besök har varit Per Marklund (Bromma tryck AB) samt Mattias Jonsson och Ingrid Andersson (Framkom).

### 2.2 Programvarorna

En förutsättning för att projektet skulle kunna genomföras var att ett program avsett för kvalitetsmätningar fanns att tillgå på marknaden. Redan innan sökandet av lämpliga programvaror började hade vissa grundkrav ställts upp för att ett program skulle kunna uppfattas som intressant för projektet. Kraven var bl a att programmet skulle kunna användas med automatik i ett flöde, stödja spektrala mätningar, kunna generera godkänd/icke godkänd etikett, ha statistikfunktion, toleransgränser som kan ändras manuellt, kunna stödja användandet av olika ICC-profiler, vara användarvänligt, tidseffektivt och enkelt.

Det visade sig finnas ett antal programvaror avsedda för kolorimetriska mätningar på marknaden som var intressanta och som uppfyllde flertalet av de uppställda kraven. Programvarorna är mer eller mindre avancerade, men bygger i grunden på densitometriska och/eller spektrala mätningar i en färgstripp som jämförs mot mätdata i en tidigare uppmätt eller inprogrammerad referensmätstripp. De programvaror som varit aktuella för projektet är beskrivna nedan:

#### 2.2.1 Color Quality

Color Quality från Gretag Macbeth bygger på spektrala mätningar i en, av användaren förbestämd mätstripp. Programmet jämför mätdata från den uppmätta mätstrippen mot en referens och plottar dessa värden som bland annat CIE L\*a\*b\*-diagram, trendvärden för  $\Delta E$  och  $L^*c^*h^\circ$ , densitetsvärden, spektrala data mm. Toleransgränser för både  $\Delta E$  och  $L^*c^*h^\circ$  kan ställas in separat så att Color Quality varnar om de uppmätta värdena skiljer för mycket från referensen. All uppmätt data kan skrivas ut på en vanlig skrivare och alla mätvärden sparas automatiskt i en databas.

Mätinstrumentet som rekommenderas tillsammans med Color Quality är SpectroEye från Gretag Macbeth, men det är möjligt att ansluta vilken Gretag Macbeth spektrofotometer som helst.

Color Quality fungerar på både PC och Macintosh och kostar ca 2.300 EUR. Color Quality säljs genom Heidelberg Sverige AB.

### **2.2.2 ProofCheck**

En programvara från företaget Southwest Software Inc. South West Software Inc. har marknads- och distributionssamarbete med bla Kodak, AGFA, Canon, 3M och X-Rite.

ProofCheck följde tidigare med som ett kvalitetskontrollprogram till AGFA Proof (kemisk förprovtrycksmetod). Programmets uppgift är att kontrollera kvaliteten på förprovtryck med hjälp av densitometriska mätningar. Mätförfarandet bygger på att en referensstripp läses in med hjälp av en densitometer och utifrån referensstrippens värden kan förprovtryckets färgdensitet, punktförstoring, kvalitet m.m. jämföras och utläsas. Uppsatta toleransgränser avgör om provet håller tillräcklig kvalitet eller inte. Ur programmet går det även att generera en etikett med information om provets kvalitet.

ProofCheck har en svaghet, programmet bygger på densitometriska mätningar, vilket betyder att det inte går att utläsa spektrala data så som CIE  $L^*a^*b^*$ ,  $\Delta E$ -värden m m. Vid spektrala mätningar med polarisationsfilter är det, förutom mätningar av spektrala data, även möjligt att mäta densitometriska värden. Detta resulterar i att mer mätinformation kan erhållas, vilket i sin tur leder till större kvalitetskontrollmöjligheter.

### **2.2.3 ProofCheck Pro**

I början av 2001 kom en uppdatering av ProofCheck nämligen, ProofCheck Pro. Det som bla skiljer ProofCheck Pro från ProofCheck är att mätningarna bygger på spektrofotometri. Vid mätningar av punktförstoring och densitet med en densitometer kan t ex inte förändringar i hue (kulören) och Chroma (färgens mätnadsvärde) upptäckas. Spektrala mätningar underlättar också upptäckt av känsliga parametrar såsom förändringar i gråbalans (färgstick) och gör felsökningen enklare. Programmet har även en statistisk processtyrningsfunktion vilket gör det möjligt att övervaka stabiliteten i provtrycksanläggningen med tiden. Kostnaden för programmet är ca 3.000 USD.

## **2.3 Anförskaffande av programvaror**

I januari 2001 hölls ett möte på Colorcraft där det bestämdes att vid projektets uppstart i april 2001 skulle finnas demoversioner av ProofCheck och Color Quality till hands. Kontakt togs med Brian Ferry, Senior Sales Representative på Southwest Software Inc, som bistod med en demoversion av ProofCheck. Under GRAFEX-mässan i januari 2001 togs även kontakt med Magnus Lindwall, prepresssäljare på Heidelberg Sverige AB, som bistod med en demoversion av Color Quality.

Redan vid testerna av demoversionerna kunde det konstateras att dessa versioner inte räckte till för en tillräcklig utvärdering av programmen. Kontakt togs med Lindwall på Heidelberg Sverige AB, med syfte att låna en skarp version av Color Quality. Heidelberg visade sig positiva till detta och lånade ut en skarp version av Color Quality version 3.01.

Kort därefter upptäcktes det att uppdatering av ProofCheck, ProofCheck Pro, hade släppts från Southwest Software Inc. De visade sig

också vara positiva och lånade ut en skarp version av ProofCheck Pro. Programvarorna kunde nu testas utförligt.

## **2.4 Framtagning av mätstripp**

Diskussioner fördes i början av projektet med Roger Johansson och Peter Lundberg om vad som skulle mätas för att kvaliteten på förprovtrycken skulle kunna bestämmas. En av de frågor som diskuterades var om det skulle vara tillräckligt att mäta i en mätstripp och i så fall i vilka mätfält. Det beslutades att mätningar skulle göras i en mätstripp som placeras på varje utskrift. Viktigt var att minimera antalet mätfält eftersom Colorcrafts krav var att mätförfarandet måste gå så snabbt som möjligt.

För att avgöra vilka typer av mätfält som skulle ingå i denna mätstripp (fulltonsfält, gråbalansvärden, trappning, rastertoner, etc), gjordes besök på Bromma Tryck AB och Framkom där resonemang fördes med kunniga personer.

### **2.4.1 Besök på Bromma Tryck AB**

Syftet med detta besök var att träffa Per Marklund, produktionschef på Bromma Tryck AB, samt för att se hur deras Heidelberg CPC 24 presstyre-system arbetade. CPC 24 skannar av det tryckta arket och skickar data till tryckpressen för öppning/minskning av färgskruvarna etc. CPC 24 klarar att, ur en mätning i ett 70%-gråbalansfält, bestämma värden för punktförstoring och andra kvalitetsvariabler. Att endast mäta i ett fält och erhålla tillräcklig information för kvalitetsbestämning lät intressant för vårt projekt. Det visade sig dock att Marklund ansåg att detta inte fungerade på ett tillfredställande sätt och avrådde oss från att använda endast ett mätfält.

Marklund ansåg att det i en mätstripp för vårt ändamål skulle kunna gå att utläsa tillräcklig information för kvalitetsbestämning ur ett gråbalansfält tillsammans med fyra fulltonsfält i processfärgerna. Motiveringen till detta var att det ur ett gråbalansfält kan mätas om något är fel, men för att kunna bestämma vad som är fel behövs fulltonsfälten. Ur dessa fulltonsfält skulle tex ett densitetsfel kunna upptäckas.

### **2.4.2 Besök på Framkom**

Framkom bedriver olika forskningsprojekt tillsammans med företag i den grafiska branchen. Besöket på Framkom hade ungefär samma syfte som besöket hos Bromma Tryck AB dvs att ta reda på hur många mätfält som behövs för att tillräcklig information för kvalitetsbestämning skall kunna utläsas. Diskussioner fördes med Ingrid Andersson och Mattias Jonsson. Andersson har erfarenhet av olika forskningsprojekt inom digitala förprovtryckssystem. I likhet med Marklund (Bromma Tryck AB) ansåg Andersson och Jonsson att fyra fulltonsfält och ett gråbalansfält borde vara tillräckligt för vår kvalitetsbestämning. Däremot hävdade Andersson att det krävdes mätfält med röd, grön och blå (trappingsfält) för att kunna plotta upp en färgrymd för förprovtryckssystemet. Detta är dock inte nödvändigt för projektet.



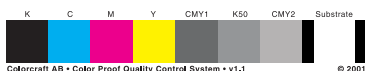


Bild 2.1 Den framtagna mätstrippen.

### 2.4.3 Val av mätstripp

Efter diskussionerna med Johansson och Lundberg samt besöken hos Bromma Tryck AB och Framkom kunde en preliminär mätstripp avsedd för projektet utformas. Mätstrippen utformades med åtta mätfält (se bild 2.1):

- Fyra fulltons-fält för processfärgerna (CMYK) där densitetsvariationer är lätta att upptäcka.
- Ett gråbalansfält med 70% Cyan, 61% Magenta och 61% Gul. Detta motsvarar en normal gråbalans i 70%-ton (Adams II, Weisberg, 2000, s 29). I ett gråbalansfält kan färgstick lätt upptäckas samt rasterinformation för cyan, magenta och gul utläsas.
- Ett mätfält med 50% svart för att kunna utläsa rasterinformation ur den svarta färgen.
- Ett gråbalansfält med 30% cyan, 25% Magenta och 25% Gul. Detta motsvarar en normal gråbalans i 30%-ton (Adams II, Weisberg, 2000, s 31).
- En ruta helt utan färg för att kunna mäta pappersvitt och på så sätt snabbt kunna se om provtrycket är laminerat på rätt papper eller om papperets kulör varierar.
- För att på ett bra sätt kunna utnyttja utrymmen på utskriftsarken samt att se till att strippen är optimerad för snabb uppmätning sattes storleken på mätfälten till 6x6 mm (Ugra/FOGRA Media wedge, 2001, s 32).

## 2.5 Val av programvara

För att kunna avgöra vilket program som var lämpligast för projektet gjordes tester och jämförelser på de båda programvarorna Color Quality och ProofCheck Pro med avseende på användarvänlighet, relevans för ändamålet etc.

### 2.5.1 Color Quality

Color Quality visade sig ha utomordentligt avancerade mätmöjligheter för bland annat, spektrala data (CIE  $L^*a^*b^*$ ), deltavärden för CIE  $L^*a^*b^*$  och CIE  $L^*c^*h^\circ$ , densitetsvärden mm. All uppmätt data sparas automatiskt i en databas och kan skrivas ut i diagram eller tabellform. Vilken spektrofotometer som helst från Gretag Macbeth kan kopplas till programmet. Via ett interface kan även spektrofotometrar av annat fabrikat anslutas.

Color Quality jämför de uppmätta värdena mot en fördefinierad referens, och plottar upp eventuella skillnader i ovan nämnda diagram. Toleranser för avvikelser i  $\Delta E$  och  $\Delta L^*c^*h^\circ$  kan ställas individuellt och om det inlästa värdet skiljer sig från referensen så mycket att det ligger utanför toleranserna, varnar programmet med ett "fail-meddelande". Med hjälp av de olika diagrammen kan feltypen snabbt hittas.



Nackdelen med programmet är att det i dagsläget inte går att automatisera mätningarna med exempelvis en SpectroScan med en tillhörande Spectrolino. Detta gör att mätningar måste göras för hand med spektrofotometer, vilket är tidskrävande. En annan detalj som talar till Color Quality's nackdel är avsaknandet av en "Pass/Fail" etikettfunktion. Detta gör att användandet av Color Quality blir svårt med tanke på den höga beläggning Colorcraft har på sina Kodak Approval-maskiner.

Kontakt togs med en tekniker på International Application and Technical Support för Gretag Macbeth för att reda ut om Color Quality var lämpligt för Colorcrafts ändamål. Gretag Macbeth menade att Color Quality troligtvis inte skulle kunna klara av att motsvara kraven som Colorcraft ställde. Programmets tilltänkta användningsområde var, enligt Gretag Macbeth, att mäta avvikelser i enstaka färger där ingen automatisering krävs.

### **2.5.2 ProofCheck Pro**

De mätdata som kan utläsas ur ProofCheck Pro är CIE  $L^*c^*h^\circ$ -värden, punktförstoring, trappning,  $\Delta L^*c^*h^\circ$ -värden, densitet och tryckkontrast. Dessa variabler anses tillräckliga för att bestämma kvaliteten på förprovtrycken. Efter närmare granskning av ProofCheck Pro kunde det konstateras att programmet inte har lika avancerade mätmöjligheter som Color Quality har beträffande CIE  $L^*a^*b^*$ -diagram etc.

Programmet har en statistisk processtyrningsfunktion som sparar alla uppmätta data i en databas och automatiskt räknar ut medel- och sigma-värden för förprovtrycksprocessen och plottar dessa data i ett styrdiagram (se fördjupningsdel kap 5.2).

Toleranser för  $\Delta E$  och CIE  $L^*c^*h^\circ$  kan, precis som i Color Quality, ställas individuellt i programmet.

ProofCheck Pro finns i dagsläget endast för Macintosh. Rekommenderade mätinstrument tillsammans med programmet är Spectrolino från Gretag Macbeth, X-Rite DTP 41 autoscan spektrofotometer, X-Rite 528 eller X-Rite 938 spektrofotometrar.

### **2.5.3 Fördelen med ProofCheck Pro**

Den stora fördelen med ProofCheck Pro är användarvänligheten. Det är enkelt att skapa nya "dokument" i programmet och eftersom programmet går att automatisera med hjälp av en Spectrolino monterad på ett SpectroScan-bord (Gretag Macbeth) eller en autoskannande DTP-41 spektrofotometer (X-Rite), blir användandet enkelt i daglig produktion. Med en sådan utrustning görs en kvalitetsmätning med endast två snabbkommandon på tangentbordet kombinerat med en knapptryckning på SpectroScan-bordet eller DTP 41 spektrofotometern.

Om en etikettskrivare (i vårt fall DYMO EL-60) kopplas till mätdata-torn kan en "Pass/Fail" etikett skrivas ut från programmet. På denna etikett finns bla, förutom om förprovtrycket är godkänt eller ej, information om vilket mätfält i mätstrippen som avviker mest respektive minst från referensen samt hur mycket det avviker i  $\Delta E$ . Möjligheter finns att på eti-

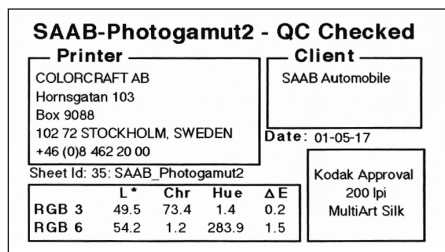


Bild 2.2 Godkänd etikett från ProofCheck Pro.

ketten lägga till information om kunden och diverse annan utskriftsinformation (rasterinformation, papperstyp, förprovtryckstyp, etc) (se bild 2.2). Detta ger möjligheter att kontrollmäta förprovtryck vid flera olika tillfällen och på så sätt säkerställa att ingen förändring skett på utskriften över tiden.

ProofCheck Pro valdes till den programvara som skulle användas för kvalitetsbestämningen av Colorcrafts förprovtryckssystem. Motiveringen till detta var att ProofCheck Pro var mer anpassat till automatiserad, daglig produktion (Colorcraft skriver ut ca 500–800 approvalutskrifter i månaden). Kravet på en "Pass/Fail"-etikett uppfylldes på ett bättre sätt av ProofCheck Pro än av Color Quality. En annan avgörande faktor var att det visade sig att Colorcraft kunde utnyttja sin överblivna Spectrolino med tillhörande SpectroScan-bord tillsammans med ProofCheck Pro, vilket underlättar då inget mätinstrument som används i den övriga produktionen tas i anspråk för kvalitetsmätningarna.

## 2.6 Toleransgränssättning

För att kunna bestämma så optimala toleranser som möjligt, måste först och främst Kodak approval-maskinernas variationer över hela utskriftsytan kartläggas. För att göra detta skapades ett dokument i Kodak Approval XP4s maxformat (A2+) i Quark XPress (version 4.0) med fyra sidor, en sida för varje processfärg i 100%-ton. Sidorna delades upp i ett rutmönster med 48 rutor jämnt fördelade över hela arket. Dessa sidor skrevs sedan ut på Kodak Approval på både obestruket och bestruket papper genom standardköerna Coated 20 och Uncoated 20. Colorcraft har sedan tidigare definierat ett målvärde för processfärgernas fulltonsdensiteter utskrivna via dessa köer (se bilaga 2). Fulltonsdensiteterna i varje ruta på arken mättes sedan upp med en spektrofotometer (SpectroEye, Gretag Macbeth) och värdena antecknades. Kontroll gjordes före och efter SAD-kalibrering för att säkerställa hur mycket utskrifter från Kodak Approval XP4 varierar med tiden. Ingen nämnvärd skillnad kunde utläsas och därför kan det antagas att Kodak Approval är stabil över tiden om inget oförutsett inträffar. Eftersom densiteten varierar över arket mättes det lägsta värdet respektive det högsta densitetsvärdet från målvärdet upp. Med spektrofotometern mättes sedan delavärdena i CIE-L\*c\*h° mellan målvärdet och det högsta respektive det lägsta värdet. Det högsta ΔE värdet av dessa två mätningar antogs bli vår tolerans för maskinens variationer.

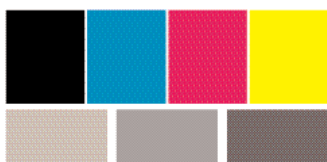


Bild 2.3 Måtfält för bestämning av toleranser för gråbalans.

### 2.6.1 Toleranser för gråbalansfälten

För att kunna optimera toleransgränserna för gråbalansen gjordes ett liknande test bestående av ett antal rutor med samma gråbalansvärden som i vår egenhändigt framtagna mätstripp (se kap. 2.4.3). I anslutning till dessa gråbalansfält placerades fulltonsfält av processfärgerna. Detta för att kunna försäkra sig om att mätningarna utfördes i fält med kor-

rekta densitetsvärden (se bild 2.3). På samma sätt som för processfärgerna mättes  $\Delta E$  värdena upp. Det kunde konstateras att intensitetsskillnaderna ( $\Delta E$ -värdena) var mycket lägre i gråbalansfälten än för processfärgerna.

Samtliga mätningar utfördes direkt efter att en SAD-kalibrering (Solid Area Density) utförts på Kodak Approval XP4. Denna typ av kalibrering görs varje dag och syftet är att kontrollera att maskinen exponerar färglaminaten korrekt.

### **2.6.2 Beräknade toleranser (i enheten $\Delta E$ )**

Obestruket papper (Scandia 2000):

Cyan: 1,8; Magenta: 2,2; Gul: 2,6; Svart: 1,9; Gråbalans: 1,4

Bestruket papper (MultiArt Silk):

Cyan: 1,1; Magenta: 2,0; Gul: 1,4; Svart: 1,4; Gråbalans: 1,0

Det är viktigt att inse att dessa värden endast beskriver maskinens variationer, vilka alltid kommer att finnas och därför alltid måste tas hänsyn till.

## **2.7 Referensmätstrippar**

För att i programmet kunna jämföra mätvärden krävs att en referens läses in. Toleranserna är bestämda utifrån maskinens svängningar kring måldensiteten för köerna. Därför krävdes att en referensstripp hittades som övensstämde med måldensiteterna i alla processfärgerna (CMYK). Tillvägagångssättet var att 264 st av de framtagna mätstripparna applicerades på ett Kodak Approval maxformatdokument (529x661 mm). Anledningen till att så många mätstrippar placerades ut var att densitetssvängningar finns över arket. Desto större yta på arket som täcktes, desto större chans att finna en mätstripp med korrekta densitetsvärden som skulle kunna användas som referensstripp. Detta maxformat med mätstrippar skrevs ut på photogamut 2.0 och alla standardköer. Totalt nio utskrifter.

## **2.8 Färgförändringar på utskrifterna**

Testerna i kap 2.6 visade att Kodak Approval XP4 är ett stabilt förprovtryckssystem. De svängningar som kunde konstateras i densitet var små och endast mätbara, dvs ej synliga för det mänskliga ögat.

När densitetsvariationerna blir så stora, att de inte ligger inom satta toleranser, talar de spektrala värdena om att något inte står rätt till i förprovtrycksprocessen. För att komma till rätta med dessa variationer måste systemet analyseras så att problemet kan elimineras.

Colorcraft har upptäckt att vissa nyansskillnader uppstått på förprovtryck som kommit tillbaka från kunden. Dessa nyansskillnader har ej funnits på förprovtrycket när det skickades till kunden (visuell kontroll görs på alla förprovtryck). En misstanke väcktes om att utskrifterna var känsliga för ljus. För att undersöka problemet närmare, testades hur väl förprovtrycken klarar av att exponeras för ljus.

### 2.8.1 Ljusbeständighetstestet

Från Kodak Approval XP4 skrevs fyra testark ut. De ark som testades var ett obestruket papper (Scandia 2000) med och utan prelaminat samt ett bestruket papper (MultiArt Silk) med och utan prelaminat. Ett prelaminat är ett laminat som kan användas för att sänka glansen hos förprovtrycken. Enligt Kodak Polychrome Graphics kan dessa laminat även användas för att öka ljusbeständigheten hos förprovtrycken.

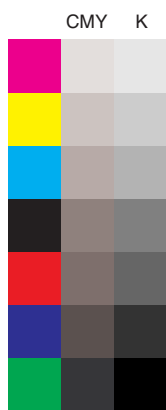


Bild 2.4 Mätstripp för ljusbeständighetstestet.

#### 2.8.1.1 Tillvägagångssätt för ljusbeständighetstestet

På arken placerades en mätstripp (se bild 2.4). Mätstrippen består av 21 mätfält; fullton av CMYK och RGB, olika toner av CMY och K. Dessa toner var 10, 20, 30, 50, 60, 80 och 100 procenttoner. Med på arket finns även plats för information om datum när mätningen gjordes, om arket har prelaminat eller inte samt om arket har förvarats mörkt eller ljust.

För att kartlägga ljusbeständigheten hos utskrifterna från Kodak Approval XP4, exponerades fyra utskrifter (bestruket och obestruket med och utan prelaminat) för D50-ljus. Fyra utskrifter (bestruket och obestruket med och utan prelaminat) placerades mörkt.

Mätningar gjordes var fjärde dag med en SpectroEye kopplad till programmet Color Quality. Alla mätvärden sparades i programmets databas (se bilaga 3). Color Quality visade sig vara ett utmärkt verktyg för dessa typer av mätningar.

På studiebesöket hos Framkom avslöjades det att Framkom tidigare gjort ljusbeständighetstester där bland annat utskrifter från Kodak Approval ingick. Framkoms tester gjordes i en trumliknade maskin med en stark lampa med syfte att simulera solljus en svensk högsommardag. Maskinen var från början avsedd för textilindustrin, där det är mycket viktigt att kunna testa om textilen tål ljus. Eftersom det inte gick att utläsa något entydigt resultat från våra tester som hade exponerats för D50-ljus, exponerades även våra testark för solljus (utskrifterna hängdes upp i ett fönster). Detta för att påskynda ett resultat.

#### 2.8.1.2 Resultat

Det som kan utläsas ur testresultatet är att utskrifter med prelaminat är mer beständiga mot ljus än utskrifter utan prelaminat. Emellertid påverkas även utskrifterna med prelaminat av ljus och blir sämre med tiden (se bilaga 3). Idealiskt är att inte utsätta förprovtrycken för onödig ljusexponering under längre tider (se bilaga 3) utan att förvara dem mörkt när de inte används.

De mätfält som påverkades mest av ljusexponering var fulltoner av Magenta och Cyan. Överlag påverkades fulltonsfält mer än fält med låga tonvärden. Detta är inte konstigt eftersom fält med låga tonvärden består utav mer pappersyta, som inte påverkas lika mycket av ljusexponeringen som rastertonerna.

En skillnad i ljusbeständighet kan inte bara utläsas mellan utskrifter

med och utan prelaminat dessutom även mellan obestrukta och bestrukna papperskvaliteter. De bestrukna arken klarade överlag ljusexponeringen sämre. En anledning till detta skulle kunna vara att papperets bestrykningssmet kan vara känsligt för ljus.

Med testresultatet som grund beslutade Colorcraft att alla utskrifter skall prelamineras för att på så sätt förebygga att inte ljusexponering påverkar förprovtrycken negativt.

## **2.9 Implementering i arbetsflödet**

På Colorcraft görs utskrifter av dokument innehållande en utskjutningar med hjälp av Agfa Apogee. Detta utskriftshanteringssystem använder sig av Preps utskjutningsmallar när utskrifter med utskjutningar görs.

Eftersom varje sida som skrivs ut måste innehålla de framtagna kontrollfälten kartlades alla utskrifter som görs. Målet var att automatisera placeringen av kontrollfälten (mätstripparna) så långt som möjligt för att underlätta för personalen. Kontrollfälten har därför inkluderats i de utskjutningsmallar som används för att maximera utnyttjandet av utskriftsytan, i IQueue, det program som gör Color Management-konverteringar samt i de malldokument som används vid utskrift av bilder.

IQueue är en uppdatering av Batchmatcher (från Gretag Macbeth) och dess funktion är att separera inkommande filer med en förutbestämd ICC-profil innan utskrift. Detta program har även möjligheter att lägga till ytterligare information (t ex en mätstripp).

Vår mätstripp (EPS-fil i CMYK-läge) lades in för alla standardköer i IQueue och på så sätt appliceras mätstrippen automatiskt på alla dokument som passerar genom dessa köer.

### **2.9.1 Photogamut-kön**

Photogamut-kön i IQueue vållade ett litet problem. Eftersom endast RGB-data passerar denna kö, dvs separering sker från Adobe-RGB färgrymden till photogamut-CMYK, är det ej möjligt att i IQueue lägga in en mätstripp i CMYK-läge. En mätstripp i RGB-läge var alltså nödvändig. För att tillverka en mätstripp som efter en RGB till CMYK konvertering har CMYK värdena 100% Cyan, 100% Magenta, 100% Gul och 100% svart, måste en "profil till profil"-konvertering (från Photogamut-CMYK till Adobe-RGB) göras i Photoshop (version 6.0). Mätstrippen öppnades därefter i Illustrator (version 8.0) och mätfälten i mätstrippen gavs de RGB-värden som utlästs i Photoshop. Denna mätstripp sparades som en EPS i RGB-läge och lades in i Photogamut-kön i IQueue.

## 3 Resultat

Till skillnad mot vad vi förväntat oss har en stor del av detta examensarbete handlat om att finna variationer i förprovtrycksprocessen vilka måste tas hänsyn till vid toleranssättning. Följande tester har alltså varit fundamentala för projektets genomförande.

### 3.1 Stabilitet och toleransgränser

Stabilitetstesterna har varit avgörande för att kunna bestämma lämpliga toleransvärden för kvalitetsbestämning. Tester utfördes endast med avseende på hur stora densitetsvariationerna var. Därmed uteslöts punktförstoringen, detta beror på att punktförstoringen bestäms av numeriska värden i RIP-datorn och det kan därför antagas att punktförstoringen ej varierar.

Testerna visade att densitetsvariationerna hos Kodak Approval XP4 var små. Densitetsvariationerna låg med god marginal inom ramarna för vad Colorcraft garanterar på sina specifikationer för standardkaraktäriseringarna. Den färg som hade störst spridning på bestruket papper (Cyan), hade en spridning på  $\pm 0,05 D$  ( $\approx 1,0 \Delta E$ ). Colorcrafts angivna tolerans för denna spridning på specifikationerna är  $\pm 0,1 D$ .

Anledningarna till dessa spridningar kan antas vara variationer av exponeringstrummans form, av hastigheten på trumman och i färgsamansättning vid färglaminattillverkningen (Kodak Polychrome Graphics, 2001, s 31).

Toleransgränserna är således bestämda med avseende på Kodak Approval XP4s densitetsvariationer över utskriftsytan. Om det vid kvalitetsmätningar visar sig att något värde hamnar utanför dess givna tolerans kan det antas att någonting utöver maskinens egna svängningar är felaktigt.

Toleransgränserna är snävt satta från början för att testa systemets repeterbarhet under en längre tid. Visar det sig att systemet inte klarar att prestera inom ramarna för dessa toleranser, kan toleransgränserna höjas något utan att en visuell skillnad kan upplevas på förprovtrycken. Teoretiskt sett är alla  $\Delta E$  värden som överstiger noll en intensitetsskillnad men i praktiken kan ett bra öga bara uppleva intensitetsskillnader omkring 5  $\Delta E$ -enheter och uppåt vid normala förhållanden. (Klaman, 1995, s 29)

### 3.2 Utskrifternas ljusbeständighet

Med ljusbeständighetstesterna som grund (se kap. 2.8.1.2, samt bilaga 3), kunde det konstateras att förprovtryck utskrivna på MultiArt Silk utan prelaminat klarade exponering för ljus sämst. Det förprovtryck som enligt testet var ljusbeständigast var Scandia 2000 med prelaminat och det förprovtryck som var minst ljusbeständigt var MultiArt Silk utan prelaminat.

Colorcraft beslutade med detta test som grund att prelaminera samtliga förprovtryck för att garantera en längre ljusbeständighet på de prov-



tryck som skickas till kund.

Införandet av prelaminat på samtliga förprovtryck visade sig vara förknippade med vissa problem. De referenser som tidigare lästs in för standardköerna stämde ej längre. Det visade sig att förprovtryck med prelaminat uppmätte en lägre densitet. Detta fick korrigeras i Kodak Approvals programvara där densiteten/exponeringen höjdes. För svart färg höjdes densiteten tre steg, vilket ungefär motsvarar 0,075 D. Övriga färger behövde höjas två steg, ca 0,05 D.

### **3.3 Framtagning av mätstripp**

Efter diskussioner med våra handledare och diverse studiebesök kunde en mätstripp med relevanta mätfält tas fram. Mätstrippen består av åtta stycken 6x6 mm (Ugra/FOGRA Media wedge, 2001, s 32) stora mätfält, fulltonsfält för processfärgerna, tre gråbalansfält samt ett fält för mätning av pappersvitt. Dessa fält är tillräckligt för att en bedömning av ett förprovtryck från Kodak Approval XP4 håller uppsatta kvalitetskrav.

### **3.4 Programvaror**

ProofCheck Pro var det program som på bästa sätt uppfyllde de baskrav som Colorcraft ställde och därför valdes denna programvara att användas vid kvalitetskontrollmätningarna. Styrkan med ProofCheck Pro är främst användarvänligheten samt möjligheten till automatisering tillsammans med en Spectrolino monterad på ett SpectroScanbord.

Programmet Color Quality visade sig vara en aning för komplicerat för att enkelt kunna användas i daglig automatiserad produktion. Dock har Color Quality många fler och avancerade mätmöjligheter än ProofCheck Pro och är ett utmärkt redskap för mätningar där tids-och automatiseringskrav ej föreligger. (se ljusbeständighetstestet kap 2.8.1.2)

### **3.5 Implementering i produktionen**

För att se till att den framtagna mätstrippen appliceras på varje utskrift som görs, lades mätstrippen i programmet IQueue. Mätstrippen applicerades även i alla templates i utskjutningsprogrammet Preps, som Agfa Apogee använder sig av vid utskjutningar av dokument. På detta sätt behöver personal på Colorcraft inte tänka på att lägga med mätstrippen vid varje utskriftstillfälle.

## 4 Slutsats

Det finns många olika definitioner av ordet kvalitet. En gammal klassisk definition är "Fitness for use" (Joseph Juran), som betyder ungefär lämplig att användas. En modernare definition av kvalitet är "Kvaliteten på en produkt (vara eller tjänst) är dess förmåga att tillfredsställa, eller helst överträffa kundernas behov och förväntningar" (Bergman & Klefsjö, 1999, s 31)

Kvalitet har blivit en allt viktigare konkurrensfaktor. Satsningar på offensiv kvalitetsutveckling (Total Quality Management) bör därför genomföras mer allmänt och systematiskt om man vill befästa sin position på marknaden. Detta förutsätter bland annat ett starkt engagemang från företagets ledning och personal samt att företagets kunder ständigt sätts i centrum.

Colorcrafts mål har sedan starten 1990 varit att ligga långt fram inom den tekniska utvecklingen samt att med sin höga grafiska kompetens erbjuda sina kunder produkter med hög kvalitet. Med kvalitetskontrollmetoden beskriven i denna rapport blir Colorcraft först i Sverige att systematiskt, visuellt och objektivt, kontrollera sina förprovtryck. Denna metod möjliggör kontrollmätningar av utskrifter vid flera olika tillfällen och på så sätt säkerställa att ingen förändring skett över tiden. Dessutom kan statistiska verktyg såsom styrdiagram, duglighetsberäkningar etc utnyttjas för att övervaka förprovtrycksprocessen (Kodak Approval XP4).

För att kvalitetkontrollsystemet skall fungera måste rutiner för det dagliga användandet bestämmas. Samtliga på företaget måste inse betydelsen av ett väl fungerande kvalitetsarbete och att det på lång sikt kommer att generera pengar till företaget i form av minskade kvalitetsbristkostnader och nöjdare kunder.



## 5 Fördjupning

### 5.1 CIE

Organisationen Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) etablerades i Frankrike 1931. Ett enhetsoberodande system skapades med hjälp av data från standardobservationer, ett medelvärde baserat på hur människan uppfattar olika våglängder av ljus. Anledningen till att standardobservatörer användes är att färguppfattning varierar mycket mellan olika personer.

För att mätningarna skulle kunna göras krävdes att samma förutsättningar erhöles för observatörerna. När standardobservatörerna bedömde färgerna gjordes det på en yta med en diameter på 3,5 cm och ett avstånd på 100 cm, vilket gav en synvinkel på exakt 2° (se bild 5.1). Detta sätt att bedömma färger blev en standard tex D50 (betraktningssluset), 2° (betraktningvinkeln).

År 1964 gjordes testerna om, men nu på en yta med diametern 17,5 cm vilket tar mer hänsyn till perefereendet. Detta gav en vinkel på 10° vilket har blivit en kompletterande standard till 2°. (Heidelberg Druckmaschinen AG, 1995, s 32)

Ett objekts färg bestäms enligt CIE av tre faktorer; ljusets färgegenskaper, det beslysta objektets färgegenskaper och betraktarens färguppfattning.

Eftersom att CIE-skalan är en enhetsoberoende färgrymd används den vid konvertering mellan olika färgrymder t ex när konvertering sker från bildskärmens RGB-färgrymd till tryckpressens CMYK-färgrymd går det via den enhetsoberoende färgrymden CIE. (Nyman, 1999, s 32)

CIE-färgsystemet använder sig av tre koordinater för att lokalisera en färg i en färgrymd. Färgrymderna som CIE har skapat är bla:

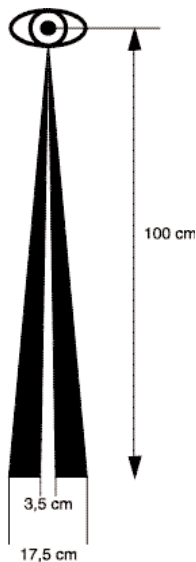
- CIE XYZ
- CIE Yyx
- CIE L\*a\*b\*
- CIE L\*c\*h°

#### 5.1.1 CIE-modellen

Det instrument som används vid mätningar av färger (spektrofotometern) arbetar på samma sätt som det mänskliga ögat. För att en observatör skall kunna uppfatta färg krävs att två saker är uppfyllda; en ljuskälla och ett objekt. Ögat samlar och filtrerar ljusets våglängder som reflekteras från ett objekt och färg uppfattas.

Spektrofotometern samlar också in ljusets våglängder från objektet som mäts, men sparar de som numeriska värden. Dessa värden sparas som spektral information i en spektral kurva (se bild 5.2).

Den spektralt insamlade informationen, spektralkurvan, multipliceras med en CIE-standard för luminans. Luminansen är en grafisk skiss som påvisar vilka ljusförhållanden som rådde under den spektrala inläsningen



**Bild 5.1** Observatörerna betraktade ljus på en yta av 3,5 cm (2°) och 17,5 cm (10°) med ett avstånd på 100 cm.

t ex dagsljus (D65, 10°) (se bild 5.2). Sedan multipliceras resultatet av den tidigare beräkningen med CIE:s standardobservatörskurva. (se bild 5.2)

När all data är insamlad kan informationen konverteras till tristimulusvärden. Dessa intensitetsvärden överensstämmer ungefär med andelen röd, grön och blå för hur ögat uppfattar färg och kan beskrivas med tre koordinater (X,Y,Z) i ett tredimensionellt koordinatsystem där varje enskild färg har en bestämd plats. Resultatet av beräkningarna kallas CIE-modellen. (X-Rite, 2001, s 32)

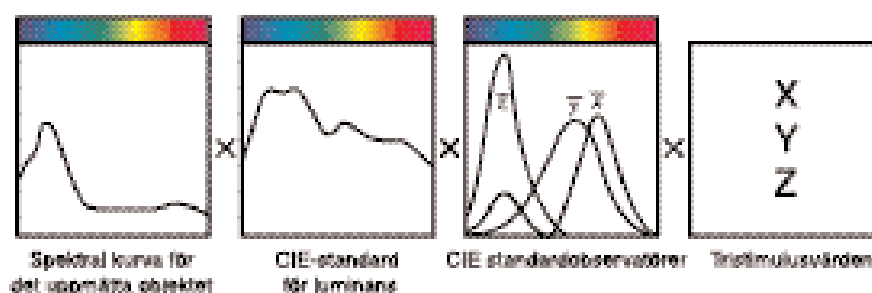


Bild 5.2. CIE-modellen.

### 5.1.2 Standardljuskällor

Även färegenskaper hos det ljus som används vid beskrivning av färgvärden har standardiserats och det finns ett antal standardiserade ljuskällor med olika färgtemperaturer. De ursprungliga CIE-standardkällorna är A (2856 K), B (4874 K), C (6774 K). På senare år har en serie med D-ljuskällor blivit definierade i CIE. Ljuskällorna existerar som matematiska specifikationer och omfattar ett område mellan 5000 K till 7500 K. De kallas CIE:s dagsljuskällor, t ex D50 och D65. Numera använder de flesta spektrofotometrar och kolorimetrar en ljuskälla på 5000 K (D50) eller 6500 K (D65).

Färgtemperaturen är ett mått på vitheten hos ljuset. Det ljus som har låg färgtemperatur är gulaktigt och ett ljus med högre färgtemperatur är blåaktigt. (Billmeyer, Saltzman, 1981, s 31)

### 5.1.3 CIE XYZ

Systemet CIE XYZ skapades av CIE i början av 1930-talet genom att en mängd personer fick rangordna färger. Systemet utgick från grundfärgerna X (röd), Y (grön) och Z (blå). CIE XYZ-systemet är konstruerat för att mäta färg från ljuskällor, snarare än färg från objekt.

När färg ska beskrivas i datorer och i den grafiska produktionsprocessen är inte CIE XYZ-systemet lämpligt, bland annat därför att det finns en hel del färger i koordinatsystemet som det mänskliga ögat inte kan uppfatta.

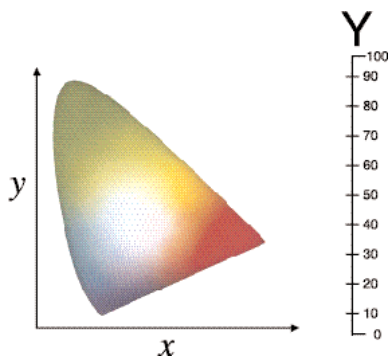


Bild 5.3 CIE Yxy-diagram.

#### 5.1.4 CIE Yxy

CIE XYZ-rymden utvecklades ytterligare med hjälp av matematiska formler. Ett nytt koordinatsystem togs fram; CIE Yxy (se bild 5.3). Den nya modellen åskådliggörs i ett tredimensionellt hästskoformat plan, ett kromaticitetsdiagram (färgmättnadsdiagram), som visar de färger ögat kan uppfatta.

Y står för luminans, y och x beskriver kromaticiteten (färgens nyans och mättnad). Men även detta system visade sig ha brister. Den största bristen var att systemet inte är linjärt (perceptuellt likformigt). Detta betyder att olika förflyttningar i diagrammet ger olika upplevda färgförändringar. Detta orsakar problem t ex när färger beskrivs i en dator eftersom noggrannheten på färgbeskrivning blir olika i olika färgområden.

#### 5.1.5 CIE L\*a\*b\*

År 1976 introducerades CIE L\*a\*b\*, vilket var en ny uppsättning av det kromatiska diagrammet, mer anpassad för grafisk produktion då systemet är perceptuellt likformigt (Nyman, 1999, s 32).

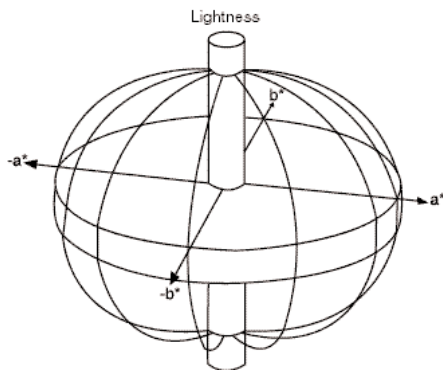


Bild 5.4 CIE L\*a\*b\*-diagram.

##### 5.1.5.1 Värden i CIE L\*a\*b\*-systemet

L\* står för ljushet och färgskalan går från 0 (mörkt) till 100 (ljus). a\* som på en skala mellan -120 till +120 indikerar utseendet av färg från grönt (-) till rött (+).

b\* som en skala mellan -120 till +120 indikerar utseendet av färg från blått (-) till gult (+).

En perfekt vit färg skulle enligt denna definition ha värdena:

$$L^* = 100$$

$$a^* = 0$$

$$b^* = 0$$

För svart skulle alla värden vara noll (Klaman, Andersson, 1995, s 32).

#### 5.1.6 $\Delta E$ (intensitetsskillnad)

CIE L\*a\*b\* är en förbättring jämfört med andra färgmättningsmetoder, men det perfekta systemet existerar inte. Ingen av de senare systemen kan representera jämnstora visuella olikheter och avstånd i färgdiagrammets alla regioner av färgrymd. Skillnader kallas intensitetsskillnad eller färgdifferens  $\Delta E$ . Genom spektrala mätningar kan ett prov jämföras med en referens (se bild 5.5). Den skillnad som uppträder i intensitet mellan provets färg och referensens färg kallas  $\Delta E$ . Intensitetsskillnad mellan färger definierades 1976 för CIE L\*a\*b\*-rymden som:

$$\Delta E_{L^*a^*b^*} = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \text{ (Billmeyer, Saltzman, 1981, s 31).}$$



Bild 5.5  $\Delta E$  är intensitetsskillnaden mellan provet och referensen.

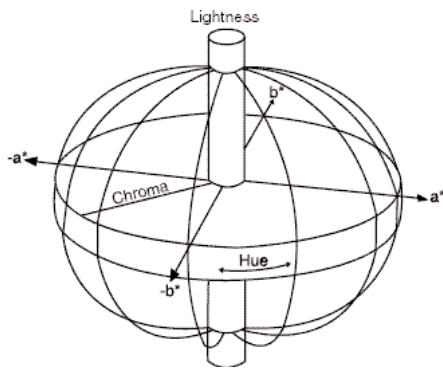


Bild 5.6 CIE L\*c\*h°.

### 5.1.6.1 Diskussion $\Delta E$

Det råder delade meningar om hur känsligt ögat är för olika värden på  $\Delta E$ . Teoretiskt kan intensitetskillnader omkring 1  $\Delta E$ -enheter upptäckas. Ett normalt öga kan upptäcka intensitetskillnader mellan 3-5  $\Delta E$ .  $\Delta E$ -värden ska helst inte överskrida 5 enheter i den grafiska branschen (Klaman, Andersson, 1995, s 32).  $\Delta E$  tar endast hänsyn till den absoluta kolorimetriska likheten mellan färger. En färgbild kan likna en annan om rätt kombination av färger används, även om de två bilderna har olika CIE-färgvärden.

### 5.1.7 CIE L\*c\*h°

En annan metod att använda CIE L\*a\*b\* är CIE L\*c\*h° (s bild 5.6). L\* står för Ljushet (anges med ett tal mellan 0-100), c\* står för chroma (mättnad 0-100) och h° står för Hue (kulörvärde som beskrivs i gradtal 0-360°). En av anledningarna till att CIE L\*c\*h° togs fram var att det passar grafisk produktion bättre än CIE L\*a\*b\*-färgrymden, som beskrivs med koordinater där det är svårt att utläsa den sökta färgen. Med CIE L\*c\*h° visar hue exakt vilket kulörvärde som söks. (Johansson, 2001, s 31).

## 5.2 Statistisk Processtyrning

I varje process, tillverkningsprocess eller annan typ av process uppstår variationer vars orsaker inte kan preciseras. Dessa variationer kan bero på ett komplicerat system av orsaker. I en tillverkningsprocess kan dessa variationer bero på spridning i materialegenskaper eller på spel och glapp i styrningar, vibrationer, varierande temperatur och fuktighet etc. I en tjänsteprocess kan dessa variationer bero på brister i rutiner, osäkerhet i information etc. En del av dessa variationer kan också bero på mätfel orsakade av glapp i mäturustningen eller på avläsningsfel. När den enskilda orsaken eller dess bidrag är okänt skyls variationen på sluppen. Variationen är slumpmässig.

Alla processer har en viss spridning vilket gör att det alltid kommer att uppstå variationer. För att identifiera orsakerna till variationer måste mycket data om den interna processen samlas in, förutsatt att det är ekonomiskt försvarbart.

Om en process har variationer som härstammar från urskiljbara orsaker, kallas variationen för systematisk. Vad som är urskiljbart eller inte beror av den information man skaffat sig om processen.

### 5.2.1 Styrdiagram

Statistisk processtyrning är en viktig del av det kontinuerliga förbättringsarbetet. Genom att kontinuerligt införskaffa och utnyttja information från processen kan nya orsaker till variation identifieras som urskiljbara och elimineras eller kompenseras för. På så sätt minskar processens variation och även kvalitetsbristkostnaderna succesivt.

Det huvudsakliga syftet med statistisk processtyrning är att minska variationerna i en process genom att identifiera och eliminera urskiljbara orsaker till variation och sedan övervaka processen, så att inte nya

urskiljbara orsaker uppstår och bidrar till en ökning av processens spridning.

Ett viktigt verktyg i statistisk processtyrning är styrdiagram. Idén är att med vissa tidsmellanrum ta ut ett antal observationer (en provgrupp) från processen och med hjälp av dessa beräknas någon form av kvalitetsindikator som avsätts i ett diagram. Kvalitetsindikatorn är en storhet som är beräknad med utgångspunkt från de erhållna observationerna, exempelvis deras aritmetiska medelvärde, deras stickprovsstandardavvikelse eller det totala antalet fel i provgruppen. I de flesta fall övervakas en tillverkningsprocess med hjälp av flera kvalitetsindikatorer samtidigt.

Kvalitetsindikatorn kan tänkas vara varje storhet som på något sätt indikerar hur processkvaliteten är eller kan förändras. Den behöver inte baseras på mätningar gjorda på själva produkten, utan det är i stället en fördel om kvalitetsindikatorn baseras på mätningar redan i processen. Detta för att erhålla en större framförhållning (Bergman, Klefsjö, 1999, s 31).

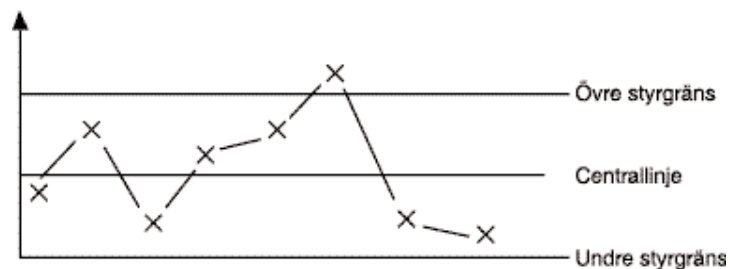


Bild 5.7 Styrdiagram.

### 5.2.2 Styrdiagrammets krav

Om kvalitetsindikatorn håller sig inom definierade gränser, sk styrgränser, är processen stabil. En övre och en undre styrgräns har skapats. I styrdiagrammet markeras en ideallnivå mellan styrgränserna med en centrallinje (se bild 5.7). Avståndet mellan styrgränserna brukar ofta sättas till sex gånger standardavvikelsen för kvalitetsindikatorn (6 Sigma). Ett styrdiagram bör uppfylla bland annat dessa krav (Bergman, Klefsjö, 1999, s 31):

- Upptäcka systematiska förändringar och bidra till att man finner urskiljbara variationskällor.
- Styrdiagrammet skall inte ge "falskt alarm" i onödan, dvs risken skall vara liten att en punkt hamnar utanför styrgränserna när ingen systematisk förändring i processen skett.
- Ett styrdiagram skall vara lätthanterligt.
- Det skall i styrdiagrammet vara möjligt att uppskatta en tidpunkt för förändring samt typen av förändring för att lättare kunna felsöka.

- Styrdiagrammet skall kunna fungera som ett kvitto på att processen har varit stabil och att ett förbättringsarbete varit lyckosamt.
- Ett styrdiagram skall kunna vara ett underlag för bedömning av spridningen hos en process, dvs processens duglighet.
- Styrdiagrammet skall ge information för förändringar i framtida styrdiagram.

De två första punkterna kan ge upphov till ett avvägningsproblem. Om man ökar känsligheten hos diagrammet, dvs man sänker övre och undre styrgränser, kommer risken för falskt alarm att öka och vice versa. Detta kan lösas genom att minskning av den slumpmässiga spridningen hos den studerade kvalitetsindikatorn genom att basera beräkningarna på flera observationer och inte markera ett enskilt mätvärde. Dessutom kan skillnaden mellan övre och undre styrgräns sättas till sex gånger standardavvikelsen för den inprickade kvalitetsindikatorns fördelning då processen är i jämvikt.

### 5.3 Processduglighet

Med hjälp av informationen från den statistiska processtyrningen kan även processens förmåga att producera enheter mellan de uppsatta toleransgränserna undersökas och mätas (se bild 5.8). Detta kallas för processens duglighetsindex. Denna förmåga beror på processens spridning (Sigma) samt hur processen är centrerad, dvs var genomsnittsvärdet ( $\mu$ ) ligger i förhållande till toleransgränserna. Detta index anger förhållandet mellan processens naturliga variation, vilket är ett annat namn för sex sigma, och det uppsatta toleransområdet.

**Formel för duglighetsindex:**  $C_p = \frac{T_o - T_u}{6\sigma}$

Ett högt värde på detta duglighetsindex, innebär att processen kommer att producera enheter inom toleransgränserna, förutsatt att processen är väl centrerad. Ett för lågt värde på duglighetsindex ger att en alltför stor del av produktionen kommer att hamna utanför någon av toleransgränserna. Normalt rekommenderas att  $C_p$  uppfyller  $1,33 \leq C_p \leq 2$ .  $C_p$  kan ej vara större än två.

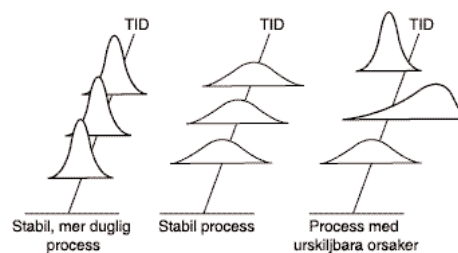


Bild 5.8 Typskiss över processer med olika duglighetsgrad.

## Referenser

### Personliga referenser

Andersson Mattias (2001)  
Colorcraft AB, Stockholm, tel: 08-462 20 70  
E-post: mattias.andersson@colorcraft.se

Andersson Ingrid (2001)  
Framkom, Stockholm, tel: 08-453 57 00  
E-post: ingrid.andersson@framkom.se, besök 2001-05-02

Eriksson Björn (2001), Applikationschef  
Kodak Polychrome Graphics AB, Stockholm, tel: 08-626 32 17  
E-post: erikssonb@kpgraphics.com

Johansson Roger (2001), Tekniskt ansvarig  
Colorcraft AB, Stockholm, tel: 08-462 20 32  
E-post: roger.johansson@colorcraft.se

Jonsson Mattias (2001)  
Framkom, Stockholm, tel: 08-453 57 02  
E-post: mattias.jonsson@framkom.se, besök 2001-05-02

Lundberg Peter (2001), Affärsområdeschef  
Colorcraft AB, Stockholm, tel: 08-462 20 29  
E-post: peter.lundberg@colorcraft.se

Marklund Per (2001), Produktionschef  
Bromma Tryck, Bromma, tel: 08-634 35 03  
E-post: per.marklund@brommatryck.se, besök 2001-04-11

### Litteraturreferenser

Adams II, R, Weisberg, J. (2000)  
*The GATF Practical Guide to Color Management*. 2 uppl.  
Graphical Arts technical Foundation - ISBN 0-88362-248-3

Bergman, B, Klefsjö, B. (1999)  
*Kvalitet från behov till användning*. 2 uppl.  
Studentlitteratur, Lund - ISBN 91-44-33412-5

Billmeyer, F, Saltzman, M. (1981)  
*Principles of Color Technology*. 2 uppl.  
Wiley-Interscience - ISBN 0-471-03052-X



Heidelberg Druckmaschinen AG (1995)  
*Color & Quality.*  
Heidelberg Druckmaschinen AG

Johansson, K, Lundberg, P, Ryberg, R (1999)  
*Grafisk kokbok.* 1 uppl.  
Bokförlaget ARENA - ISBN 91-7843-128-X

Klaman, M, Andersson, I. (1998)  
*Densitetsvariationens inverkan på färgbalansen.*  
PFT-rapport nr 46. Forskningsområde - Tryckkvalitet

Klaman, M, Andersson, I (1995)  
*Digitala förprovtryck, slutrapport.*  
Grafiska forskningslaboratoriet

Nyman, M, (1999).  
*Bättre bilder i tryck.* 2 uppl.  
Rolf förlag, Skövde - ISBN 91-973575-2-9

### **Internetreferenser**

*A guide to understanding color communication.*  
X-Rites officiella webbplats  
<<http://www.x-rite.com>> 2001-04-10

Cottingham, J. *Comparison of color tolerance formulae.*  
American Mathematical Societys officiella webbplats  
<<http://www.ams.org/careers/jcotting-cs.html>> 2001-05-07

*The CIE color models - Technical guides.*  
Adobes officiella webbplats  
<<http://www.adobe.com/support/technicalguides/color/colormodels>>  
2001-01-28

*Ugra/FOGRA Media wedge.*  
FOGRAs officiella webbplats  
<<http://www.fogra.org>> 2001-04-15

Gretag Macbeths officiella webbplats  
<<http://www.gretagmacbeth.com>> 2001-04-02

Southwest Software Inc. officiella webbplats  
<<http://www.swsoft.com>> 2001-04-02



## **Bilaga 1**

### **Tidplan**

Januari – februari 2001:	Anförskaffande av mätprogramvaror (demoversioner).
V 13:	Diverse förberedelser (test av programvaror).
V 14:	Uppstart av projekt samt installation av diverse program.
V 15:	Val av programvara skall vara klart.
V 16–V21	Vidare programvarutest och implementering av program i systemet. Löpande rapportskrivning.
V 17	Halvtidsrapport (struktur på projektet) lämnas in.
V 21	Inlämning av fullständig rapport till Examinator och opponenter.
V 22:	Redovisning.

## ***Bilaga 2***

***Specifikation av trycktekniska parametrar för  
Colorcrafts standardköer.***

## **Bilaga3**

### **Ljusbeständighetstest av Kodak Approval XP4-utskrifter**

Denna bilaga består av utskrifter från programmet Color Quality. I diagrammet visas trendvärden i  $\Delta E$  över tiden på proverna.

Det första och följande vart annat mätvärde i varje diagram motsvarar en utskrift som förvarats mörkt. Det andra och följande vart annat mätvärde i varje diagram motsvarar en utskrift som exponerats för ljus.

När ett värde överstiger  $\Delta E$ -värdet tre (den första vågräta linjen i diagrammet), anses skillnaden mellan referensen och provet vara så stor att programmet ger ett fail-meddelande och provet anses som ljusskadat.

De utskrifter som tidigare exponerats för D50-ljus hängdes efter den femte mätningen upp i ett fönster och utsattes därmed för solljus. Detta förklarar varför vissa av mätvärdena ändras drastiskt efter den femte mätningen.

Mätningarna har utförts med en Gretag Macbeth SpectroEye kopplad till programvaran Color Quality. För mer information och resultat av testet se kapitel 2.8 i huvudrapporten.