หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

จากการที่ได้ศึกษาถึงรายละเอียดทั้งหมดในกระบวนการพิมพ์ (ตามรายละเอียดในบทที่ 2) รวมถึงการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นกับกระบวนการ ซึ่งส่งผลทำให้กระบวนการผลิตเกิดความล่าช้า มี Productivity ต่ำ และมีคุณภาพที่ไม่แน่นอน เมื่อได้ศึกษาหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ปัญหาแล้ว จึงได้ทำการปรับปรุงกระบวนการตามวิธีการดังต่อไปนี้

การจัดทำค่าอ้างอิงของสี

การจัดทำค่าอ้างอิงของสีมีขั้นตอนการดำเนินการแบ่งเป็น 3 กรณีคือ

กรณีที่ 1 เมื่อสีนั้นมีการผลิตมากกว่า 20 ครั้ง

นำตัวอย่างยางพิมพ์สีนั้น ๆ ที่ได้มีการเก็บไว้ของแต่ละ Lot.การผลิตที่ผ่านมา และเป็นสีที่ลูกค้ายอมรับ มาทำการวัดค่าการสะท้อนแสงของสีในรูปของค่า CIE L*a*b* ด้วยเครื่อง Chroma meter แต่ละสีจะทำการเก็บตัวอย่าง 20 ค่า ทำการคำนวณทางสถิติด้วยวิธีของการประมาณค่า (Estimate) (จากหนังสือสถิติสำหรับงานวิศวกรรม หน้า 156-157, 2526) เพื่อกำหนดช่วงของค่าอ้างอิงที่ใช้เป็นตัวแทนของประชากรสีนั้น จากสูตร

$$L = \bar{X} - t / 2, n-1 * s/\sqrt{n} \quad \text{และ} \quad U = \bar{X} + t / 2, n-1 * s/\sqrt{n}$$

โดยที่ L = ค่าที่เป็นขีดจำกัดต่ำสุด

U = ค่าที่เป็นขีดจำกัดสูงสุด

X = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

t = ค่าความน่าจะเป็นแบบ t

S = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n = จำนวนข้อมูลที่นำมาทำการคำนวณ

กรณีที่ 2 เมื่อสีนั้นมีการผลิตมาไม่ถึง 20 ครั้ง

ให้ใช้ตัวอย่างยางพิมพ์สีนั้น ๆ ทั้งหมดทุก Lot . ที่ผ่านการผลิตและเป็นที่ยอมรับของลูกค้า มาทำการวัดค่าการสะท้อนแสงของสีในรูปของค่า CIE L*a*b* ด้วยเครื่องChroma meter

และเก็บค่าที่ได้ทั้งหมดไว้เป็นข้อมูลพื้นฐาน

กรณีที่ 3 เมื่อสีนั้นเพิ่งมีการผลิตเป็นครั้งแรก

ในกรณีนี้เราจะอาศัยข้อมูลจากลูกค้า โดยการออกตัวอย่างสีนั้นไปให้ลูกค้าตัดสินใจเลือกก่อน 3 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างจะมีความแตกต่างกันของสี ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เราพิจารณาว่าน่าจะยอมรับได้ ลูกค้าจะเป็นผู้ตัดสินใจเลือกมาตรฐาน ซึ่งอาจจะเลือกเพียง 1 , 2 หรือ ทั้ง 3 ตัวอย่างก็ได้ ขึ้นอยู่กับความพอใจที่มี นำตัวอย่างที่ลูกค้าเลือกมาวัดค่าการสะท้อนแสงของสีในรูปของค่าCIE L*a*b*ด้วยเครื่อง Chroma meter และเก็บค่าที่ได้ทั้งหมดไว้เป็นข้อมูลพื้นฐาน

เนื่องจากในกรณีที่ 2 และ 3 ถือว่าข้อมูลของสีที่เก็บได้มีจำนวนไม่เพียงพอ ที่จะนำมาทำการคำนวณการประมาณค่า(Estimate) เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิงของสีได้ แต่สามารถที่จะนำข้อมูลที่มีเหล่านั้น เก็บไว้เป็นฐานข้อมูล เพื่อการจัดทำค่าอ้างอิงของสีต่อไป เมื่อมีข้อมูลครบตามจำนวนที่ระบุคือ 20 ตัวอย่าง

จำนวนสีที่มีข้อมูลครบ 20 ตัวอย่าง สามารถนำมาหาค่าอ้างอิงของสีมีด้วยกันทั้งสิ้น 27 สี จากสีที่มีการผลิตทั้งสิ้น 35 สี (หมายเหตุ เนื่องจากสีที่เหลืออีก 5 สี เป็นสีดำจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องวัดค่าการสะท้อนแสงของสีดำนั้น และอีก 3 สีเป็นสีที่มีตัวอย่างไม่ครบ 20 ค่า)

<u>ตัวอย่างวิธีการประมาณค่าอ้างอิงของสี</u>

กรณีที่ 1 การวิเคราะห์หาค่าอ้างอิงของสี #02 ที่ได้เก็บตัวอย่าง 20 ค่า ดังนี้

	COLOR # 02		
sample no.	L	a	b
1	63.36	1.89	4.61
2	63.21	1.89	4.78
3	63.52	1.97	4.20
4	63.26	1.87	4.64
5	63.34	1.91	4.56
6	61.65	2.14	8.49
7	61.49	2.14	8.39
8	61.72	2.19	8.14
9	61.74	2.15	7.84
10	61.65	2.16	8.22
11	62.58	1.77	4.44
12	62.34	1.66	4.91
13	62.35	1.62	4.47
14	62.34	1.64	4.65
15	62.40	1.67	4.62
16	65.02	2.24	8.50
17	65.25	2.34	8.76
18	65.27	2.22	8.73
19	64.91	2.34	8.43
20	65.11	2.29	8.61
Mean	63.13	2.00	6.50
Stdev	1.33	0.25	1.97

วิธีทำ ประมาณค่า L จากข้อมูล 20 ค่า ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95 %

L มีค่าต่ำสุด (L) = $\bar{X}$ - t / 2, n-1*s/$\sqrt{n}$

= 63.13 - 2.03*1.33/$\sqrt{20}$

= 62.52

และ มีค่าสูงสุด(U) = $\bar{X}$ + t / 2, n-1*s/$\sqrt{n}$

= 63.13+2.03*1.33/$\sqrt{20}$

= 63.73

ดังนั้นที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่า L ของสี #02 จะมีค่าอยู่ในช่วง (62.52 , 63.72)

และในทำนองเดียวกัน ทำการวิเคราะห์ค่า a และ b จากข้อมูลที่ได้ว่า

a มีค่าต่ำสุด (L) = $\bar{X}$ - t / 2, n-1*s/$\sqrt{n}$

= 2.00 - 2.03*0.25 /$\sqrt{20}$

= 1.89

และ มีค่าสูงสุด(U) = $\bar{X}$ + t / 2, n-1*s/$\sqrt{n}$

= 2.00+2.03*0.25 /$\sqrt{20}$

= 2.12

b มีค่าต่ำสุด (L) = $\bar{X}$ - t / 2, n-1*s/$\sqrt{n}$

= 6.50 - 2.03*1.97 /$\sqrt{20}$

= 5.60

และ มีค่าสูงสุด(U) = $\bar{X}$ + t / 2, n-1*s/$\sqrt{n}$

= 6.50+2.03*1.97 /$\sqrt{20}$

= 7.40

ดังนั้นค่ามาตรฐาน CIE L*a*b* สำหรับสี #02 สามารถกำหนดได้ดังนี้

ค่าที่กำหนด	L	a	b
Minimum	62.52	1.89	5.60
Maximum	63.73	2.12	7.40
ช่วงของค่า	62.52-63.73	1.89-2.12	5.60-7.40

แล้วใช้วิธีการเดียวกันนี้ในการหาค่าอ้างอิงของสีอื่น ๆ ที่สามารถเก็บตัวอย่างได้ครบ 20 ตัวอย่าง ซึ่งมีด้วยกันทั้งสิ้น 27 สี(ข้อมูลการเก็บค่าอ้างอิงของสีอยู่ในภาคผนวก ง)

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าอ้างอิงสีต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ในค่าที่ลูกค้ายอมรับ ที่ระดับ 95 % ความเชื่อมั่น

สี	ค่า L	ค่า a	ค่า b
# 01	35.54 - 35.74	2.58 - 2.67	1.40 - 1.53
# 02	62.52 - 63.73	1.89 - 2.12	5.60 - 7.40
# 03	60.79 - 62.85	2.28 - 2.49	7.78 - 8.28
# 04	56.59 - 57.40	4.31 - 4.84	21.02 - 21.92
# 05	71.62 - 72.44	3.31 - 3.75	18.22 - 18.84
# 06	71.96 - 73.58	2.00 - 2.54	19.44 - 20.39
# 07	34.67 - 35.03	7.91 - 8.17	9.36 - 9.52
# 08	49.25 - 50.00	9.00 - 9.29	21.81 - 22.36
# 09	55.54 - 56.25	4.15 - 4.97	22.07 - 22.81
# 13	31.83 - 32.36	13.06 - 13.57	12.28 - 12.92
# 14	26.00 - 26.48	7.10 - 7.45	5.88 - 6.24
# 15	24.90 - 25.40	2.90 - 3.08	3.11 - 3.29
# 16	34.39 - 35.26	7.53 - 7.71	13.27 - 14.02
# 19	27.50 - 28.14	- 3.58 - (-3.26)	- 3.89 - (-3.57)
# 32	63.73 - 64.31	4.32 - 4.49	16.62 - 16.99
# 34	66.79 - 67.41	5.18 - 5.50	19.95 - 20.71
# 35	71.63 - 72.93	2.95 - 3.19	17.42 - 18.05
# 36	33.70 - 35.16	2.97 - 3.71	6.00 - 6.70
# 37	29.78 - 30.39	2.63 - 2.84	4.78 - 5.37
# 39	34.37 - 35.10	- 0.98 - (-0.71)	-0.68 - 0.30
# 43	60.57 - 61.91	2.95 - 3.46	17.23 - 18.02
# 44	66.20 - 67.08	2.40 - 2.79	14.49 - 15.32
# 45	73.21 - 75.31	2.52 - 2.84	16.48 - 17.03
# 70	25.82 - 26.60	- 0.15 - 0.27	- 0.47 - (-0.04)
# 73	30.82 - 32.49	9.85 - 11.13	10.17 - 11.42
# 75	49.00 - 52.41	7.83 - 8.75	21.17 - 23.52
# 78	29.19 - 29.96	8.92 - 9.30	8.93 - 9.46

การจัดทำระบบการทดสอบหมึกพิมพ์ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต

เนื่องด้วยการทดสอบหมึกพิมพ์ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตนี้ อาจจะกล่าวได้ว่าเป็นการควบคุมคุณภาพนอกสายการผลิตได้วิธีหนึ่ง ขั้นตอนต่าง ๆ ในการจัดการดำเนินการมีดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การใช้เครื่องพิมพ์ปฏิบัติการนอกสายการผลิต ที่มีสภาพทุกอย่างเหมือนเครื่องในสายการผลิต สามารถปรับตั้งสถานภาพการผลิต (Conditions) ได้เหมือนกับที่จะใช้งานจริงทุกประการ ไม่ว่าจะเป็นการตั้งความเร็วรอบของลูกกลิ้ง การตั้งแรงกดและการวางองศาของใบมีด ควบคุมความหนืดของสีด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ความแตกต่างกับเครื่องพิมพ์ในสายการผลิตคือ เครื่องพิมพ์ทดสอบนี้จะทำงานอยู่นอกสายการผลิต เป็นเครื่องเดี่ยว ๆ จำนวน 3 เครื่องด้วยกัน อันประกอบด้วยเครื่องที่ 1 เป็นระบบแบบหมุนย้อน (Reverse roll) เครื่องที่ 2 เป็นระบบแบบหมุนไปข้างหน้า (Forward roll) และเครื่องที่ 3 ก็เป็นระบบแบบหมุนไปข้างหน้า

โดยที่ไม่มีการใช้ระบบของการลำเลียงด้วยสายพาน ไม่มีระบบความร้อนในการทำให้สีแห้งตัว แบบที่ใช้ในสายการผลิตต่อเนื่อง

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบจะเริ่มต้นจากการเตรียมเครื่อง ปรับแต่งให้เหมือนกับที่จะใช้งานจริง ค่าต่างๆจะถูกปรับตั้งให้คงที่ ยางซึ่งเป็นวัสดุที่จะใช้ทดลองพิมพ์นั้นจะใช้ขนาดที่เล็กกว่าของจริง คือใช้ขนาด A4 (21 x 29.7 เซ็นติเมตร) เท่านั้น (ส่วนยางที่ใช้พิมพ์ในกระบวนการผลิตจริงจะมีขนาด 110 x 100 เซ็นติเมตร)

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากผ่านการพิมพ์สีชั้นที่ 1 ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบ Reverse roll แล้วเราก็จะนำยางไปทำการอบให้สีแห้งพอประมาณ ด้วยตู้อบที่ใช้ความร้อนจากหลอดไฟอินฟาเรด (Infared tube) (อุณหภูมิ 80 C เป็นเวลา 10 วินาที)

ขั้นตอนที่ 4 จากนั้นพิมพ์ทับด้วยสีชั้นที่ 2 ด้วยเครื่องพิมพ์เครื่องที่ 2 ที่เป็นระบบ Forward Roll ปกติ (ดูรูปที่ 3.1 ประกอบ) แล้วอบด้วยความร้อนที่อุณภูมิ 80 C เป็นเวลา 5 วินาที

ขั้นตอนที่ 5 พิมพ์สีชั้นที่ 3 ทับ ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบ Forward Roll ที่มีลูกกลิ้งสกรีน (Screen Roller) เป็นลวดลายต่าง ๆ แล้วทำการอบด้วยความร้อนอุณหภูมิ 80 C เป็นเวลา 5 วินาที

ขั้นตอนที่ 6 นำยางที่ได้ผ่านการพิมพ์สีทั้ง 3 ชั้นแล้ว ไปทำการเคลือบเงาทับด้วยแลกเคอร์ ด้วยเครื่องในสายการผลิต จากนั้นอบสีให้แห้งด้วยความร้อนอุณหภูมิ 165 C เป็นเวลา 25 วินาที

ขั้นตอนที่ 7 นำสิ่งพิมพ์ที่ได้มาทำการวัดค่า CIE L* a* b* ด้วยเครื่อง Chroma meter เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าอ้างอิงของสีนั้นที่เราได้มีการจัดทำขึ้น ถ้าค่า CIE L* a* b* ของสีที่ได้ ไม่อยู่ในมาตรฐานที่ต้องการ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าควรจะปรับแต่งสีชั้นใด นำสีนั้นไปทำการปรับแต่ง แล้วนำกลับมาทดลองพิมพ์ใหม่จนกว่าจะได้ค่าของสีอยู่ในช่วงค่าอ้างอิงที่ยอมรับได้ของสีนั้น ๆ

หมายเหตุ แผนการจัดเตรียมและทดสอบสีนี้ ให้ดำเนินการตามตารางกำหนดการพิมพ์ ที่ได้มีการวางแผนการผลิตไว้เดือนต่อเดือน โดยปริมาณสีที่จัดเตรียมนั้นจะทำการคำนวณ ให้พอดีต่อความต้องการในการใช้งานครั้งต่อครั้ง ให้ทำการเตรียมและทดสอบสีก่อนที่จะมีการนำไปใช้งานประมาณ 1 อาทิตย์ หรืออาจจะน้อยวันกว่านั้น แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 3 วันก่อนนำไปใช้งาน ทั้งนี้เพื่อให้การทำงานเป็นไปได้ด้วยความถูกต้อง โดยมีเวลาเผื่อที่เหมาะสมในกรณีที่คำสั่งการผลิตมีการเปลี่ยนแปลง เช่น มีใบสั่งผลิต (Order) ด่วนของสีหรือผลิตภัณฑ์ตัวอื่นเข้ามาแทรก ก็จะได้มีเวลาเตรียมงานและแก้ไขแผนการผลิตได้ทันท่วงที

การทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ให้เป็นแบบคงที่

จากทฤษฎีของสีและการพิมพ์ กล่าวถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพิมพ์และมีผลนำไปสู่คุณภาพของงานพิมพ์ที่ได้ ซึ่งคุณภาพที่เป็นจุดสำคัญต่อกระบวนการพิมพ์พื้นยางก็คือเรื่องความหนาบางและเฉดสีที่ได้ โดยตัวแปรที่นำมาทำการศึกษาในส่วนของตัวเครื่องพิมพ์ครั้งนี้มี 2 ตัวแปรคือ

1. ความเร็วรอบของลูกกลิ้งที่ใช้ในการพิมพ์ระบบหมุนย้อน (Reverse Roll)
2. การตั้งองศาของใบมีดที่ทำมุมกับลูกกลิ้งสกรีน

เนื่องจากเป็นตัวแปรที่พบว่ามีผลกระทบต่อระบบการพิมพ์เป็นอันมาก โดยที่ข้อมูลที่มีอยู่เกี่ยวกับตัวแปรทั้ง 2 ตัว ยังไม่มีการจัดการให้เหมาะสมหรือเลือกใช้ให้ถูกต้องกับความสามารถหรือประโยชน์ที่ควรจะได้รับอย่างแท้จริง จึงทำการศึกษาเพื่อชี้ประเด็นให้เห็นถึงผลของตัวแปรและการหาค่าที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

โดยกำหนดเงื่อนไขของตัวแปรอื่น ๆ ให้เป็นแบบคงที่เพื่อสะดวกในการศึกษาและเป็นค่าที่มีความเหมาะสมในการนำมาปฏิบัติ อาทิเช่น กำหนดค่าความหนืดของสีที่ใช้พิมพ์ตามค่าที่ได้มีการใช้งานอยู่ประจำวัน กำหนดชนิดของลูกกลิ้งสกรีนที่ใช้กับการทดสอบความเร็วรอบของการพิมพ์ด้วยระบบหมุนย้อน โดยมีรายละเอียดในการศึกษาดังต่อไปนี้

1 การทดสอบความเร็วรอบของเครื่องพิมพ์ที่มีผลต่อคุณภาพสิ่งพิมพ์ที่ได้

ที่มาของการทดสอบ

เนื่องจากการพิมพ์ด้วยระบบลูกกลิ้งหมุนย้อน (Reverse Roll) แบบที่ใช้ในกระบวนการผลิตในขณะนี้ เป็นระบบที่ลูกกลิ้ง Screen และลูกกลิ้ง Impression มีการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ตรงข้ามกัน (ดูรูปที่ 3.1 และภาคผนวก ก การพิมพ์ด้วยระบบกราเวียร์ประกอบ) ทำให้การตั้งค่าความเร็วของลูกกลิ้งแต่ละลูกเป็นอิสระต่อกัน แต่เนื่องจากในขณะที่ทำการวิจัยพบว่า การปรับตั้งความเร็วของลูกกลิ้งมีผลต่อความหนาบางของสีที่พิมพ์ออกมาได้ ซึ่งความหนาบางของสีนี้จะไปมีผลต่อเฉดสีที่ได้ด้วย การปรับตั้งความเร็วของเครื่องพิมพ์ทำโดยที่ค่อย ๆ ตั้งค่าที่คิดว่าพอดีแล้วจึงลองใส่ชิ้นงานเข้าไปพิมพ์ดูว่าใช้ได้หรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็ค่อย ๆ ปรับความเร็วรอบให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงแล้วลองพิมพ์ใหม่ โดยทั้งหมดนี้เป็นการลองผิดลองถูกและอาศัยประสบการณ์การทำงานของพนักงานเท่านั้น ยังไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ใด ๆ ที่จะใช้ตรวจวัดความเร็วรอบที่ตั้ง ทำให้การตั้งค่าเครื่องพิมพ์แต่ละวันไม่มีความคงที่ ต้องเสียเวลานานมากในการปรับตั้ง ในการวิจัย จึงได้ทำการติดตั้งเครื่องวัดความเร็วรอบระบบดิจิตอลไว้ที่ลูกกลิ้งของเครื่องพิมพ์

จุดประสงค์ของการทดสอบ

1. ทำการทดสอบเพื่อยืนยันให้เห็นถึงความแตกต่างของสีที่พิมพ์ได้ จากการปรับตั้งความเร็วรอบด้วยความเร็วค่าต่าง ๆ
2. เพื่อการหาความเร็วรอบที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าของเครื่องพิมพ์ให้เป็นแบบคงที่ ในการพิมพ์สีแต่ละสี

วิธีทดสอบ

1. ทำการติดตั้งเครื่องวัดความเร็วรอบของลูกกลิ้ง (ดูรูปในภาคผนวก ค) ไว้ที่เพลาของทั้งลูกกลิ้ง Screen และลูกกลิ้ง Impression ของเครื่องพิมพ์กราเวียร์ระบบหมุนย้อน
2. เลือกความเร็วรอบของลูกกลิ้งสกรีนที่จะใช้ในการทดสอบให้มีค่าแตกต่างกัน 7 แบบ โดยให้ลูกกลิ้งImpression หมุนด้วยความเร็วคงที่เท่ากับ 24 rpm โดยค่าความเร็วแบบต่าง ๆ ของลูกกลิ้งสกรีน ที่ใช้เป็นดังนี้

แบบที่	ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง Screen roller (rpm)	ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง Impression roller คงที่ (rpm)
1	72	24
2	66	24
3	60	24
4	54	24
5	48	24
6	42	24
7	36	24

3. เลือกสีที่จะใช้ในการทดสอบ ซึ่งเป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่มสีดังนี้

: Red tone (สีออกแดง) ใช้สี # 14 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Beige tone (สีออกสีเนื้อ) ใช้สี # 02 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Brown tone (สีออกน้ำตาล) ใช้สี # 08 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Gray tone (สีออกเทา) ใช้สี # 39 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

4. ทำการพิมพ์แต่ละสีที่แต่ละความเร็วรอบ 5 ตัวอย่างด้วยกัน โดยกำหนดให้ตัวแปรอื่น ๆ มีค่าคงที่คือ ใช้ลูกกลิ้งสกรีนแบบ 30F . และใช้สีที่ได้มีการปรับแต่งเฉดสีให้ถูกต้องตามความต้องการโดยมีค่าความหนืดของสีเท่ากับ 11 วินาที วัดด้วย Zahn cup #4
5. วัดค่าสีที่ได้ของแต่ละตัวอย่างด้วยเครื่อง Chroma meter ค่าที่วัดออกมาได้จะอยู่ในรูปของค่า CIE L* a* b*
6. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการปรับตั้งลูกกลิ้งทั้ง 7 แบบ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าที่วัดได้ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร โดยในแต่ละสีจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ค่าด้วยกันคือ

    6. 1 ทดสอบความแตกต่างของค่า L

    6. 2 ทดสอบความแตกต่างของค่า a

    6. 3 ทดสอบความแตกต่างของค่า b

    โดยมีสมมุติฐานหลักคือ $H_o = \alpha 1 = \alpha 2 = \alpha 3 = \alpha 4 = \alpha 5 = \alpha 6 = \alpha 7 = 0$
7. แต่ละสีที่เป็นตัวแทนของกลุ่มทำการทดสอบซ้ำอีก 1 รอบ แล้วสรุปผลที่ได้
   (ค่าที่ทำการทดสอบได้และการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก จ และตามตัวอย่างในตารางที่ 3.2)
8. การหาความเร็วรอบที่เหมาะสมของสีแต่ละกลุ่ม ให้ทำการพิจารณาจาก

    a. ความหนาของสีที่ได้ ต้องสามารถครอบคลุมพื้นผิวและรอยตำหนิบนหน้ายางได้อย่างทั่วถึง

    b. ต้องให้สีที่พิมพ์ได้เรียบเสมอกัน

    c. ความเร็วที่ใช้ต้องสมดุลกับความเร็วของสายพานส่งยาง
9. ทำการเก็บข้อมูลความเร็วรอบของสีที่มีการปรับตั้งในสายการผลิตเป็นเวลา 2 เดือน แล้วทำการจัดทำค่ามาตรฐานความเร็วรอบของสีที่ใช้ในการพิมพ์สีกลุ่มต่าง ๆ ต่อไป

COLOR # 14 ผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1

ค่า L ของสีที่วัดได้จากความเร็วรอบแบบต่างๆ

ข้อมูลที่	L1	L 2	L 3	L 4	L 5	L 6	L 7
1	31.15	30.83	30.58	30.31	30.45	30.25	30.06
2	31.25	31.01	30.74	30.44	30.38	30.12	29.97
3	31.19	30.99	30.49	30.36	30.26	30.18	29.75
4	31.07	30.88	30.57	30.51	30.28	30.15	29.72
5	30.99	30.77	30.62	30.45	30.19	30.05	29.97

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนสรุปได้ดังนี้

แหล่งความแปรผัน	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
ประเภทของระบบ	6	5.49	0.92	87.86
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	28	0.29	0.01	

COLOR # 14 ผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1

ค่า a ของสีที่วัดได้จากความเร็วรอบแบบต่างๆ

ข้อมูลที่	a1	a 2	a 3	a 4	a 5	a 6	a 7
1	14.78	14.24	14.24	14.36	14.14	13.97	13.55
2	14.54	14.48	14.44	14.23	14.31	14.06	13.35
3	14.71	14.37	14.43	14.32	14.15	13.93	13.40
4	14.89	14.41	14.38	14.43	14.19	14.11	13.43
5	14.54	14.25	14.25	14.46	14.26	14.01	13.41

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนสรุปได้ดังนี้

แหล่งความแปรผัน	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
ประเภทของระบบ	6	4.85	0.81	80.59
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	28	0.28	0.01	

ตารางที่ 3.2 ค่าที่วัดได้จากความเร็วรอบแบบต่างๆ และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ) ค่าที่วัดได้จากความเร็วรอบแบบต่างๆ และการวิเคราะห์ความแปรปรวน

COLOR # 14 ผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 1

ค่า b ของสีที่วัดได้จากความเร็วรอบแบบต่างๆ

ข้อมูลที่	b 1	b 2	b 3	b 4	b 5	b 6	b 7
1	10.79	10.71	10.68	10.36	10.09	9.86	9.45
2	10.75	10.79	10.56	10.47	10.12	9.96	9.40
3	10.89	10.79	10.71	10.38	10.24	9.79	9.55
4	10.88	10.73	10.53	10.47	10.14	9.87	9.31
5	10.81	10.68	10.73	10.45	10.08	9.90	9.41

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนสรุปได้ดังนี้

แหล่งความแปรผัน	ดีกรีของความอิสระ	ผลบวกกำลังสอง	ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง	F
ประเภทของระบบ	6	7.87	1.31	284.75
ความผิดพลาดแบบสุ่ม	28	0.13	0.01	

โดยใช้ระดับนัยสำคัญ 5 % $F_{.05,6,28} = 2.45 < F$ ที่ได้จากการวิเคราะห์ค่า L , a, b ทั้ง 3 ค่า ดังนั้นสรุปว่า การใช้ความเร็วรอบของลูกกลิ้งที่ต่างกัน ทำให้สีที่พิมพ์ได้แตกต่างกันไปด้วย

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความเร็วรอบที่ใช้ในการพิมพ์สีต่าง ๆ เก็บข้อมูลเป็นเวลา 2 เดือน

วันที่พิมพ์	สี	ค่าความเร็วรอบที่ใช้ (rpm)	วันที่พิมพ์	สี	ค่าความเร็วรอบที่ใช้ (rpm)	วันที่พิมพ์	สี	ค่าความเร็วรอบที่ใช้ (rpm)
1	#09	60	21	#79	70	41	#06	66
2	#32	72	22	#37	66	42	#17	60
3	#35	66	23	#14	60	43	#43	72
4	#45	60	24	#12	60	44	#32	72
	#42	66		#13	54	45	#13	60
5	#75	60	25	#02	66	46	#12	60
6	#02	72	26	#06	66		#16	60
7	#04	66		#08	60	47	#14	60
8	#08	60	27	#39	66	48	#15	60
9	#72	54	28	#70	60	49	#13	54
10	#13	60	29	#09	60		#39	66
11	#06	72	30	#32	66	50	#70	60
12	#07	60	31	#04	72	51	#79	66
13	#16	60	32	#03	66	52	#73	60
	#17	66	33	#03	66	53	#78	54
14	#75	60		#44	66	54	#03	72
15	#05	72	34	#45	72	55	#02	72
16	#02	72	35	#42	72	56	#05	66
17	#72	54	36	#08	60	57	#04	66
18	#04	60	37	#36	66	58	#01	60
19	#73	54	38	#02	68	59	#37	60
20	#78	60	39	#35	66	60	#39	66
			40	#39	66			

จากผลที่ได้นำมาทำการกำหนดค่าความเร็วรอบที่เหมาะสมต่อการพิมพ์สีในกลุ่มต่าง ๆ

กลุ่มสี	ค่าความเร็วรอบที่ใช้ของลูกกลิ้งสกรีน (rpm)
Red Tone	54 -60
Beige Tone	60 - 72
Brown Tone	54 - 60
Gray Tone	60 - 66

2 การวางองศาของใบมีด (Doctor Blade) กับตัวลูกกลิ้ง

ที่มาของการทดสอบ

เนื่องจากความหนาบางของสีที่พิมพ์ได้ มีส่วนมาจากการที่ใบมีดปาดสีออกจากหลุมของสกรีน และการที่บริเวณที่ไม่มีสกรีนจะต้องถูกปาดสีออกจนหมด สีที่จะทำการถ่ายทอดลงสู่วัสดุสิ่งพิมพ์นั้นจะต้องเป็นสีที่อยู่ในหลุมสกรีนเท่านั้น จากทฤษฎีเกี่ยวกับการพิมพ์ด้วยระบบกราเวียร์นี้ เราทราบว่าในกรณีที่ต้องการให้ได้สีที่หนาบาง สามารถปรับได้จากการติดตั้งใบมีด ให้เอียงทำมุมต่างกันๆกับลูกกลิ้ง และเนื่องจากในกระบวนการพิมพ์ของเราก็ได้มีการนำเอาการติดตั้งใบมีดแบบที่เอียงทำมุมต่าง ๆ กับลูกกลิ้งมาใช้งาน โดยมิได้ทราบถึงผลกระทบอันแท้จริงที่เกิดขึ้น การปรับตั้งเป็นไปเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น ซึ่งในสถานการณ์หนึ่งอาจจะใช้การได้ดี แต่ไม่เหมาะสมกับอีกสถานการณ์หนึ่ง การวิจัยในส่วนนี้จึงเกิดขึ้น

จุดประสงค์ของการทดสอบ

1. เพื่อการพิสูจน์ให้เห็นถึงความแตกต่างของสีที่พิมพ์ได้ จากการติดตั้งใบมีดปาดสีที่องศาต่างๆกัน โดยให้ตัวแปรอื่นๆมีค่าคงที่
2. เพื่อการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อการใช้งานของใบมีดปาดสี ซึ่งสัมพันธ์กับค่าของตัวแปรอื่นๆ

วิธีทดสอบ

1. เลือกองศาของการวางใบมีดปาดสีที่จะใช้ในการทดสอบครั้งนี้ 7 แบบด้วยกันคือ

แบบที่	องศาของใบมีดที่ทำมุมกับลูกกลิ้ง
1	15 องศา
2	25 องศา
3	35 องศา
4	45 องศา
5	55 องศา
6	65 องศา
7	75 องศา

2. เลือกสีที่จะทำการทดสอบเพื่อเป็นตัวแทนของกลุ่มแต่ละโทนสีดังนี้

: Red Tone (สีออกแดง) ใช้สี # 14 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Beige Tone (สีออกสีเนื้อ) ใช้สี # 02 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Brown Tone (สีออกน้ำตาล) ใช้สี # 08 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Gray Tone (สีออกเทา) ใช้สี # 39 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

3. ในตัวแทนของสีแต่ละกลุ่ม กำหนดวิธีการพิมพ์ ตัวแปรที่จะใช้ทดสอบ และกำหนดค่าคงที่ของตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้อง ตามที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3. 4

4. ทำการพิมพ์แต่ละสีที่แต่ละองศาของใบมีด 5 ตัวอย่าง คำนวณความหนาของสีที่พิมพ์ได้ จากการชั่งน้ำหนักของยางก่อนและหลังพิมพ์สีที่อบแห้งด้วยความร้อน จากหลอดอินฟาเรดแล้ว ผลการทดลองที่ได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ฉ

5. ทำการเปรียบเทียบค่าความหนาของสีที่ได้จากแต่ละตัวแปร ที่แต่ละระดับของปัจจัยที่ใช้ทดลอง กับค่าอ้างอิงความหนา (หน่วยกรัม / แผ่น) ของสีทีเก็บข้อมูลไว้ได้จากในกระบวนการผลิตในสีกลุ่มต่าง ๆ ตามตารางนี้

	สีชั้นที่ 1	สีชั้นที่ 2	สีชั้นที่ 3
Red tone	8.40 - 9.20	2.40 - 3.10	0.80 - 1.00
Beige tone	15.0 - 16.50	5.00 - 6.00	1.10 - 1.40
Brown tone	11.6 - 13.10	3.20 - 4.20	1.00 - 1.20
Gray tone	9.00 - 10.40	2.40 - 3.40	0.80 - 1.00

ทำการเลือกค่าตัวแปรและระดับปัจจัยที่เหมาะสม ซึ่งให้ค่าความหนาของสีอยู่ในช่วงของค่าอ้างอิงที่ต้องการในสีกลุ่มต่าง ๆ

6. จากผลที่ได้ในข้อ 5. นำตัวแปรและระดับของปัจจัยที่ให้ค่าความหนาของสีในช่วงที่ต้องการ มาทำการทดสอบซ้ำอีกครั้งเพื่อเป็นการยืนยันผล โดยการเลือกตัวแทนของกลุ่มสีแต่ละโทนสีอีกชุดหนึ่ง ขึ้นมาทดสอบการพิมพ์ ดังนี้

: Red Tone (สีออกแดง) ใช้สี # 12 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Beige Tone (สีออกสีเนื้อ) ใช้สี # 06 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Brown Tone (สีออกน้ำตาล) ใช้สี # 01 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

: Gray Tone (สีออกเทา) ใช้สี # 79 เป็นตัวแทนของกลุ่ม

7. วิเคราะห์และสรุปผลที่ได้จากการทดลอง

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าตัวแปรและระดับปัจจัยที่ใช้ทดสอบสำหรับการพิมพ์สีในชั้นต่าง ๆ ตามลำดับ

ชั้นสีที่พิมพ์	ตัวแปร	ระดับปัจจัยที่ทดสอบ	ค่าคงที่อื่นๆ ที่กำหนดขึ้น
ชั้นที่ 1	1. การวางองศาใบมีด	15, 25, 35, 45, 55, 65,75	1. ค่าความหนืดของสี 11 วินาที วัดด้วย Zanh cup #4
	2. ชนิดของลูกกลิ้งที่ใช้	30C, 30F, 55C	2. ค่าความเร็วรอบของลูกกลิ้ง เท่ากับ 60 rpm
ชั้นที่ 2	1. การวางองศาใบมีด	15, 25, 35, 45, 55, 65,75	1. ค่าความหนืดของสี 11 วินาที วัดด้วย Zanh cup #4
	2. ชนิดของลูกกลิ้งที่ใช้	120, 150, 175	
ชั้นที่ 3	1. การวางองศาใบมีด	15, 25, 35, 45, 55, 65,75	1. ค่าความหนืดของสี 12 วินาที วัดด้วย Zanh cup #4
			2. ใช้ลูกกลิ้งพิมพ์สีลาย CROUPON

หมายเหตุ การเลือกระดับปัจจัยของตัวแปรที่นำมาทดสอบพิจารณาจาก

1. จากทฤษฎีที่ได้มีการกล่าวอ้างถึง เช่น การเลือกทดสอบการวางองศาใบมีดในช่วง 15 - 75 องศา ว่าเป็นช่วงที่ให้ความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการพิมพ์ด้วยระบบต่าง ๆ ที่สุด
2. จากสิ่งที่มีอยู่ในกระบวนการแล้ว เช่น การเลือกทดสอบลูกกลิ้งสกรีนลูกต่าง ๆ ตามที่ได้มีสำรองอยู่

การเลือกกำหนดค่าคงที่ในการทดสอบพิจารณาจาก

1. ข้อมูลเดิมที่มีการเก็บรวบรวมไว้ เช่น ค่าความหนืดของสีในชั้นสีต่าง ๆ
2. ค่าที่ได้มีการทดสอบแล้วว่ามีความเหมาะสมในการนำมาใช้งานมากที่สุด คือ ค่าความเร็วรอบของลูกกลิ้งหมุนย้อน

ตารางที่ 3.5 ความหนาของสีชั้นต่าง ๆ ที่พิมพ์ด้วยลูกกลิ้ง และการวางองศาใบมีดแบบต่าง ๆ ของสี # 02

สีชั้นที่ 1

#02	ลูกกลิ้ง 30C วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	52.83	49.29	46.52	43.98	40.08	36.03	32.47
	52.82	49.33	46.54	43.99	40.07	36.04	32.51
	52.79	49.31	46.55	44.02	40.12	36.01	32.52
	52.78	49.32	46.52	44.02	40.11	36.00	32.53
	52.78	49.30	46.51	44.01	40.10	36.00	32.48
เฉลี่ย	52.80	49.31	46.53	44.00	40.10	36.02	32.50
#02	ลูกกลิ้ง 30F วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	24.56	22.33	18.10	15.97	14.39	10.88	8.24
	24.62	22.30	18.09	15.99	14.41	10.92	8.23
	24.63	22.31	18.08	16.02	14.40	10.91	8.22
	24.58	22.32	18.12	16.03	14.42	10.90	8.21
	24.59	22.33	18.14	16.04	14.36	10.89	8.25
เฉลี่ย	24.60	22.32	18.11	16.01	14.40	10.90	8.23
#02	ลูกกลิ้ง 55C วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	6.80	6.69	6.27	5.48	5.30	4.89	4.61
	6.83	6.68	6.25	5.52	5.32	4.92	4.61
	6.81	6.71	6.26	5.51	5.33	4.95	4.62
	6.79	6.72	6.24	5.48	5.31	4.95	4.63
	6.80	6.68	6.26	5.49	5.29	4.90	4.64
เฉลี่ย	6.81	6.70	6.26	5.50	5.31	4.92	4.62

สีชั้นที่ 2

#02	ลูกกลิ้ง 120 วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	15.44	14.34	13.08	12.10	11.70	10.40	9.87
	15.46	14.35	13.07	12.10	11.67	10.44	9.86
	15.45	14.31	13.12	12.13	11.68	10.40	9.85
	15.44	14.36	13.11	12.14	11.72	10.41	9.86
	15.44	14.35	13.10	12.14	11.71	10.42	9.85
เฉลี่ย	15.45	14.34	13.10	12.12	11.70	10.41	9.86
#02	ลูกกลิ้ง 150 วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	7.45	7.05	6.39	5.73	5.20	4.67	4.12
	7.45	7.06	6.38	5.74	5.22	4.68	4.09
	7.46	7.04	6.41	5.72	5.23	4.69	4.10
	7.47	7.05	6.42	5.72	5.24	4.71	4.12
	7.44	7.06	6.43	5.74	5.26	4.70	4.13
เฉลี่ย	7.45	7.05	6.41	5.73	5.23	4.69	4.11
#02	ลูกกลิ้ง 175 วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	4.39	3.74	3.01	2.95	2.49	2.08	1.65
	4.38	3.76	3.00	2.97	2.49	2.07	1.64
	4.41	3.74	3.02	2.96	2.48	2.09	1.65
	4.42	3.75	3.04	2.98	2.51	2.09	1.67
	4.43	3.74	3.01	2.96	2.51	2.10	1.67
เฉลี่ย	4.41	3.75	3.02	2.96	2.50	2.09	1.66

สีชั้นที่ 3

#02	ลูกกลิ้งลาย CROUPON วางองศาใบมีดทำมุม						
Beige T.	15	25	35	45	55	65	75
	1.55	1.46	1.42	1.32	1.22	1.10	1.02
	1.56	1.45	1.41	1.30	1.25	1.12	1.03
	1.54	1.44	1.41	1.33	1.24	1.13	1.02
	1.55	1.47	1.42	1.31	1.22	1.14	1.05
	1.56	1.46	1.40	1.33	1.25	1.12	1.06
เฉลี่ย	1.55	1.46	1.41	1.32	1.24	1.12	1.04

I16700880.

ตัวอย่างการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองสี #02 เป็นดังนี้

เมื่อเปรียบเทียบกับความหนาของสี (กรัม / แผ่น) ที่ต้องการในกลุ่มสี Beige tone ตามตารางนี้

	สีชั้นที่ 1	สีชั้นที่ 2	สีชั้นที่ 3
Red tone	8.40 - 10.20	2.40 - 3.10	0.80 - 1.00
Beige tone	15.0 - 16.50	5.00 - 6.00	1.10 - 1.40
Brown tone	11.6 - 13.10	3.20 - 4.20	1.00 - 1.20
Gray tone	9.00 - 10.40	2.40 - 3.40	0.80 - 1.00

สรุปได้ว่า

สีชั้นที่ 1 ให้ความหนาของสีอยู่ในช่วงตามค่าอ้างอิงที่ต้องการ(15.0 - 16.50 กรัม / แผ่น) เมื่อพิมพ์ด้วยลูกกลิ้ง 30F โดยเลือกการวางองศาของใบมีดด้วยมุมระหว่าง 35 - 55 องศา ซึ่งเมื่อการตั้งองศาใบมีดทำได้เฉพาะแบบค่าไม่ต่อเนื่อง (discrete) องศาของใบมีดที่ตั้งได้คือ 45 โดยกำหนดค่าความหนืดของสีเท่ากับ 11 วินาที วัดด้วย Zanh cup #4 , ค่าความเร็วรอบของลูกกลิ้งสกรีนเท่ากับ 60 rpm.

สีชั้นที่ 2 ให้ความหนาของสีอยู่ในช่วงตามค่าอ้างอิงที่ต้องการ(5.00 - 6.00 กรัม / แผ่น) เมื่อพิมพ์ด้วยลูกกลิ้ง 150 mesh โดยเลือกการวางองศาของใบมีดด้วยมุมระหว่าง 35 - 65 องศา ซึ่งเมื่อการตั้งองศาใบมีดทำได้เฉพาะแบบค่าไม่ต่อเนื่อง (discrete) องศาของใบมีดที่ตั้งได้คือ 45 และ 55 โดยการกำหนดค่าความหนืดของสีเท่ากับ 11 วินาที วัดด้วย Zanh cup #4

สีชั้นที่ 3 ให้ความหนาของสีอยู่ในช่วงตามค่าอ้างอิงที่ต้องการ (1.12 - 1.40 กรัม / แผ่น) เมื่อพิมพ์ด้วยลูกกลิ้งลาย Croupon โดยเลือกการวางองศาของใบมีดด้วยมุมตั้งแต่ 35 - 65 องศา ซึ่งเมื่อการตั้งองศาใบมีดทำได้เฉพาะแบบค่าไม่ต่อเนื่อง (discrete) องศาของใบมีดที่ตั้งได้คือ 35 , 45 , 55 และ 65 โดยการกำหนดค่าความหนืดของสีเท่ากับ 12 วินาที วัดด้วย Zanh cup #4

โดยการใช้หลักการพิจารณาในทำนองเดียวกัน ทำการเลือกชนิดของลูกกลิ้งและมุมองศาของใบมีดที่เหมาะสมในการใช้งาน เพื่อให้ได้ค่าความหนาของสีแต่ละชั้นตามค่าอ้างอิงที่ต้องการ ผลที่ได้เป็นดังนี้

ตารางที่ 3.6 ระดับปัจจัยที่เลือกของการตั้งองศาใบมีดและชนิดของลูกกลิ้งที่ใช้ในโทนสีกลุ่มต่าง ๆ

	สีชั้นที่ 1		สีชั้นที่ 2		สีชั้นที่ 3	
	ลูกกลิ้ง	การวางองศาใบมีด	ลูกกลิ้ง	การวางองศาใบมีด	ลูกกลิ้ง	การวางองศาใบมีด
Red tone	30F	45	150	35 , 45 , 55	Croupon	35,45,55,65,75
Beige tone	30F	45	150	45 , 55	Croupon	35,45,55,65
Brown tone	30F	45 , 55	150	45 , 55	Croupon	35,45,55,65,75
Gray tone	30F	45 , 55	150	45	Croupon	45,55,65,75

ตารางที่ 3.7 ค่าความหนาของสีที่ได้ จากการตั้งค่าใบมีดที่เลือกสำหรับสีตัวแทนชุดที่ 2 ของแต่ละกลุ่มสี

	สีชั้นที่ 1 ลูกกลิ้ง 30F				สีชั้นที่ 2 ลูกกลิ้ง 150					สีชั้นที่ 3 ลูกกลิ้ง Croupon				
	การวางองศาใบมีด				การวางองศาใบมีด					การวางองศาใบมีด				
Red tone	35	45	55	65	25	35	45	55	65	35	45	55	65	75
#12	11.13	9.24	7.90	-	3.54	3.12	2.45	2.19	-	1.04	0.99	0.96	0.88	0.87
	11.10	9.25	7.87	-	3.55	3.13	2.46	2.17	-	1.03	0.98	0.96	0.87	0.85
	11.12	9.27	7.87	-	3.57	3.10	2.45	2.18	-	1.04	0.98	0.96	0.87	0.86
	11.12	9.25	7.89	-	3.56	3.11	2.44	2.17	-	1.02	0.97	0.95	0.89	0.85
	11.13	9.24	7.90		3.56	3.10	2.45	2.19		1.04	1.00	0.94	0.88	0.86
เฉลี่ย	11.12	9.25	7.89	-	3.56	3.11	2.45	2.18	-	1.03	0.98	0.95	0.88	0.86
Beige tone														
#06	18.24	16.34	14.56	-	-	6.45	5.77	5.30	4.73	1.44	1.32	1.26	1.16	1.04
	18.23	16.33	14.55	-	-	6.46	5.78	5.32	4.72	1.45	1.33	1.25	1.14	1.05
	18.26	16.35	14.57	-	-	6.43	5.76	5.31	4.71	1.43	1.33	1.26	1.15	1.04
	18.26	16.35	14.54	-	-	6.45	5.77	5.31	4.72	1.45	1.34	1.25	1.13	1.06
	18.24	16.33	14.56			6.44	5.76	5.33	4.72	1.44	1.32	1.27	1.14	1.06
เฉลี่ย	18.25	16.34	14.56	-	-	6.45	5.77	5.31	4.72	1.44	1.33	1.26	1.14	1.05
Brown tone														
#01	15.35	12.70	11.61	9.12	-	4.15	3.87	3.20	2.42	1.20	1.12	1.10	1.03	0.98
	15.34	12.71	11.60	9.13	-	4.17	3.88	3.21	2.41	1.19	1.12	1.09	1.00	0.98
	15.36	12.72	11.59	9.11	-	4.15	3.86	3.22	2.40	1.19	1.13	1.08	1.02	0.96
	15.35	12.73	11.58	9.14	-	4.15	3.88	3.23	2.43	1.21	1.11	1.08	1.02	0.96
	15.34	12.70	11.60	9.11		4.16	3.86	3.20	2.41	1.22	1.12	1.10	1.01	0.96
เฉลี่ย	15.35	12.71	11.59	9.12	-	4.16	3.87	3.21	2.41	1.20	1.12	1.09	1.02	0.97
Gray tone														
#79	11.36	9.99	9.23	7.37	-	3.38	2.70	2.19	-	0.99	0.95	0.89	0.82	0.77
	11.35	9.99	9.24	7.38	-	3.36	2.72	2.18	-	1.01	0.96	0.89	0.82	0.75
	11.35	10.01	9.23	7.36	-	3.36	2.71	2.19	-	1.01	0.94	0.91	0.84	0.78
	11.34	10.01	9.22	7.38	-	3.39	2.71	2.18	-	1.00	0.96	0.91	0.83	0.76
	11.36	10.02	9.24	7.37	-	3.39	2.72	2.18		1.02	0.95	0.92	0.82	0.77
เฉลี่ย	11.35	10.00	9.23	7.37	-	3.38	2.71	2.18	-	1.01	0.95	0.90	0.82	0.77

ผลที่ได้จากการทดสอบการวางองศาของใบมีด (Doctor blade) กับลูกกลิ้ง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการทดสอบตัวแปรและระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบ เมื่อเลือกสีที่เป็นตัวแทนทั้ง 2 ชุด ให้ค่าในลักษณะที่สอดคล้องกัน เมื่อเลือกตัวแทนสีชุดที่ 2 ขึ้นมาทดสอบทำให้สามารถยืนยันผลได้ว่า การตั้งองศาใบมีดที่เลือก สามารถใช้เป็นตัวแทนในแต่ละกลุ่มสีได้อย่างถูกต้อง ถึงแม้ว่าค่าความหนาของสีที่ได้จากการทดสอบสีในชุดที่ 2 นี้ จะไม่ได้ค่าที่ตรงกับสีชุดแรกที่ทดสอบ แต่ว่าค่าการตั้งองศาใบมีดที่เหมาะสมก็ยังคงใช้ค่าในช่วงเดียวกันได้

2. ทำการวิเคราะห์ผลแต่เฉพาะค่าที่เทียบได้ในตารางเท่านั้น แต่เรายังทราบว่ามีค่าอื่น ๆ ที่ไม่อยู่ในตารางและสามารถนำมาใช้ได้เช่นกันอยู่ด้วย แต่ไม่สามารถสรุปผลตรงนั้นออกมาได้ว่าอยู่ในช่วงที่แน่นอนช่วงไหนถึงไหน เพราะไม่มีข้อมูลที่จะมาสนับสนุนเพียงพอ แต่จะทำได้ถ้าจะทำการทดสอบให้ลึกลงไปในรายละเอียดมากกว่านี้

3. ลูกกลิ้งที่ใช้กับระบบการพิมพ์แบบหมุนย้อน (Reverse roll) แต่ละลูกที่เลือกมาทดสอบมีความลึกของหลุมสกรีนที่จะให้สีได้หนาบางแตกต่างกันอยู่มากแล้ว หากแต่ในลูกกลิ้งลูกเดียวกัน เมื่อใช้การวางองศาของใบมีดที่แตกต่างกันก็จะให้ค่าความหนาบางของสีที่แตกต่างกันมากขึ้นด้วย ประโยชน์ของการพิมพ์ด้วยระบบหมุนย้อนเพื่อต้องการพิมพ์ให้ได้สีที่มีความหนามาก กลบสีพื้นหรือตำหนิต่างๆ บนพื้นหนายางก่อนพิมพ์ได้มิด ดังนั้นการพิมพ์พื้นแรกให้สีมีความหนาพอเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการแห้งตัวของสีพื้นแรกนี้ด้วย เพราะหากว่าพิมพ์หนาเกินไปนอกจากจะเปลืองสีเกินความจำเป็นแล้ว การผ่านความร้อนให้สีแห้งตัวก่อนที่จะพิมพ์ทับด้วยสีพื้นชั้นที่ 2 จะทำได้ยากด้วย

4. สีพื้นชั้นที่ 2 จะเป็นตัวสร้างเฉดสีตามที่เราต้องการ โดยอาศัยสีของพื้นแรกเป็นฐาน ดังนั้นสีในชั้นนี้ไม่จำเป็นต้องพิมพ์ให้หนามาก หากแต่ปรับแต่งสีให้อยู่ในโทนที่เราต้องการก็เพียงพอต่อการใช้งานแล้ว

5. ในลูกกลิ้งลาย Croupon ให้ค่าความหนาของสีที่ใกล้เคียงกันมาก ถึงแม้ว่าการตั้งองศาของใบมีดจะแตกต่างกันก็ตาม แต่ผลทางด้านคุณภาพของงานพิมพ์ที่ได้จะมีความแตกต่างกันปรากฏให้เห็นกล่าวคือ ลูกกลิ้งลาย Croupon เป็นลูกกลิ้งที่จะให้ลวดลายเมื่อพิมพ์ ความคมชัดของลวดลายหรือลายเส้นที่ได้จะแตกต่างกัน ถ้าวางใบมีดทำมุมต่างกันออกไป

6. ในการทดสอบอาจมีค่าที่คลาดเคลื่อนอยู่ได้ อันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในจุดงานหลาย ๆ จุด เช่น ความคลาดเคลื่อนในการเตรียมการ ในอุปกรณ์ที่ใช้งาน เช่น ความแม่นยำของเครื่องชั่งน้ำหนัก

7. เมื่อค่าที่ทดสอบได้มีความแปรปรวนอยู่ในตัว การยอมรับข้อมูลในช่วงที่เหมาะสมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ อาจจะเป็นการกำหนดค่าในการยอมรับที่ 95 % ความเชื่อมั่น

8. ในสภาวะการทำงานที่แตกต่างกัน ฐานข้อมูลที่ได้จากการทำการทดลองจะช่วยให้เรามองเห็นลู่ทางและกำหนดแนวทางออกของการแก้ปัญหาได้ เช่น เมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่ลูกกลิ้งสกรีน 30F เสียหรือไม่สามารถใช้งานได้ด้วยสาเหตุใด ๆ ก็ตาม เราต้องเปลี่ยนไปใช้ลูกกลิ้งในหมวดเดียวกันที่เหลืออยู่ คือ 30C และ 55C จากข้อมูลของการทดสอบที่มีอยู่จะช่วยให้เรามองเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น ว่าเราควรจะเลือกลูกกลิ้งสกรีนลูกใดมาใช้งานแทน และตัวแปรอื่น ๆ ควรจะมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกันอย่างไรบ้าง

9. แนวคิดในการเลือกค่าองศาที่เหมาะสมในการใช้งานที่สำคัญอีกจุดหนึ่งคือ เลือกค่าที่จะให้ความหนาของสีต่ำสุดแต่ยังอยู่ในช่วงที่สามารถใช้งานได้อยู่จะดีที่สุด เนื่องจากจุดที่พิมพ์ได้สีบางสุดแต่ยังสามารถยอมรับได้ จะทำให้ใช้สีน้อยที่สุดเป็นการประหยัด

10. ผลจากการทดลองที่ได้ออกมาในลักษณะที่ว่าค่าที่สามารถตั้งใบมีดได้ เป็นค่าแบบไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเกิดจากระบบของเครื่องเอง ถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงระบบหรือรูปแบบของการวางองศาของใบมีดให้ออกมาในรูปแบบที่เป็นค่าต่อเนื่อง จะทำให้การทำงานทำได้ง่ายขึ้นและมีประโยชน์มากขึ้นด้วย

การปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานใหม่

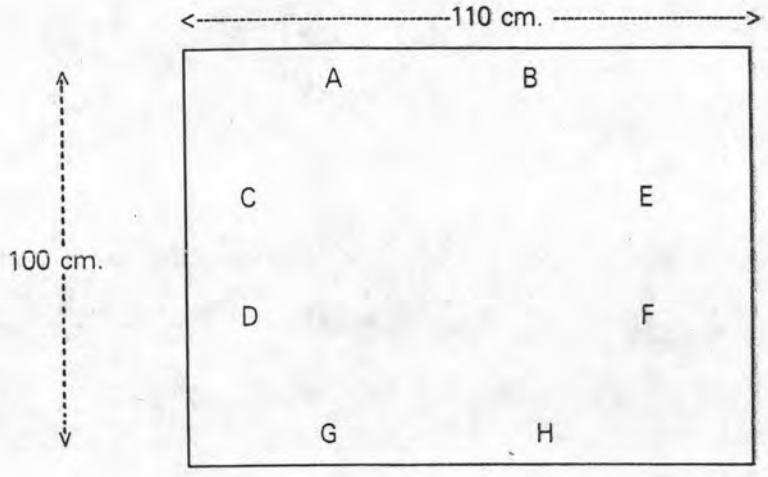
โดยย้ายขั้นตอนของการขัดหลังยางด้วยเครื่องขัด(Buff) ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนการทำงานแบบเดิมแสดงไว้ในบทที่ 2 ซึ่งต้องทำเป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะได้เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป มาไว้เป็นก่อนกระบวนการพิมพ์

เนื่องจากพิจารณาพบว่า การตกเกรดของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นคือ ยางที่พิมพ์ได้มีความเรียบของสีไม่สม่ำเสมอ ซึ่งมีสาเหตุมาจากกระบวนการในการผลิตแผ่นพื้นยางในขั้นตอนที่ 1 นั้นผลิตแผ่นยางที่มีความหนาที่ไม่สม่ำเสมอกันทั้งแผ่นออกมา (ดูตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์สาเหตุการตกเกรดของผลิตภัณฑ์ในบทที่2) เมื่อนำแผ่นยางนั้นมาผ่านกระบวนการพิมพ์สี จึงทำให้สีที่พิมพ์ออกมาได้ไม่เรียบเท่ากันในแผ่นเดียวกัน ยางแผ่นนั้นจึงถูกคัดให้ตกเกรดไป

จากการพิจารณาแนวทางในการแก้ไข เราพบว่าการขัดหลังยาง(Buff) ซึ่งมีจุดประสงค์ในการทำให้ยางมีความหนาตามต้องการนี้เองจะเป็นตัวช่วยให้การพิมพ์สามารถทำได้ดีขึ้น จึงได้ทำการเปลี่ยนขั้นตอนของการขัดหลังยาง มาไว้ที่จุดงานก่อนหน้ากระบวนการพิมพ์สี โดยทำการขัดหลังยางเตรียมไว้ให้พร้อม ก่อนที่จะนำยางนั้นไปทำการพิมพ์ต่อไป

<u>การทดสอบ เพื่อการยืนยันว่าการขัดหลังยางช่วยให้แผ่นยางมีความหนาสม่ำเสมอในแผ่นเดียวกันมากขึ้น</u>

วิธีทดสอบ 1. วัดความหนาของยางก่อนขัดหลังซึ่งระบุว่ามีความหนา 3.00 มม. ใน ตำแหน่งต่างๆ ของแผ่นยาง 8 จุดดังรูป



อุปกรณ์ที่ใช้วัดความหนาคือ เวอร์เนียร์คาลิบเปอร์แบบแสดงค่าเป็นตัวเลข

2. นำยางแผ่นเดียวกันนี้ไปทำการขัดหลังโดยมีความหนาที่ต้องการเท่ากับ 2.70 มม. จากนั้นทำการวัดความหนาของยางด้วยเวอร์เนียร์คาลิบเปอร์ในตำแหน่ง 8 จุดเดิม เหมือนกับการวัดก่อนขัดหลัง
3. ทำการทดลองใหม่อีก 1 แผ่น เพื่อยืนยันผลที่ได้
4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยของความหนาแผ่นยางที่วัดได้ก่อน - หลังการขัด (Buff) หลังยาง

	แผ่นที่ 1		แผ่นที่ 2	
ความหนา (มม.)	ก่อนขัด	หลังขัด	ก่อนขัด	หลังขัด
A	3.02	2.74	3.15	2.72
B	3.24	2.72	3.24.	2.73
C	3.30	2.69	3.05	2.70
D	3.18	2.73	3.29	2.74
E	3.16	2.70	3.06	2.72
F	3.35	2.74	3.35	2.73
G	3.06	2.73	3.14	2.69
H	3.20	2.70	3.07	2.68
ความหนาเฉลี่ย(มม.)	3.19	2.72	3.17	2.71
ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ย	0.11	0.02	0.11	0.02

สรุป จากผลของการเปรียบเทียบความหนาของยางก่อนขัดและหลังขัดจะพบว่า การขัดหลังช่วยให้ยางมีความหนาสม่ำเสมอมากขึ้นและมีค่าที่ถูกต้องใกล้เคียงกับความต้องการมากกว่ายางก่อนขัด

นอกจากนั้นเราจะได้ทำการวิเคราะห์ผลการตกเกรดของผลิตภัณฑ์ หลังการปรับปรุงกระบวนการว่าจะเป็นอย่างไรบ้างด้วย

การประเมินผลของการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการพิมพ์สี

1. ก่อนการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ ให้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละวัน เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งสายการผลิต (Set up Time) เกรดของผลิตภัณฑ์และจำนวนที่ผลิตได้ในแต่ละวัน โดยทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 60 วัน (ตามค่าที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.8)
2 หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ในส่วนต่าง ๆ แล้วคือ มีการจัดทำค่าอ้างอิงของสี การจัดทำระบบการทดสอบหมึกพิมพ์ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต การทดสอบตัวแปรเพื่อการกำหนดค่าที่เหมาะสมของความเร็วรอบของลูกกลิ้งแบบหมุนย้อน และการวางองศาของใบมีดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน รวมถึงที่ได้มีการปรับเปลี่ยนขั้นตอนของการขัดหลังยางใหม่แล้ว ให้ทำการเก็บข้อมูลในแนวเดียวกับก่อนการปรับปรุงกล่าวคือ เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่ใช้ในการทำงานแต่ละวัน เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งสายการผลิต (Set up Time) เกรดของผลิตภัณฑ์และจำนวนที่ผลิตได้ในแต่ละวัน โดยทำการเก็บข้อมูลในการทำงานแต่ละวันหลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์เป็นเวลา 90 วัน (ตามค่าที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.9)
3. เปรียบเทียบผลความแตกต่างที่เกิดขึ้น ระหว่างเวลาที่ใช้ในการปรับแต่งสายการผลิต (Set up Time) ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ
4. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการผลิตที่ได้ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ โดยพิจารณาจาก
   1) จำนวนปริมาณของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ผลิตได้ ก่อนการปรับปรุง - หลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์
   2) เกรดของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ผลิตได้ ก่อนการปรับปรุง - หลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

ตารางที่ 3.8 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

วันที่พิมพ์	รหัสสี	ใบสั่งผลิตหมายเลข	จำนวนตามใบสั่ง (แผ่น)	จำนวนที่ต้องผลิต (แผ่น)	ผลิตได้ (แผ่น)	A	B	C	D	เวลาที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	เวลาทำงานในแต่ละวัน (ช.ม.)
1	#02	101	2400	2000	1704	1300	287	98	19	3.80	8.00
2	#02	101		300	323	218	65	32	8	1.60	8.00
	#04	102	1600	1240	1265	1005	168	72	20	2.50	
3	#79	103	1000	1000	697	512	83	77	25	6.30	8.00
4	#78	104	2000	2000	1787	1293	261	200	33	3.60	8.00
5	#75	105	2000	2000	1428	1064	205	135	24	4.50	8.00
6	#75	105		600	634	449	118	55	12	1.80	9.00
	#32	106	1000	1000	1201	921	166	86	28	2.70	
7	#09	107	5000	4800	1624	1205	285	107	27	5.00	9.00
8	#09	107		3200	2513	1843	410	218	42	2.80	9.00
9	#09	107		730	745	564	107	62	12	1.50	8.00
	#14	108	2500	2500	289	222	35	26	6	4.00	
10	#14	108		2220	2297	1740	300	220	37	2.30	8.00
11	#45	109	3000	3000	1426	1066	212	115	33	4.50	8.00
12	#45	109		1600	1743	1334	200	177	32	3.70	8.00
13	#01	110	2500	2500	2034	1504	278	221	31	4.00	9.00
14	#01	110		500	417	305	82	18	12	1.90	8.00
	#03	111	2500	2500	851	629	126	80	16	3.00	
15	#03	111		1670	1820	1417	215	164	24	4.50	8.00
	#16	112	2000	2000	16	0	0	0	16	1.00	
16	#16	112		2000	2356	1806	328	190	32	3.20	9.00
17	#08	113	2000	2000	1925	1427	280	178	40	4.30	9.00
18	#06	100	2500	2500	2634	1955	364	275	40	1.50	8.00
19	#42	114	1000	1000	1144	822	176	108	38	5.20	8.00
20	#37	115	2000	2000	1667	1228	260	146	33	4.90	9.00
21	#37	115		370	452	370	48	26	8	2.80	8.00
	#39	116	1000	800	828	576	118	115	19	2.00	
22	#13	117	2000	2000	1617	1206	235	145	31	5.00	9.00
23	#15	118	2500	2500	1432	1026	224	144	38	5.50	9.00
24	#15	118		1100	1176	887	201	70	18	2.10	8.00
	#19	119	1500	1500	12	0	0	6	6	3.00	
25	#19	119		1500	1707	1288	218	158	43	3.80	8.00
26	#70	120	2000	2000	1426	1095	182	116	33	4.50	8.00
27	#70	120		600	645	450	107	66	22	1.80	8.00
	#44	121	2000	2000	699	546	88	50	15	2.90	
28	#44	121		1320	1426	1084	176	129	37	2.20	8.00
	#78	122	1500	1500	11	0	0	0	11	2.30	
29	#78	122		1500	1751	1325	229	163	34	3.70	8.00

ตารางที่ 3.8 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

วันที่พิมพ์	รหัสสี	ใบสั่งผลิตหมายเลข	จำนวนตามใบสั่ง (แผ่น)	จำนวนที่ต้องผลิต (แผ่น)	ผลิตได้ (แผ่น)	A	B	C	D	เวลาที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	เวลาทำงานในแต่ละวัน (ช.ม.)
30	#79	123	2200	2200	1112	828	185	75	24	5.30	8.00
31	#79	123		1120	1144	867	157	94	26	4.20	8.00
31	#02	124	2000	2000	2233	1721	305	172	35	2.50	8.00
32	#03	125	3000	3000	1622	1172	225	188	37	5.00	9.00
34	#03	125		1420	1873	1455	268	118	32	3.40	8.00
35	#06	126	2000	2000	1897	1418	305	140	34	4.30	9.00
36	#12	127	1600	1400	1502	1098	238	137	29	5.30	9.00
37	#13	128	2000	2000	2138	1623	292	187	36	3.70	9.00
38	#05	129	1600	1500	1715	1255	224	197	39	4.80	9.00
39	#44	130	1500	1500	1234	949	160	92	33	5.00	8.00
40	#44	130		300	342	252	46	32	12	2.20	9.00
	#06	131	2600	2600	1607	1174	204	199	30	3.20	
41	#06	131		1020	1060	786	160	93	21	2.80	8.00
	#19	132	3500	3000	13	0	0	0	13	2.00	
42	#19	132		3000	1718	1268	224	185	41	3.80	9.00
43	#19	132		1330	1436	1093	191	122	30	2.30	8.00
	#79	133	1000	1000	0	0	0	0	0	2.20	
44	#79	133		1000	1072	796	145	98	33	5.40	8.00
45	#75	134	3000	3000	1388	1076	192	96	24	4.60	8.00
46	#75	134		1640	1787	1348	277	125	37	3.60	8.00
47	#01	135	1500	1500	1585	1216	236	115	18	4.10	8.00
48	#13	136	2400	2400	2118	1517	357	214	30	3.80	9.00
49	#16	137	1000	700	744	548	106	71	19	1.70	9.00
	#15	138	2400	2400	805	587	118	82	18	3.50	
50	#15	138		1620	1636	1264	225	126	21	2.80	8.00
	#14	140	4000	4000	0	0	0	0	0	1.20	
51	#14	140		4000	1916	1402	272	198	44	4.30	9.00
52	#14	140		2140	2586	1960	412	178	36	1.60	8.00
53	#08	141	2000	2000	2230	1635	314	254	27	3.50	9.00
54	#05	142	1500	1400	1429	1063	231	112	23	3.10	8.00
	#45	143	2000	2000	13	0	0	0	13	1.40	
55	#45	143		2000	2089	1586	264	218	21	2.80	8.00
56	#16	144	2000	1850	1951	1480	273	172	26	4.20	9.00
57	#36	145	2000	1500	1674	1208	237	196	33	4.90	9.00
58	#37	146	2000	2000	2228	1612	325	257	34	3.50	9.00
59	#09	147	4000	4000	1747	1301	272	145	29	4.70	9.00
60	#09	147	4000	2282	2633	2018	334	249	32	1.50	8.00
					101999	76258	14611	9185	1945	253.90	504.00
					%	74.76	14.32	9.00	1.91		

ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ หลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

วันที่พิมพ์	รหัสสี	ใบสั่งผลิตหมายเลข	จำนวนตามใบสั่ง (แผ่น)	จำนวนที่ต้องผลิต (แผ่น)	ผลิตได้ (แผ่น)	A	B	C	D	เวลาที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	เวลาทำงานในแต่ละวัน (ช.ม.)
1	#09	201	4000	2500	2836	2428	245	128	35	1.00	8.00
2	#32	202	2400	2400	2814	2369	285	126	34	0.80	8.00
3	#35*	203	2500	2500	2574	2284	162	102	26	1.10	8.00
4	#45	204	2000	1740	1794	1550	178	48	18	0.60	8.00
	#42	205	1000	1000	1272	914	249	78	31	0.40	
5	#75	206	4000	4000	2898	2632	196	40	30	0.80	8.00
6	#75	206		1140	1200	1022	112	52	14	0.70	9.00
	#02	207	2600	2300	1938	1671	182	66	19	0.40	
7	#02	207		380	508	422	62	16	8	0.50	8.00
	#04	208	2000	2000	2241	1993	132	94	22	0.70	
8	#08	209	2500	2500	2898	2540	232	98	28	0.80	8.00
9	#72*	210	2500	2500	2744	2507	214	8	15	1.20	8.00
10	#13	211	2000	2000	2071	1821	156	78	16	1.00	9.00
	#06	212	3500	3500	933	755	112	54	12	0.50	
11	#06	212		2580	2905	2429	226	218	32	0.80	8.00
12	#07	213	2500	2500	2663	2333	184	104	42	1.40	8.00
13	#16	214	2000	2000	2036	1864	93	54	25	0.70	9.00
	#17*	215	2000	2000	1106	822	212	58	14	0.50	
14	#17	215		920	928	785	96	44	3	0.70	8.00
	#75	216	3000	3000	1901	1715	137	31	18	0.60	
15	#75	216		1120	1248	1103	102	43	0	0.60	8.00
	#05	217	1600	1200	1473	1353	73	25	22	0.70	
16	#02	218	3000	2600	2893	2636	214	25	18	0.80	8.00
17	#72	219	1000	1000	1021	922	62	30	7	1.10	9.00
	#04	220	5000	4500	1963	1601	198	138	26	0.50	
18	#04	220		2580	2891	2605	227	29	30	0.80	8.00
19	#73	221	2600	2600	2790	2522	226	23	19	1.10	8.00
20	#78	222	3500	3500	2816	2515	195	74	32	1.00	8.00
21	#78	222		720	754	663	54	30	7	0.90	9.00
	#79	223	2400	2400	2478	2141	223	87	27	0.50	
22	#37	224	2500	2500	2852	2500	230	87	35	0.90	8.00
23	#14	225	2500	2500	2628	2389	228	0	11	0.90	8.00
24	#12	226	2000	2000	2041	1832	188	9	12	0.90	9.00
	#13	227	1400	1200	1226	1082	117	20	7	0.60	
25	#02	228	2500	2500	2778	2428	216	108	26	1.10	8.00
26	#06	229	1500	1500	1545	1359	126	47	13	0.70	8.00
	#08	230	1200	1000	1164	985	116	53	10	0.60	

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ หลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

วันที่พิมพ์	รหัสสี	ใบสั่งผลิตหมายเลข	จำนวนตามใบสั่ง (แผ่น)	จำนวนที่ต้องผลิต (แผ่น)	ผลิตได้ (แผ่น)	A	B	C	D	เวลาที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	เวลาทำงานในแต่ละวัน (ช.ม.)
27	#39	231	2500	2500	2821	2475	241	76	29	1.00	8.00
28	#70	232	1000	1000	1035	929	96	0	10	0.70	9.00
	#09	233	5000	4700	2029	1797	156	54	22	0.70	
29	#09	233		2700	2892	2609	142	109	32	0.80	8.00
30	#32	234	2500	2500	2902	2617	184	72	29	0.80	8.00
31	#04	235	3500	3300	3389	2956	259	149	25	0.80	9.00
32	#03	236	4000	4000	2871	2560	225	61	25	0.90	9.00
33	#03	236		1150	1175	990	104	64	17	0.70	8.00
	#44	237	2000	1650	1739	1471	130	116	22	0.50	
34	#45	238	4000	4000	3104	2706	272	90	36	0.70	8.00
35	#45	238		940	1035	929	96	0	10	0.60	8.00
	#42	239	2000	2000	2275	2047	152	56	20	0.40	
36	#08	240	3000	2800	2903	2586	207	68	42	0.80	8.00
37	#36	241	2600	2500	2834	2455	234	108	37	1.00	8.00
38	#02	242	4500	4000	2906	2657	198	31	20	0.80	8.00
39	#02	242		1120	1240	1086	105	42	7	0.60	8.00
	#35	243	1500	1500	1566	1434	87	22	23	0.40	
40	#39	244	3000	2800	2855	2587	182	61	25	0.90	8.00
41	#06	245	3000	2850	2934	2663	178	55	38	0.70	8.00
42	#17	246	2000	2000	2047	1846	144	39	18	0.70	9.00
	#08	247	1200	1000	1169	996	130	33	10	0.40	
43	#43	248	3400	3200	3305	2856	308	115	26	0.80	9.00
44	#32	249	3000	2600	2998	2676	237	60	25	0.80	8.00
45	#13	250	2800	2800	2854	2576	186	63	29	0.90	8.00
46	#12	251	1200	1200	1233	1086	101	34	12	0.70	8.00
	#16	252	1600	1400	1510	1316	147	28	19	0.50	
47	#14	253	3000	2750	2863	2547	207	75	34	0.90	8.00
48	#15	254	2500	2500	2928	2655	208	44	21	0.70	8.00
49	#13	255	2000	1900	2039	1793	172	56	18	0.60	9.00
	#39	256	1000	1000	1179	970	140	58	11	0.50	
50	#70	257	2800	2800	2775	2430	261	62	22	0.90	8.00
51	#79	258	2800	2800	2907	2642	180	57	28	0.80	8.00
52	#73	259	2800	2800	2906	2608	191	72	35	0.80	8.00
53	#78	260	4000	3600	2823	2577	231	0	15	0.90	8.00
54	#78	260		800	847	737	75	27	8	0.60	8.00
	#03	261	2000	2000	1917	1757	124	20	16	0.40	
55	#02	262	4000	3600	2864	2575	188	67	34	0.90	8.00
56	#02	262		770	780	684	62	27	7	0.60	8.00
	#05	263	2400	2000	2045	1850	152	15	28	0.40	

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ หลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

วันที่พิมพ์	รหัสสี	ใบสั่งผลิตหมายเลข	จำนวนตามใบสั่ง (แผ่น)	จำนวนที่ต้องผลิต (แผ่น)	ผลิตได้ (แผ่น)	A	B	C	D	เวลาที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	เวลาทำงานในแต่ละวัน (ช.ม.)
57	#04	264	3200	3200	3306	2899	297	72	38	0.80	9.00
58	#01	265	2500	2500	2858	2564	212	50	32	0.90	8.00
59	#37	266	3000	2800	2866	2550	192	90	34	0.90	8.00
60	#39	267	3000	2800	2892	2616	215	31	30	0.80	8.00
61	#15	268	2000	2000	2028	1795	117	88	28	1.00	8.00
	#14	269	3200	3200	1156	986	102	52	16	4.00	
62	#14	269		2060	2089	1840	188	47	14	0.80	8.00
	#02	270	3000	3000	596	502	45	42	7	0.50	
63	#02	270		2420	2781	2431	205	119	26	0.70	8.00
64	#07	271	2000	2000	2040	1845	103	75	17	0.70	9.00
	#16	272	1000	1000	1053	884	126	32	11	0.50	
65	#03	273	2000	2000	2924	2614	224	65	21	0.80	8.00
66	#45	274	2600	2600	2760	2373	274	88	25	1.10	8.00
67	#72	275	1500	1500	1557	1312	132	90	23	1.30	8.00
	#78	276	1000	800	925	796	86	31	12	0.60	
68	#73	277	5500	5500	2848	2464	248	123	13	0.80	8.00
69	#73	277		2670	2926	2602	193	113	18	0.70	8.00
70	#75	278	3600	3600	2589	2364	165	43	17	0.90	8.00
71	#75	278		1030	1045	927	70	33	15	0.70	8.00
	#56*	279	1400	1400	1552	1390	104	40	18	1.40	
72	#53*	280	1400	1400	1432	1289	84	46	13	1.50	9.00
	#09	281	5000	4800	1547	1313	156	58	20	0.50	
73	#09	282		3280	3308	2884	296	112	16	0.70	9.00
74	#35	283	2400	2400	2680	2412	200	52	16	1.30	8.00
75	#02	284	3000	2800	2882	2507	245	111	19	0.80	8.00
76	#08	285	2000	1800	1849	1669	112	52	16	0.90	8.00
	#01	286	1000	850	961	834	81	34	12	0.40	
77	#37	287	2500	2500	2863	2526	221	93	23	0.80	8.00
78	#49*	288	2000	2000	2034	1860	97	62	15	1.30	8.00
	#39	289	1600	1600	458	395	38	18	7	0.50	
79	#39	289		1150	1192	1072	65	43	12	0.70	8.00
	#44	290	2200	2000	1453	1268	114	56	15	0.60	
80	#44	290		560	587	484	54	37	12	0.70	8.00
	#16	291	2000	2000	2027	1807	126	76	18	0.50	
81	#58*	292	2000	2000	2089	1916	95	53	25	1.40	8.00
82	#06	293	2500	2500	2862	2582	168	94	18	0.60	8.00
83	#02	294	5000	5000	2908	2564	205	123	16	0.70	8.00
84	#02	294		2100	2840	2477	195	152	16	0.80	8.00
85	#70	295	3200	3200	2735	2408	175	139	13	1.10	8.00

ตารางที่ 3.9 (ต่อ) แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่ได้มีการจัดเก็บ หลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

วันที่พิมพ์	รหัสสี	ใบสั่งผลิตหมายเลข	จำนวนตามใบสั่ง (แผ่น)	จำนวนที่ต้องผลิต (แผ่น)	ผลิตได้ (แผ่น)	A	B	C	D	เวลาที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	เวลาทำงานในแต่ละวัน (ช.ม.)
86	#70	295		480	690	623	33	21	13	0.80	8.00
	#08	296	2000	2000	2304	2044	152	86	22	0.50	
87	#14	297	3000	3000	2956	2651	188	103	14	0.60	8.00
88	#03	298	2500	2500	2907	2541	196	148	22	0.70	8.00
89	#07	299	2500	2500	2904	2555	216	114	19	0.70	8.00
90	#78	300	4400	4400	2714	2443	161	84	26	1.00	8.00
	* ค๊อสีที่เพิ่งจะมีการผลิตเป็นครั้งแรก				259288	229101	19923	7802	2462	96.5	736
					%	88.36	7.68	3.01	0.95		

ตารางที่ 3.10 การเปรียบเทียบผลที่ได้ของข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์

	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทำงาน (ช.ม./วัน)	8.40	8.18
เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการปรับแต่ง (ช.ม./วัน)	4.23	1.07
จำนวนเฉลี่ยที่ผลิตได้ (แผ่น/ช.ม.)	193	345
จำนวนเฉลี่ยที่ผลิตได้ (แผ่น/วัน)	1,619	2,818
จำนวนเฉลี่ยที่ผลิตได้ (แผ่น/เดือน)	42,094	73,277
เกรดเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (%) :		
เกรด A	74.76	88.36
เกรด B	14.32	7.68
เกรด C	9.00	3.01
เกรด D	1.91	0.95