การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของภาพพิมพ์ กรณีศึกษาการทดสอบขั้นสุดท้ายของการผลิตเครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ท

A Study of Factors that Affect Image Quality A Case Study : a Final Inspection of Inkjet Printer Production

ชีวิน จันทร์สุนทร[1] ณฐา คุปตัษเฐียร[2]

บทคัดย่อ

ในการผลิตเครื่องพิมพ์จำนวน 2,685,662 เครื่อง จากโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่ามีอัตราจำนวนเครื่องไม่ผ่านคุณภาพภาพพิมพ์ จำนวน 2,723 เครื่อง โดยคิดเป็นร้อยละ 0.10 เฉลี่ย 454 เครื่องต่อเดือน ของการผลิตทั้งหมดและทำให้โรงงานต้องมีค่าใช้จ่ายในการ Rework เกิดขึ้น 45,578 บาท เฉลี่ย 7,596 บาทต่อเดือน เพื่อทำให้เครื่องพิมพ์กลับมามีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของโรงงานและนำไปสู่การกำหนดสมมติฐานการวิจัย การศึกษานี้จะทำให้สามารถทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของภาพพิมพ์และสามารถลดสัดส่วนของปัญหาในการพิมพ์ภาพลงได้ร้อยละ 50 ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของภาพพิมพ์ในการทดสอบขั้นสุดท้ายของการผลิตเครื่องพิมพ์อิงค์เจ็ท โดยมีระเบียบวิธีวิจัยคือ การศึกษาขั้นตอนการทดสอบการพิมพ์ภาพซึ่งเป็นการทดสอบขั้นสุดท้ายก่อนการบรรจุผลิตภัณฑ์ก่อนส่งมอบให้กับลูกค้า จากการนำทฤษฎีและหลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ ได้แก่ทฤษฎีการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) เครื่องมือควบคุมคุณภาพทั้ง (7 QC Tools) เครื่องมือควบคุมคุณภาพยุคใหม่ (New QC Tools) ทฤษฎีการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต (Productivity Improvement) และทฤษฎีการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment)

คำสำคัญ: การควบคุมคุณภาพ, การออกแบบการทดลอง, การเพิ่มประสิทธิภาพ

[1]นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี

[2]อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี

Abstract

The processes of 2,685,662 printers' production from the factory are used as a case study. The finding show that 2,723 printers which are produced in a month, there are 10 percentage or 454 printers which are the non-standard in the image quality. As the result, the company has to pay for reworking which cost 45,578 baht or 7,596 baht a month. To improve the quality based on the company standard and due to the hypothesis setting, this study is able to gain the factors which affect to the image quality and able to decrease the problems occurred in image quality at 50 %. Consequently, this study aims to analyze the causes and the factors that affect the image quality in the final inspection of inkjet printer production. The theory and industrial engineering are applied including: Quality Controlled, 7 Quality Controlled Tools, the New Quality Controlled Tools, the Theory of Productivity Improvement and Design of Experiment.

Keywords : Quality Control, Design of Experiment, Productivity Improvement

1.บทนำ

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องใช้ในสำนักงานนับว่าเป็นธุรกิจ ที่จัดว่าเป็นธุรกิจที่จะช่วยส่งเสริมและพัฒนาภาคอุตสาหกรรมของประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยถือเป็นฐานการผลิตหลักของนักลงทุนชาวญี่ปุ่นและมีลูกค้าทั่วหลายทวีป [1] เครื่องใช้ในสำนักงานที่มีความสำคัญเป็นลำดับต้นๆ ที่มีใช้ประจำของทุกองค์กรคือ เครื่องพิมพ์เอกสาร อุตสาหกรรมผลิตเครื่องพิมพ์ตามที่คาดการณ์ในปี 2552 มีมูลค่าตลาดอยู่ที่ประมาณ 4,348 ล้านบาท [2] หากในช่วงภาวะเศรษฐกิจตกต่ำทั่วโลกในปัจจุบัน แม้แต่อุตสาหกรรมเครื่องพิมพ์ ก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกันจากมูลค่ายอดขายที่ลดลงดังนั้น องค์กรจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ที่จะต้องรักษาสภาพคล่องเพื่อให้ธุรกิจสามารถดำเนินต่อไปได้ ด้วยแนวคิดของการลดต้นทุน การเพิ่มผลผลิต และการผลิตให้มีต้นทุนต่ำที่สุดโดยยังคงรักษาระดับคุณภาพของสินค้าไว้ไม่ให้ลดลง

โรงงานตัวอย่างซึ่งเป็นกรณีศึกษานี้ พบว่ามีเครื่องพิมพ์ที่เกิดปัญหาภาพพิมพ์ไม่ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด ทำให้ต้องเสียเวลาซ่อมหรือตรวจสอบแก้ไข ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายทั้งทางด้านวัตถุดิบและแรงงานปัญหานี้เกิดขึ้นตลอดเวลาการผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้เข้ามาศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานแห่งนี้ และนำปัญหาไปวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการเพื่อแก้ปัญหาในกระบวนการผลิต และลดข้อบกพร่องของกระบวนการผลิตให้มากที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมศึกษาข้อมูลเครื่องพิมพ์ที่เกิดปัญหาภาพพิมพ์ไม่ผ่านเกณฑ์ตามคุณภาพที่เกิดขึ้นในหน่วยงานการตรวจสอบปัญหาภาพพิมพ์

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบริหารเพื่อเพิ่มผลผลิต [3] เป็นการใช้มาตรฐานกำหนดวิธีการทำงานเพื่อให้สามารถควบคุมและวัดผลงานได้ ในการผลิตหรือบริการเกิดขึ้นจากการนำสิ่งที่จำเป็นในการผลิตหรือเรียกว่าปัจจัยการผลิต (Input) เช่นวัตถุดิบเครื่องมือ เครื่องจักร พนักงาน เป็นต้น มาผ่านกระบวนการ (Process) หรือขั้นตอนการทำงานต่างๆ เพื่อให้ได้ผลผลิต (Output) หรือบริการ (Service) ตามต้องการ ดังนั้นการเพิ่มผลผลิตตามแนวคิดวิทยาศาสตร์จึงหมายถึงอัตราส่วนระหว่างผลิตผล (Output) ต่อปัจจัยการผลิต (Input) ที่ใช้ไป ดังนั้น การเพิ่มผลผลิต (Productivity) = ผลิตผล (Output) / ปัจจัยการผลิต (Input) โดยอาจใช้แนวทางการเพิ่มผลผลิต 4 แนวทาง

1) ใช้ปัจจัยการผลิตเท่าเดิม แต่ทำให้ผลิตผลเพิ่มขึ้น

2) ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยลง แต่ทำให้ผลิตผลเท่าเดิม

3) ใช้ปัจจัยการผลิตน้อยลง แต่ทำให้ผลิตผลเพิ่มขึ้น

4) ใช้ปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ผลิตผลเพิ่มขึ้น

5) ลดจำนวนผลิตผลลงจากเดิม โดยลดอัตราการใช้ปัจจัยการผลิตในอัตราส่วนที่มากกว่า

2.2 แนวทางการควบคุมคุณภาพ จักรกฤษณ์ [4] ได้กล่าวไว้ว่าเทคนิคเครื่องมือควบคุมคุณภาพยุคใหม่ ซึ่งจะประกอบไปด้วยแผนผังกลุ่มเชื่อมโยงกับแผนผังความสัมพันธ์ สามารถนำมาใช้ระบุถึงปัญหา แผนผังต้นไม้กับแผนผังแมทริกซ์ สามารถใช้วิเคราะห์และกำหนดแนวทาง ในการปฏิบัติการแก้ไขและปรับปรุงซึ่งสามารถเก็บข้อมูลที่มีลักษณะเป็นคำพูดและข้อคิดเห็นจากการระดมสมองของกลุ่มผู้ดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ทำให้สามารถระบุปัญหาที่ซับซ้อนคลุมเครือให้เป็นระบบและชัดเจน ซึ่งจะเอื้อ อำนวยให้หาแนวทาง การแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน

2.3 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล โสภิดา ท้วมมี [5] และ ปารเมศ [6] ได้กล่าวไว้ว่า การทดลองส่วนมากในทางปฏิบัติจะเกี่ยวข้องกับการศึกษาถึงผลของปัจจัย ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป ในกรณีเช่นนี้ การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล (Factorial Design) จะเป็นวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด การออก แบบเชิงแฟกทอเรียล หมายถึง การทดลองที่พิจารณาถึงผลที่เกิดจากการรวมกันของระดับ (Level) ปัจจัยทั้งหมด ที่จะเป็นไปได้ในการทดลองนั้น ตัวอย่าง เช่น กรณี 2 ปัจจัย ถ้าปัจจัย A ประกอบด้วย a ระดับ และปัจจัย B ประกอบด้วย b ระดับ ซึ่งในการทดลองของ 1 เรพลิเคต (Replicate) จะประกอบด้วยการทดลองทั้งหมด ab การทดลอง และเมื่อปัจจัยที่เกี่ยวข้องถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบของการออกแบบ เชิงแฟกทอเรียล จะกล่าวได้ว่าปัจจัยเหล่านี้มีการไขว้ (Crossed) ซึ่งกันและกัน

แผนการทดลองแบบแฟกทอเรียลทั่วไป [7] มีรูปแบบ ทั่วไป คือ A*B*C*... แฟกทอเรียล รูปแบบของแผนการ ทดลองแบบแฟกทอเรียลที่สำคัญได้แก่

1) 2^k แฟกทอเรียล ใช้กับการทดลองแบบหลายปัจจัย ที่กำหนดระดับของปัจจัยเพียงแค่ 2 ระดับเท่านั้น ในปัจจัยทั้งหมด k ปัจจัย

2) 3^k แฟกทอเรียล ใช้กับการทดลองแบบหลายปัจจัย ที่กำหนดระดับของปัจจัยไว้ 3 ระดับ ใน k ปัจจัย

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งส่วนการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

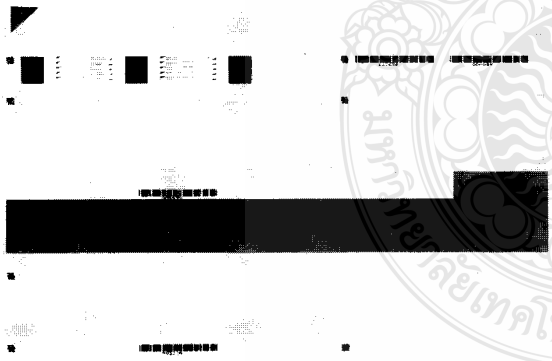
3.1 การศึกษาขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของภาพพิมพ์ หลังจากที่พนักงานประกอบเครื่องพิมพ์เรียบร้อย มีขั้นตอนดังนี้

1) เปิดเครื่องพิมพ์และเชื่อมต่อกับเครื่องปรับระยะการพิมพ์ทางสาย USB

2) ถ่ายข้อมูลจากเครื่องปรับระยะการพิมพ์บันทึกลงหน่วยความจำเครื่องพิมพ์

3) พิมพ์ภาพสำหรับตรวจสอบคุณภาพภาพ

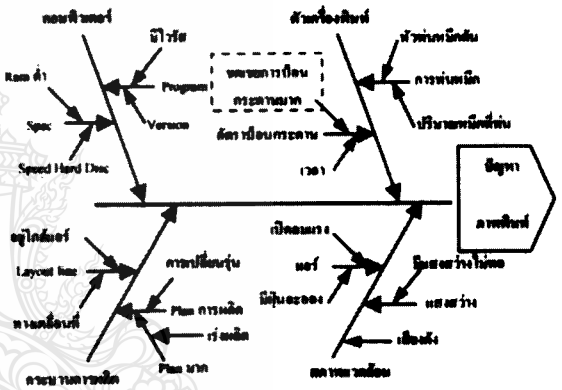
4) ตรวจสอบคุณภาพภาพพิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 1 นำไปเปรียบเทียบกับภาพพิมพ์ที่เป็นภาพมาตรฐาน



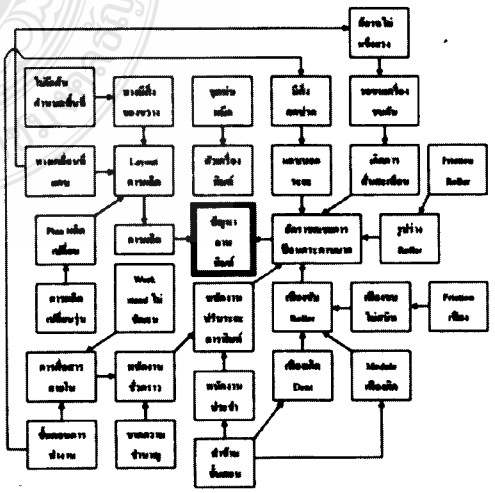
รูปที่ 1 ภาพพิมพ์สำหรับตรวจสอบคุณภาพ

ซึ่งผลการตรวจสอบหากผ่าน เครื่องจะถูกดำเนินการขั้นต่อไป แต่หากเครื่องไม่ผ่านเกณฑ์ เครื่องนั้นจะถูกตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องก่อนกลับมาทำการยืนยันคุณภาพอีกครั้ง โดยการปรับระยะการพิมพ์และพิมพ์ภาพเพื่อตรวจสอบอีกครั้ง

3.2 การดำเนินการค้นหาสาเหตุของปัญหาเพื่อนำไปกำหนดปัจจัยหรือค่าตอบสนองที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยใช้แผนผังก้างปลาหรือแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) และแผนผังความสัมพันธ์ (Relations Diagrams) เพื่อค้นหาสาเหตุที่เป็นไปได้ (Possible Cause) ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้นจากการระดมสมองร่วมกับทีมงานในหน่วยงานเพื่อค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 อธิบายได้



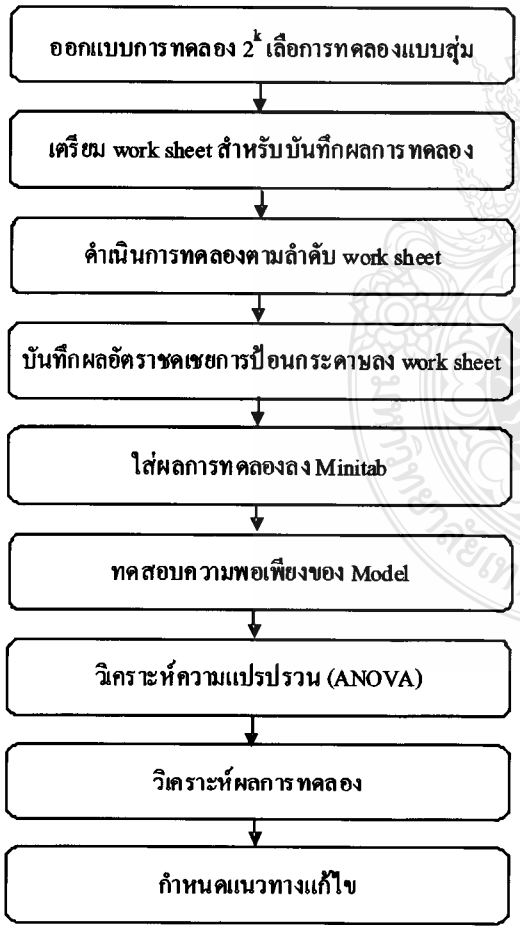
รูปที่ 2 แผนผังก้างปลาหรือแผนผังสาเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)



รูปที่ 3 แผนผังความสัมพันธ์ (Relations Diagrams)

อัตราชดเชยการป้อนกระดาษ ที่มีผลมากจากการปรับระยะการพิมพ์มีปัจจัยในส่วนของรูปร่างของล้อยาง แถบบอกระยะตำแหน่งการพิมพ์และแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่น่าสนใจเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยการคลี่คลายการเชื่อมโยงกันอย่างมีเหตุมีผล

3.3 ขั้นตอนการวางแผนออกแบบการทดลอง ศรีไร [8] ได้กล่าวไว้ว่าก่อนออกแบบการทดลองต้องมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นนี้ ผู้วิจัยได้อาศัยโปรแกรมทางสถิติ Minitab Version 15 มาทำการวิเคราะห์ผลการทดลองมีขั้นตอนแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการวางแผนออกแบบการทดลอง

4. ผลการวิจัย

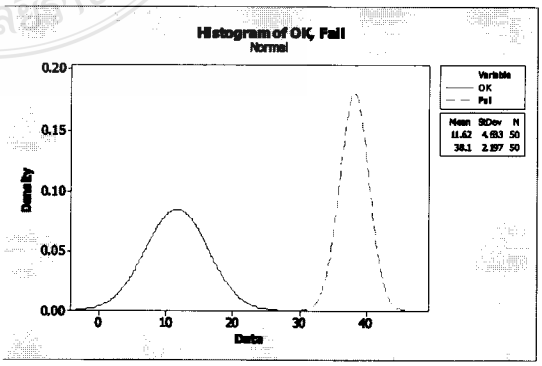
4.1 ผลการวิจัย จากการนำ แผนภาพก้างปลาและแผนผังความสัมพันธ์ ในการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เกี่ยวข้องในเบื้องต้น เพื่อที่จะกำหนดปัจจัยและระดับปัจจัยที่จะนำมาทำการพิจารณา ดังแสดงในรูปที่ 2 และ 3 จากการเก็บข้อมูลอัตราการชดเชยการป้อนกระดาษของเครื่องพิมพ์ โดยการใช้ ONE-WAY ANOVA ทดสอบเปรียบเทียบเครื่องกลุ่มผ่านคุณภาพกับกลุ่มไม่ผ่านคุณภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 5 ผู้วิจัยสรุปเบื้องต้นได้ว่า เครื่องพิมพ์ที่เกิดปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอัตราการชดเชยในการป้อนกระดาษขณะพิมพ์ไม่เหมาะสม จึงสามารถสรุปปัจจัยและระดับของปัจจัยที่จะศึกษาได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผล ONE-WAY ANOVA ทดสอบอัตราการชดเชยการป้อนกระดาษ

One-way ANOVA: Result versus Goup

Source	DF	SS	MS	F	P
Goup	1	17529.8	17529.8	1333.50	0.000
Error	98	1288.3	13.1		
Total	99	18818.0			

S = 3.626 R-Sq = 93.15% R-Sq(adj) = 93.08%

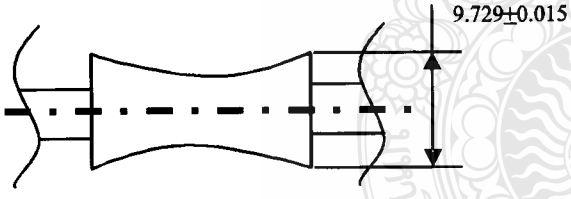


รูปที่ 5 ผลทดสอบอัตราการชดเชยการป้อนกระดาษ

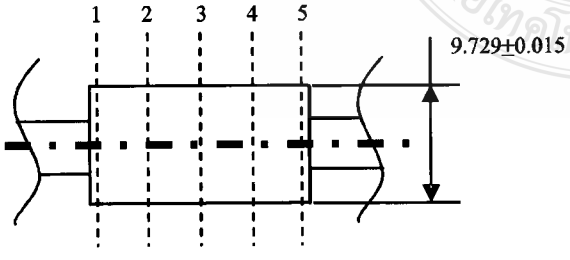
ตารางที่ 2 ปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเชิง แฟกทอเรียลแบบสองระดับ

ปัจจัย	ระดับ	สัญลักษณ์
ก.Type Roller	แบบเดิม /แบบใหม่	(-1/1)
ข.Code wheel	สะอาด / สกปรก	(-1/1)
ค.Vibration	มีแรงสะเทือน / ไม่สะเทือน	(-1/1)

ในส่วนลักษณะของล้อยางแบบเดิม พื้นที่ผิวหลังการเจียรนั้นพบว่ามีความต่างมากกว่า 30 ไมครอน ทำให้พื้นที่สัมผัสในการป้อนกระดาษไม่คงที่ ผู้วิจัยได้ศึกษาร่วมกับ Supplier ผู้ผลิตล้อยางโดยสามารถปรับควบคุมกระบวนการเจียร ให้ตัวล้อยางบริเวณด้านขอบล้อ (1-3) กับบริเวณ (3-5) มีขนาดแตกต่างกันไม่เกิน 26 ไมครอน ดังแสดงในรูปที่ 6, 7 นำปัจจัยไปทดลอง

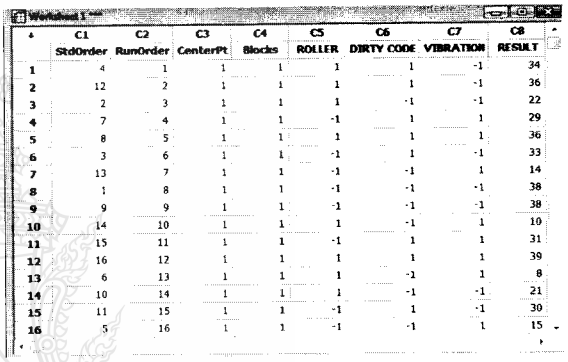


รูปที่ 6 ลักษณะล้อยาง (Grinding) แบบเดิม



รูปที่ 7 ลักษณะล้อยาง (Grinding) แบบใหม่

ทำการออกแบบการทดลองโดย โปรแกรมทางสถิติ Minitab Version 15 เลือกการทดลองชนิด 3 ปัจจัย (Factor) ซึ่งปัจจัยทั้งสามปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับใช้การทดลองแบบ 2 และทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง (Replicates) จึงต้องทำการทดลอง 8 การทดลอง และเมื่อทำการทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ดังนั้นต้องมีการทดลองทั้งหมด 16 การทดลองได้ผลอัตราชดเชยการป้อนกระดาษแสดงในรูปที่ 8



	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
	StdOrder	RunOrder	CenterPt	Blocks	ROLLER	DIRTY CODE	VIBRATION	RESULT
1	4	1	1	1	1	1	-1	34
2	12	2	1	1	1	1	-1	36
3	2	3	1	1	1	-1	-1	22
4	7	4	1	1	-1	1	1	29
5	8	5	1	1	1	1	1	36
6	3	6	1	1	-1	1	-1	33
7	13	7	1	1	-1	-1	1	14
8	1	8	1	1	-1	-1	-1	38
9	9	9	1	1	-1	-1	-1	38
10	14	10	1	1	1	-1	1	10
11	15	11	1	1	-1	1	1	31
12	16	12	1	1	1	1	1	39
13	6	13	1	1	1	-1	1	8
14	10	14	1	1	1	-1	-1	21
15	11	15	1	1	-1	1	-1	30
16	5	16	1	1	-1	-1	1	15

รูปที่ 8 ผลอัตราชดเชยการป้อนกระดาษ

4.2 ผลจากการวิเคราะห์การทดลองโดยโปรแกรมทางสถิติ Minitab Version 15 แสดงดังตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ใช้ในการทดลองเชิง แฟกทอเรียลแบบสองระดับ

Estimated Effects and Coefficients for RESULT

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		27.125	0.3536	76.72	0.000
Roller	-2.750	-1.375	0.3536	-3.89	0.005
Dirty Code	12.750	6.375	0.3536	18.03	0.000
Vibration	-8.750	-4.375	0.3536	-12.37	0.000
Roller*Dirty Code	8.250	4.125	0.3536	11.67	0.000
Roller*Vibration	3.750	1.875	0.3536	5.30	0.001
Dirty Code*Vibration	9.250	4.625	0.3536	13.08	0.000
Roller*Dirty Code* Vibration	-1.750	-0.875	0.3536	-2.47	0.038

S = 1.41421 PRESS = 64

R-Sq = 99.05% R-Sq(pred) = 96.20% R-Sq(adj) = 98.22%

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัย ที่ใช้ในการทดลอง (ANOVA)

Analysis of Variance for RESULT

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	986.75	986.75	328.917	164.46	0.000
2-Way Interactions	3	670.75	670.75	223.583	111.79	0.000
3-Way Interactions	1	12.25	12.25	12.250	6.13	0.038
Residual Error	8	16.00	16.00	2.000		
Pure Error	8	16.00	16.00	2.000		
Total	15	1685.75				

จากการที่นำปัจจัยที่คาดว่าส่งผลต่ออัตราการชดเชยในการป้อนกระดาษโดยสามารถพิจารณาปัจจัยหลัก (Main Effect) และปัจจัยร่วม (Interactions) พบว่า

1) ปัจจัย ก มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2) ปัจจัย ข มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3) ปัจจัย ค มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

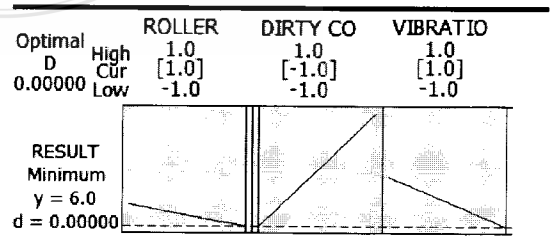
4) ปัจจัย ก และ ข มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

5) ปัจจัย ก และ ค มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

6) ปัจจัย ข และ ค มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

7) ปัจจัย ก, ข, ค มีผลต่ออัตราการชดเชย ที่ใช้ในการป้อนกระดาษอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

4.3 วิเคราะห์ด้วย Respond Optimizer ในโปรแกรม Minitab Version 15 เพื่อหาระดับปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับค่าอัตราการชดเชยที่ใช้ในการป้อนกระดาษ ดังรูปที่ 9 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อใช้ปัจจัย



รูปที่ 9 Respond Optimizer สำหรับค่าอัตราการชดเชยที่ใช้ในการป้อนกระดาษที่เหมาะสม

ทั้ง 3 พร้อมกัน ควรเลือกใช้ Roller แบบใหม่, ตัวของ Code wheel ต้องสะอาดและต้องไม่มีแรงสั่นสะเทือนมารบกวนในช่วงขณะการผลิต ซึ่งจะทำให้ได้อัตราการชดเชยการป้อนกระดาษ 6 ไมครอน ดังนั้นในการผลิต หากต้องการให้อัตราการชดเชยการป้อนกระดาษน้อยลง จากการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโดย Minitab ผู้วิจัยกำหนดให้กระบวนการผลิตต้องควบคุมปัจจัยการผลิตดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปัจจัยและระดับของปัจจัยที่ต้องควบคุมในกระบวนการผลิต

ปัจจัย	ระดับ	สัญลักษณ์
ก.Roller	แบบใหม่	1
ข.Code wheel	สะอาด	-1
ค.Vibration	ไม่สะเทือน	1

4.4 กำหนดแนวทางการแก้ไขจากผลการทดลอง ผู้วิจัยสามารถกำหนดวิธีการแก้ไขแบ่งออกแต่ละปัจจัย ดังนี้

1) ปัจจัย ก กำหนดให้ Supplier ผู้ผลิตล้อยางควบคุมการเจียรล้อยางให้มีขนาดตามวิธีใหม่และจัดทำเป็นมาตรฐานการวัด (Inspection Standard) ให้ตัวล้อยางบริเวณด้านขอบล้อ (1, 5) กับบริเวณด้านใน (2, 4) มีขนาดแตกต่างกันไม่เกิน 26 ไมครอน

2) ปัจจัย ข กำหนดให้มีการเปลี่ยนจากพนักงานประจำตำแหน่งที่ 6 ไปเป็นพนักงานประจำตำแหน่งที่ 8 ซึ่งตำแหน่งประกอบที่ 8 ไม่ใช้สารหล่อลื่นอบและหลังการประกอบให้พนักงานตรวจสอบด้วยสายตาเพื่อยืนยันว่าไม่มีสารหล่อลื่นเปื้อนหากพบว่ามีให้มีการเช็ดออก

3) ปัจจัย ค กำหนดให้มีการควบคุมแรงสั่นสะเทือนโดยให้มีปรับปรุงขั้นตอนการทำงานโดยห้ามเคลื่อนย้ายเครื่องพิมพ์ขณะทำการปรับอัตราชดเชยการป้อนกระดาษและตีเส้นที่พื้นเพื่อกำหนดระยะห่างระหว่างเครื่อง

5. สรุปผลการวิจัย

ผลลัพธ์จากการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของภาพพิมพ์ได้แก่ปัจจัย ก ล้อยาง (Roller) แบบใหม่ให้อัตราการชดเชยการป้อนกระดาษที่น้อยลง ปัจจัย ข สารหล่อลื่น มีผลต่อการอ่านค่าของเซ็นเซอร์ เมื่อสารหล่อลื่นเปื้อนล้อบอกระยะ (Code Wheel) ส่งผลทำให้อัตราการชดเชยการป้อนกระดาษผิดพลาดไป ปัจจัย ค แรงสั่นสะเทือน (Vibration) ส่งผลทำให้อัตราการชดเชยการป้อนกระดาษมากขึ้น ในการผลิตเมื่อมีการควบคุมปัจจัยทั้ง 3 ทำให้อัตราเครื่องที่เกิดปัญหาภาพพิมพ์ไม่ผ่านเกณฑ์ลดลง โดยจากการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงในช่วงเดือน พ.ย. - ธ.ค. 2552 เกิดปัญหาภาพพิมพ์ไม่ผ่านเกณฑ์ตามคุณภาพ จำนวน 381 เครื่องหรือร้อยละ 0.04 จากยอดการผลิตรวม 853,047 เครื่อง เฉลี่ย 190 เครื่องต่อเดือน ทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเครื่องพิมพ์ 4,747 บาท เฉลี่ย 2,373 บาทต่อเดือน โดยการศึกษานี้สามารถทำให้ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดของเสีย และสามารถลดสัดส่วนของปัญหา ในการพิมพ์ภาพลงได้ เฉลี่ยร้อยละ 80 ต่อเดือน และยังช่วยลดค่าใช้จ่าย ในการแก้ไขเครื่องพิมพ์ลดลงเฉลี่ยร้อยละ 68 ต่อเดือน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] บิสิเนสไทย, **Pixma ปฏิวัติตลาดอิงค์เจ็ท ปูพรมยึดเบอร์ 1 ออล-อิน วัน.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://arip.co.th หน้า ทิป-เทคนิค (30 กันยายน 2551).

[2] เอกรัตน์ สาธุธรรม. **ค่ายพรินเตอร์ปรับตัวครั้งใหญ่ รับยอดโตน้อยอัดแคมเปญผ่อน-ฟรี.** กรุงเทพธุรกิจ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://Bangkokbiz news.com หน้าไอที□ นวัตกรรม (26 มีนาคม 2552).

[3] นางสาวนพเก้า ศิริพลไพบูลย์และคณะ, 2548. **หลักการเพิ่มผลผลิต (Basic Productivity Improvement).** สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ. สำนักพิมพ์ โรงพิมพ์ประชาชน. พิมพ์ครั้งที่ 5. จำนวนหน้า 244 หน้า.

[4] จักรกฤษณ์ ภูพานเพชร, 2552. **การลดข้อร้องเรียนจากลูกค้าและค่าใช้จ่ายคุณภาพด้วยเครื่องมือควบคุมคุณภาพยุคใหม่.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี.

[5] โสภิดา ท้วมมี, 2550. **การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตพลาสติกแผ่น โดยการประยุกต์ใช้การออกแบบการทดลองกรณีศึกษาบริษัทในอุตสาหกรรมผลิตพลาสติก.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[6] ปารเมศ ชุติมา. 2545. **การออกแบบการทดลองทางวิศวกรรม.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

[7] Montgomery, D.C. 2005. **Design and Analysis of Experiments.** John Wiley & Sons,INC., The United States of America.

[8] ศรีไร จารุภิญโญ , 2552. **เอกสารประกอบการสอนการออกแบบการทดลอง,** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี.

[9] วิทยา รุ่งเจริญวัฒนา , 2550.**การใช้การออกแบบการทดลองในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียในขบวนการผลิตชิ้นส่วน C/M/C P-CAR.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิตภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[10] พรชัย ศศิวรรณ , 2550.**การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนกันโคลนรถยนต์ .** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[11] จิรัญญา โชตยะกุล, 2545.**การลดต้นทุนการเคลือบผิวกระดาษด้วยการกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสม.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.