การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก

นางสาว จุฑาทิพย์ ทะประสพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEFECT REDUCTION IN PLASTIC PACKAGING FACTORY

Miss Jutatip Thaprasop

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก
โดย	นางสาว จุฑาทิพย์ ทะประสพ
สาขาวิชา	สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โรจนโรวรรณ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฑาทิพย์ ทะประสพ : การลดของเสียในโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก. (DEFECT REDUCTION IN PLASTIC PACKAGING FACTORY) อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร.ณัฐชา ทวีแสง สกุลไทย, 198 หน้า.

งานวิจัยนี้ดำเนินการภายในโรงงานกรณีศึกษาแห่งหนึ่งซึ่งเป็นบริษัทผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกหลากหลายรูปแบบ โดยมีผลิตภัณฑ์หลักคือถุงบรรจุผ้าอนามัย จากการสำรวจพบว่ากระบวนการที่สำคัญและมีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์มากที่สุด คือ กระบวนการพิมพ์ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า กระบวนการพิมพ์กราเวียร์ ปัญหาหลักของกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ คือ มีของเสียเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากถึง 25-45%

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อหาสาเหตุหลักของปัญหาคุณภาพในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก และพัฒนาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเพื่อลดของเสียโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพ ได้แก่ กราฟ แผนภาพการกระจาย แผนผังแสดงสาเหตุและผล แผนภาพพาเรโต แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังต้นไม้ การออกแบบการทดลอง และแผนภูมิควบคุม ซึ่งในระหว่างการดำเนินงานวิจัยนั้นผู้วิจัยได้มีการจัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน และเป็นผู้มีส่วนร่วมในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 5 ระยะ ได้แก่ (I) ระยะการกำหนดปัญหาได้ทำการคัดเลือกปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไข ได้แก่ (1) ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม (2) แรงดึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม (3) พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และ (4) การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (III) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหาประกอบด้วย 2 วิธี คือ การออกแบบการทดลอง และการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ ผลจากการออกแบบการทดลองทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50°C อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50°C และแรงดึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ (V) ระยะการประเมินผลพบว่า สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเวลาในการพิมพ์งาน A018 ลดลงเฉลี่ย 8.87 นาทีต่อม้วน

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่อนิสิต.....จุฑาทิพย์ ทะประสพ.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา..... 2551.....

4970263121 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: DEFECT REDUCTION / PLASTIC PACKAGING / QUALITY IMPROVEMENT/ DESIGN OF EXPERIMENT

JUTATIP THAPRASOP : DEFECT REDUCTION IN PLASTIC PACKAGING FACTORY. THESIS ADVISOR : NATCHA THAWESAENGSAKULTHAI, Ph.D., 198 pp.

This research was carried out in a flexible packaging manufacturer which produces various plastic packaging and sanitary bag. The preliminary survey indicated that the printing process, named the gravure printing process, had the most impact to company product quality. The main problem of gravure printing process was its high percentage of defect up to 25-45 percent.

The purpose of this study is to find the root causes of the quality problem in plastic packaging printing process and develop a quality improvement approach for defect reduction by using quality techniques including graph, scatter diagram, cause-and-effect diagram, pareto diagram, affinity diagram, tree diagram, design of experiment, and control chart. During this study, a quality improvement team has been set and work closely with this quality improvement project.

The methodology was composed of five phase. Phase I, Quality problem definition, which indicated that the quality problem focused in this thesis was the overlapping printing problem (coded A018). Code A018 was a problem of a sanitary bag product produced of white PE plastic film of 0.04 millimeters thickness from printing machine coded PR10. Phase II, Root causes identification, revealed root causes of (1) improper temperature level on heaters of the print unit, (2) the improper web tension, (3) the lack of adequate training for operators, and (4) the lack of preventive maintenance. Phase III, Problem-solving generation was composed of two alternatives were the design of experiment on three factors (temperature on print unit no.7 and 8, and web tension) and development of work instruction. Results from the design of experiment indicated that the appropriate levels of these three factors were the 50°C temperature level on both print unit no.7 and 8, and the 15 N/mm. of web tension. Phase IV, Selection of alternative application was the implementation of action plan generated from previous phase. Phase V, Evaluated results from the implementation, which found that the percentage of average overlapping printing defect and average total defect decreased 14.94 and 12.71 percent respectively, and the average printing time decreased 8.87 minutes per roll.

Department.....Industrial Engineering..... Student's signature.....Jutatip Thaprasop.....

Field of study.....Industrial Engineering..... Advisor's signature.....

Academic year.....2008.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความกรุณาของอาจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย ที่คอยดูแลเอาใจใส่ ให้ความรู้ทางทฤษฎีต่าง ๆ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดจนแนวทางในการแก้ปัญหาและการให้กำลังใจ ซึ่งผู้วิจัยต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้ความกรุณาในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณศูนย์บ่มเพาะธุรกิจเพื่อวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนในการติดต่อประสานงานกับโรงงานกรณีศึกษาให้กับผู้วิจัย รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

ขอขอบพระคุณผู้บริหารของโรงงานกรณีศึกษาที่อนุญาตให้ผู้วิจัยได้ใช้สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณพี่ ๆ พนักงานของโรงงานกรณีศึกษาทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือและความช่วยเหลืออย่างดีตลอดระยะเวลาที่เข้าไปทำการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยทั้งจากการเรียนในห้องเรียน และจากหนังสือหรือเอกสารที่ผู้วิจัยได้อ่าน อันเป็นพื้นฐานสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณคุณชนิพัฒน์ พรหมะวัน สำหรับการสนับสนุนต่าง ๆ และกำลังใจที่ทำให้การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นไปอย่างราบรื่น

และสุดท้าย ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนสำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือที่มอบให้

ประโยชน์และความดีอันพึงเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา คุณแม่จันทร์เพ็ญ พี่สาวและพี่ชายของข้าพเจ้าที่คอยให้การสนับสนุนในทุกด้าน พร้อมทั้งให้ความเข้าใจและเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้าตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา 4
1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 9
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 20
1.4 ขอบเขตของการวิจัย 20
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 21
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 21
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 22
1.8 ระยะเวลาในการทำงานวิจัย 25

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
2.1 ทฤษฎีทางคุณภาพ 29
2.2 เทคนิคทางคุณภาพ 36
2.3 การออกแบบการทดลอง 55
2.4 กระบวนการพิมพ์กราเวียร์ 66
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 71

บทที่ 3 ระยะการกำหนดปัญหา 84
3.1 ทีมงานสำหรับแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน 84
3.2 กระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยของโรงงานกรณีศึกษา 85
3.3 ข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว 98
3.4 การคัดเลือกรายการสินค้าเพื่อนำมาศึกษา 99

หน้า

3.5 สินค้ารหัส A018 104
3.6 สรุปผลระยะการกำหนดปัญหา....108

บทที่ 4 ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา....109
4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากแผนผังแสดงสาเหตุและผล 109
4.2 แบบสอบถาม 113
4.3 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ 116
4.4 สรุปผลระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา 121

บทที่ 5 ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา 122
5.1 วิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ 122
5.2 การออกแบบการทดลอง 124
5.3 ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์....142
5.4 สรุปผลระยะการหาวิธีการปัญหา....144

บทที่ 6 ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ 146
6.1 การฝึกอบรมพนักงาน 146
6.2 การทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน 147
6.3 การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ 147
6.4 การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ 147
6.5 การประเมินผลการปฏิบัติงาน....151
6.6 สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ....151

บทที่ 7 ระยะการประเมินผล....152
7.1 ข้อมูลหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ....152
7.2 การประเมินผล....156
7.3 สรุปผลระยะการประเมินผล 157

บทที่ 8 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 158
8.1 สรุปผลการวิจัย 158

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 163
8.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย 163
8.4 ข้อเสนอแนะ 163

รายการอ้างอิง 165

ภาคผนวก 170
ภาคผนวก ก 171
ภาคผนวก ข 173
ภาคผนวก ค 174
ภาคผนวก ง 176

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 198

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1.1 ปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางการแก้ไข 12
ตารางที่ 1.2 ปริมาณของเสีย ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป และเปอร์เซ็นต์ของเสียของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 17
ตารางที่ 1. 3 ชนิดวัตถุดิบ ขนาดวัตถุดิบ และปริมาณสั่งผลิตผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 19
ตารางที่ 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและเครื่องมือหรือเทคนิคที่ใช้ 25
ตารางที่ 1.5 ระยะเวลาในการทำงานวิจัยแต่ละขั้นตอน 26
ตารางที่ 2.1 ความหมายของคำว่า “คุณภาพ” 29
ตารางที่ 2.2 การจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพ 32
ตารางที่ 2.3 สาเหตุของการแปรผันและวิธีการแก้ไข 33
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของวิธีการต่าง ๆ 34
ตารางที่ 2.5 สัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ 37
ตารางที่ 2.6 การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐาน 63
ตารางที่ 2.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ Two-fixed effect model 66
ตารางที่ 2.8 เครื่องมือคุณภาพที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ 73
ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติต่าง ๆ ของเครื่องมือ 75
ตารางที่ 2.10 งานวิจัยเกี่ยวกับหมึกพิมพ์กราเวียร์ 82
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเครื่องพิมพ์ในโรงงานกรณีศึกษา 86
ตารางที่ 3.2 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร 100
ตารางที่ 3.3 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร 101
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลรายการสินค้าถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 ที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อเดือนมากกว่าหรือเท่ากับ 12.93 เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนใบสั่งผลิตมากที่สุด 10 อันดับแรก 102

ตาราง หน้า

ตารางที่ 3.5 ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวและจำนวนใบสั่งผลิตของสินค้ารหัส A018 ที่พิมพ์บนเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่อง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 103
ตารางที่ 3.6 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 106
ตารางที่ 3.7 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของสินค้ารหัส A018 107
ตารางที่ 4.1 ผลการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ของทีมงาน 114
ตารางที่ 4.2 สาเหตุหลักของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 116
ตารางที่ 4.3 ผลการคัดเลือกสาเหตุที่ได้จากการทำ FMEA สำหรับนำไปหาวิธีการแก้ปัญหา 121
ตารางที่ 5.1 ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k 126
ตารางที่ 5.2 ค่าความหนืดของหมึกแต่ละสี 129
ตารางที่ 5.3 ค่าอำนาจของการทดสอบและขนาดตัวอย่างจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MINITAB 130
ตารางที่ 5.4 แผนและลำดับการทดลองที่สร้างจากโปรแกรม MINITAB 131
ตารางที่ 5.5 จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ที่ได้จากการทดลอง 132
ตารางที่ 5.6 การประมาณค่าผลกระทบและสัมประสิทธิ์ของการทดลองด้วยโปรแกรม MINITAB 136
ตารางที่ 5.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองด้วยโปรแกรม MINITAB 136
ตารางที่ 5.8 ระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยเพื่อให้มีจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 น้อยที่สุด 140
ตารางที่ 5.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยด้วยโปรแกรม MINITAB 141
ตารางที่ 6.1 แผนการดำเนินงานแก้ปัญหาของสินค้ารหัส A018 146
ตารางที่ 7.1 ผลของการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ 157
ตารางที่ 8.1 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ในงานวิจัย 159
ตารางที่ 8.2 ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ 162
ตารางที่ ก.1 รหัสของของเสียแต่ละประเภท 171
ตารางที่ ก.2 ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์แต่ละประเภท 172
ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์การทดลองโดยใช้โปรแกรม MATLAB 174

ตาราง หน้า

ตารางที่ ค.2 ค่าความน่าจะเป็นสะสม $P_k = (k - 1/2)/n \times 100$ และค่าส่วนตกค้าง (Residual) ในการสร้าง Normal probability plot 175

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 1.1 มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกรวมและแผ่นฟิล์ม ฟอยล์ และแถบพลาติกในปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ.2550 2
รูปที่ 1.2 มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกรวมและแผ่นฟิล์ม ฟอยล์ และแถบพลาติกในไตรมาสที่ 1, 2, 3 และ 4 ของปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2550 2
รูปที่ 1.3 สัดส่วนจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติก 3
รูปที่ 1.4 ภาพรวมกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา 7
รูปที่ 1.5 รายละเอียดกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา 8
รูปที่ 1.6 ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา 11
รูปที่ 1.7 กระบวนการผลิต อินพุต และเอาต์พุต ของโรงงานกรณีศึกษา 14
รูปที่ 1.8 กราฟแสดงปริมาณสินค้าสำเร็จรูป ปริมาณของเสีย และเปอร์เซ็นต์ของเสียในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 15
รูปที่ 1.9 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียแต่ละประเภทในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 16
รูปที่ 1.10 กราฟแสดงสัดส่วนระหว่างสินค้าสำเร็จรูปและของเสียของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 17
รูปที่ 1.11 แผนภาพพาเรโตแสดงของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยในแต่ละกระบวนการตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 18
รูปที่ 1.12 แผนภาพพาเรโตแสดงของเสียแต่ละประเภทในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 19
รูปที่ 2.1 ทฤษฎีที่ทำมาใช้ในงานวิจัย 28
รูปที่ 2.2 ตัวแบบ SIPOC สำหรับสร้างแนวความคิด 37
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต 38
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา 40
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม 41
รูปที่ 2.6 แผนภาพการกระจายในรูปแบบต่าง ๆ 44
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟเส้น 45
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างกราฟแท่ง 46
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟวงกลม 46
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง 48

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างแผนผังต้นไม้.....49
รูปที่ 2.12 แบบจำลองทั่วไปสำหรับกระบวนการหรือระบบ.....55
รูปที่ 2.13 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (ไม่มีอันตรกิริยา) 60
รูปที่ 2.14 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (มีอันตรกิริยา) 60
รูปที่ 2.15 กระบวนการพิมพ์กราเวียร์.....67
รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการทำงานเป็นทีม 77
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา.....85
รูปที่ 3.2 การทำให้เกิดภาพลงบนฟิล์มพลาสติกของแม่พิมพ์กราเวียร์.....85
รูปที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมแม่พิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา.....87
รูปที่ 3.4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมหมึกพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา 89
รูปที่ 3.5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจเช็คใบมีดในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา 90
รูปที่ 3.6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการติดตั้งลูกยางในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา.....91
รูปที่ 3.7 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมเครื่องพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา 93
รูปที่ 3.8 แผนภูมิการไหลของกระบวนการพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา.....95
รูปที่ 3.9 เครื่องพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา.....96
รูปที่ 3.10 ส่วนป้อนม้วนฟิล์มและแกนปล่อยม้วน.....96
รูปที่ 3.11 ส่วนรับม้วนฟิล์มและแกนเก็บม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จแล้ว.....97
รูปที่ 3.12 ของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ 97
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างฟิล์มที่ผ่านการพิมพ์มาจากส่วนพิมพ์แต่ละส่วน 98
รูปที่ 3.14 กราฟแสดงปริมาณต่าง ๆ ในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร 99
รูปที่ 3.15 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร 100

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 3.16 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร 101
รูปที่ 3.17 ขนาดของฟิล์มและภาพบนฟิล์มของสินค้ารหัส A018 104
รูปที่ 3.18 ขนาดบล็อกแม่พิมพ์ของสินค้ารหัส A018 105
รูปที่ 3.19 กราฟแสดงปริมาณต่าง ๆ ของสินค้ารหัส A018 105
รูปที่ 3.20 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018.....106
รูปที่ 3.21 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของสินค้ารหัส A018.....107
รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018.....110
รูปที่ 4.2 แผนภาพพาเรโตแสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามสมาชิกในทีมงานถึงสาเหตุของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 115
รูปที่ 4.3 แผนภาพพาเรโตแสดงสาเหตุของของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 จากแหล่งที่มาต่าง ๆ.....115
รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018.....118
รูปที่ 5.1 แผนผังต้นไม้ในการแก้ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 122
รูปที่ 5.2 แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงแสดงวิธีการแก้ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 124
รูปที่ 5.3 ตู้ควบคุมความร้อนและแสงสว่างของเครื่องพิมพ์ PR10.....125
รูปที่ 5.4 ตู้ควบคุมแรงตึงของม้วนฟิล์ม.....126
รูปที่ 5.5 เครื่อง LOOK ONE.....128
รูปที่ 5.6 ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเครื่องหมาย “+” ที่เป็นตัวบ่งบอกถึงข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว 128
รูปที่ 5.7 Normal probability plot ของส่วนตกค้างกับจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 133
รูปที่ 5.8 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการเก็บข้อมูล 134
รูปที่ 5.9 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับค่าที่ถูกฟิต 135
รูปที่ 5.10 Normal probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ 137
รูปที่ 5.11 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ.....137

ภาพประกอบ หน้า

รูปที่ 5.12 ผลหลักของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง.....139
รูปที่ 5.13 ผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง.....140
รูปที่ 5.14 ขั้นตอนการจัดทำระเบียบวิธีปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์.....143
รูปที่ 6.1 แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม 150
รูปที่ 7.1 แผนภูมิควบคุม c ของจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018.....152
รูปที่ 7.2 กราฟแสดงจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อม้วนในแต่ละเดือนของสินค้ารหัส A018 ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ 153
รูปที่ 7.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียของสินค้ารหัส A018 ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ 154
รูปที่ 7.4 กราฟแสดงแปอร์เซ็นต์ของเสียของเครื่องพิมพ์ PR10 ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ 155
รูปที่ 7.5 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานสินค้ารหัส A018 เฉลี่ยต่อม้วน.....156

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

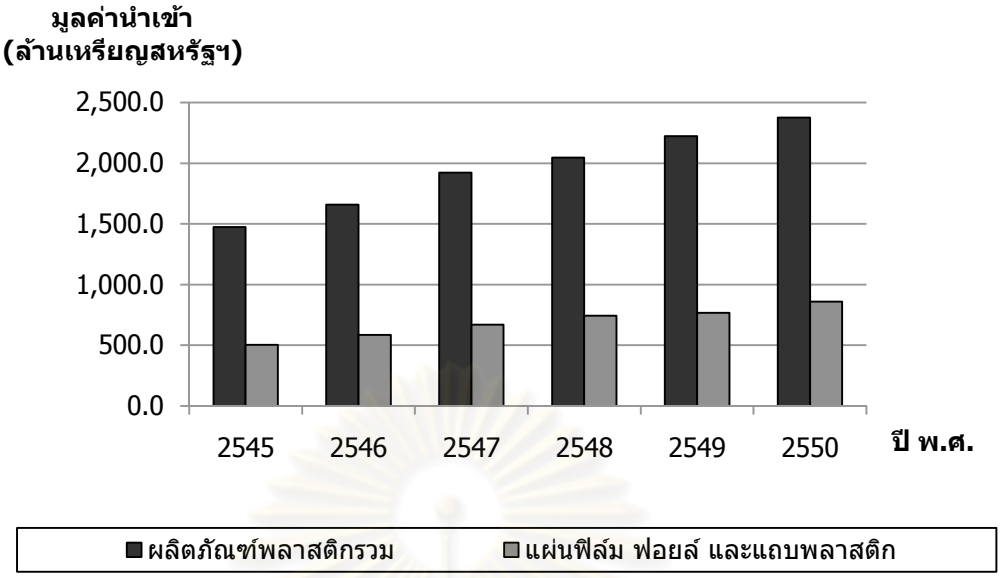
บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุที่มีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบัน ซึ่งจะพบเห็นได้ในอุปกรณ์ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน และพลาสติกยังนำไปใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ อาทิ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องแต่งกาย รองเท้า วัสดุก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องเขียน ของเล่น เครื่องกีฬา บรรจุภัณฑ์ อาหารแปรรูป ฯลฯ

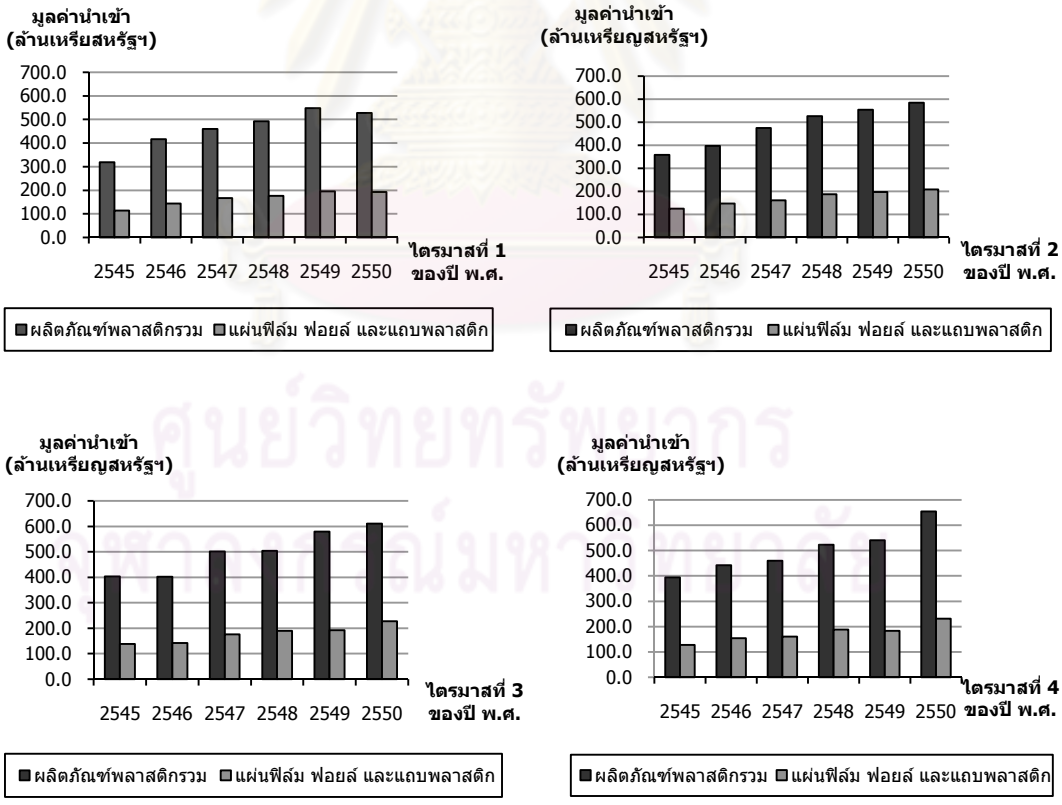
อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกจัดเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่สำคัญยิ่งต่อเศรษฐกิจไทย เนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้ระบบเศรษฐกิจของประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2551) อีกทั้งยังเป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมต่อระหว่างอุตสาหกรรมปิโตรเคมีกับอุตสาหกรรมต่อเนื่องนานาประเภท โดยการแปรรูปที่ต้องใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกเป็นวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูปหรือเป็นส่วนประกอบในการผลิต

บรรจุภัณฑ์พลาสติก (Plastic packaging) เป็นผลผลิตส่วนหนึ่งในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อชีวิตประจำวันและได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีคุณสมบัติเหนือกว่าบรรจุภัณฑ์ชนิดอื่นๆ หลายประการ อาทิ มีความสะอาด มีความเหนียว น้ำหนักเบา กันน้ำ มีความทนทานต่อสารเคมี สะดวกแก่การใช้ สามารถตกแต่งให้สวยงาม ขึ้นรูปได้ง่าย เร็ว และหลากหลายรูปแบบ จึงทำให้มูลค่าตลาดบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีสัดส่วนสูงสุดเมื่อเทียบกับบรรจุภัณฑ์ประเภทอื่นๆ โดยคิดเป็น 40% ของมูลค่าตลาดบรรจุภัณฑ์ภายในประเทศ (ธนาคารนครหลวงไทย, 2551)

การผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกของประเทศไทยเติบโตมาจากการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า จากข้อมูลภาวะอุตสาหกรรมพลาสติก ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ตั้งแต่ปี พ.ศ.2545 จนถึงปี พ.ศ.2550 พบว่า การนำเข้าผลิตภัณฑ์กลุ่มบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีมูลค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์พลาสติกประเภทแผ่นฟิล์ม ฟอยล์และแถบพลาสติก มีมูลค่าการนำเข้ารวมที่สูงถึงหนึ่งในสามของมูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมดในแต่ละปี ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และยังมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของแต่ละปี ดังรูป 1.2 ดังนั้นผลิตภัณฑ์กลุ่มบรรจุภัณฑ์นี้จึงน่าจะจัดเป็นกลุ่มที่มีโอกาสเติบโตได้อีกมากสำหรับตลาดในประเทศ

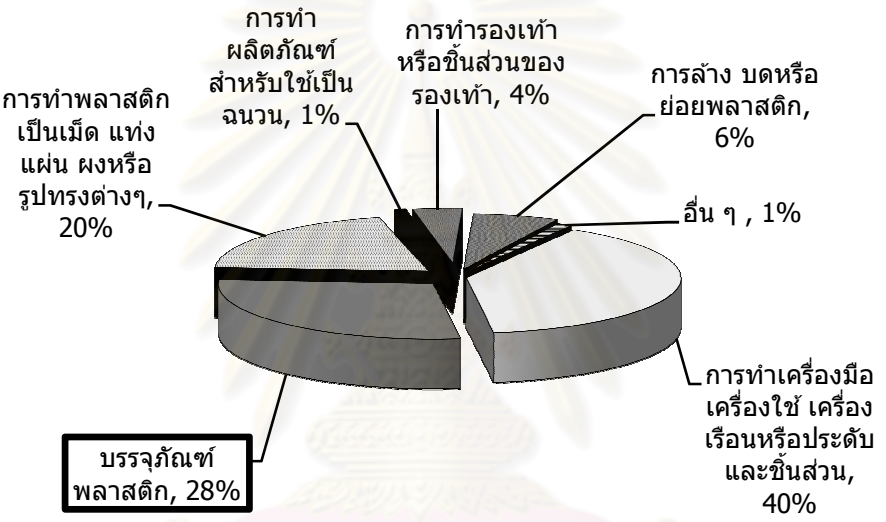


รูปที่ 1.1 มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกรวมและแผ่นฟิล์ม ฟอยล์ และแถบพลาสติกในปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2550



รูปที่ 1.2 มูลค่าการนำเข้าผลิตภัณฑ์พลาสติกรวมและแผ่นฟิล์ม ฟอยล์ และแถบพลาสติก ในไตรมาสที่ 1, 2, 3 และ 4 ของปี พ.ศ.2545 ถึง พ.ศ.2550

นอกจากนี้บรรจุภัณฑ์พลาสติกยังเป็นอีกอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญในการจ้างแรงงานมากที่สุด คิดเป็น 29.9% ของกลุ่มผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมด (ธนาคารนครหลวงไทย, 2551) ในขณะที่ผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่กลับเป็นผู้ผลิตขนาดเล็กและกระจายอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จากข้อมูลโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติกของกรมโรงงานอุตสาหกรรม (2551) พบว่า มีโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์พลาสติกคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 28 ของจำนวนโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติกทั้งหมด ซึ่งจัดได้ว่ามีจำนวนมากเป็นอันดับสองรองจากโรงงานที่ประกอบกิจการเกี่ยวกับการทำเครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องเรือน หรือประดับ และชิ้นส่วน ซึ่งคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 40 ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 สัดส่วนจำนวนโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์พลาสติก

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกไทยยังต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขยายตัวของอุตสาหกรรมนี้ ได้แก่ (ธนาคารนครหลวงไทย, 2551)

การขาดแคลนวัตถุดิบที่มีคุณภาพ ปัจจุบัน แม้ว่าประเทศไทยจะสามารถผลิตวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก คือ เม็ดพลาสติก PE, PP และ PS ได้เองภายในประเทศแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก ส่งผลให้ปริมาณวัตถุดิบมีไม่เพียงพอกับความต้องการ และคุณภาพยังไม่ได้มาตรฐาน จึงต้องมีการนำเข้าเม็ดพลาสติกจากต่างประเทศ

ด้านเทคโนโลยีในการผลิตยังไม่ทันสมัย เนื่องจากประเทศไทยยังไม่สามารถผลิตเครื่องจักรที่ทันสมัยได้เอง เช่น การผลิตแม่พิมพ์ เป็นต้น จึงต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่ง

มักมีราคาที่ค่อนข้างสูง ทำให้โรงงานผลิตซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานขนาดกลางและเล็กไม่อาจซื้อเครื่องจักรที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงจากต่างประเทศมาใช้ได้

ต้นทุนการผลิตสูง จากการที่มีจำนวนโรงงานที่ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกบางประเภทอยู่มากในปัจจุบัน โดยเฉพาะโรงงานผลิตถุงพลาสติก และขวดพลาสติก เป็นต้น ทำให้การใช้กำลังการผลิตยังไม่สามารถทำได้เต็มที่ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของแต่ละโรงงานสูงกว่าที่ควรจะเป็น

ภาวะการแข่งขันรุนแรง จากการที่บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่มีผู้ผลิตมากราย และส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตรายเล็ก ซึ่งมีเงินลงทุนไม่มากนัก ทำให้ภาวะการแข่งขันในธุรกิจค่อนข้างรุนแรง มีการขายตัดราคากัน และมีการลดต้นทุนการผลิตลง โดยการลดคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเพื่อให้สามารถขยายตลาดได้มาก ซึ่งส่งผลให้บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตได้มีคุณภาพด้อยลงไปด้วย

จากปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมา จึงจำเป็นที่ผู้ประกอบการบรรจุภัณฑ์พลาสติกต้องปรับตัวเพื่อให้ธุรกิจสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะปัจจุบัน โดยพยายามหาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มราคาขายสินค้าได้ รวมทั้งระมัดระวังการสต็อกวัตถุดิบที่มีราคาผันผวน เพื่อรักษาฐานลูกค้าและส่วนแบ่งทางการตลาดเอาไว้

1.1 ข้อมูลทั่วไปของโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นบริษัทผลิตสินค้าบรรจุภัณฑ์และวัสดุห่อหุ้มประเภทพลาสติก ดำเนินกิจการมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2539 ด้วยทุนจดทะเบียน 2 ล้านบาท รูปแบบกระบวนการผลิตเป็นการทำตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Made to order)

ดังนั้นโรงงานกรณีศึกษาจึงจัดเป็นวิสาหกิจขนาดกลางในกลุ่มกิจการการผลิต ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ SMEs (Small and Medium Enterprises) ที่ปัจจุบันกำลังเผชิญปัญหาจากสภาพเศรษฐกิจและการแข่งขันที่รุนแรงในหลาย ๆ ด้านของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติก ได้แก่ ต้นทุนการผลิตสูงอันเนื่องมาจากราคาวัตถุดิบที่ปรับตัวสูงขึ้น กระบวนการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ รวมถึงราคาขายของสินค้าที่ไม่สามารถปรับขึ้นได้เนื่องจากมีคู่แข่งเป็นจำนวนมาก

1.1.1 ผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่

1) ถุงบรรจุผ้าอนามัย (Sanitary LLDPE bag)

2) ฉลากที่ทำจากฟิล์มหด PVC (PVC shrink sleeve)

3) วัสดุห่อหุ้มที่ทำจากฟิล์มหด PE (PE shrink wrap)

4) ถุงหรือบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากพลาสติกชนิดและรูปร่างต่าง ๆ (Bag and pouch in various materials and shapes)

5) ฟิล์มและถุงเคลือบ (Laminated film and bag)

1.1.2 ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นวัตถุดิบ

พลาสติกที่ใช้เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษามีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงานแต่ละประเภทซึ่งจะกำหนดโดยลูกค้า สำหรับฟิล์มพลาสติกชนิด PE โรงงานจะทำการผลิตเอง ส่วนฟิล์มพลาสติกชนิดอื่น โรงงานจะซื้อสำเร็จมาเป็นม้วน แล้วนำมาผ่านกระบวนการพิมพ์และแปรรูปต่าง ๆ ซึ่งชนิดของพลาสติกที่ใช้ ได้แก่

LDPE	:	Low Density Polyethylene
LLDPE	:	Linear Low Density Polyethylene
HDPE	:	High Density Polyethylene
PP	:	Polypropylene
OPP	:	Oriented Polypropylene
PET	:	Polyethylene Terephthalate
PVC	:	Polyvinyl Chloride

1.1.3 กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตทั้งหมดแสดงไว้ในรูปที่ 1.4 และ 1.5 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) กระบวนการตรวจสอบ (Material inspection) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบนำเข้า ได้แก่ เม็ดพลาสติก PE ฟิล์มพลาสติก และสีที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ แล้วนำเข้าไปเก็บในสโตร์ สำหรับวัตถุดิบที่เป็นเม็ดพลาสติก PE การตรวจสอบจะไม่ได้ทำอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากคุณภาพของเม็ดพลาสติกส่วนมากไม่แตกต่างกัน

2) กระบวนการเป่า (Blowing) เป็นขั้นตอนการหล่อเม็ดพลาสติกด้วยความร้อนในแม่แบบรีดโดยมีการผสมสารเติมแต่งบางอย่างเข้าไปในอัตราส่วนที่พอเหมาะ จากนั้นเกลียวรีดจะรีดหมุนอัดเม็ดพลาสติกผ่านเข้าไปในส่วนให้ความร้อน เม็ดพลาสติกที่หลอมเหลวจะถูกอัดผ่านแม่แบบ และเป่าอากาศเข้าไปในช่องอากาศให้พลาสติกพองตัวตามขนาดที่ต้องการโดยการปรับที่หัวดาย (Die) ชิ้นงานที่ได้จะมีลักษณะเป็นหลอดพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งจะถูกส่งผ่านลูกกลิ้งที่มีความเรียบสนิทอีกครั้งเพื่อรีดพลาสติกให้อยู่ในลักษณะแบน ตลอดจนป้องกันอากาศภายในไม่ให้ออกจากช่องพลาสติกได้ เพื่อให้อากาศที่อยู่ภายในมีปริมาณคงที่และจะได้ฟิล์มพลาสติกขนาดเท่าเดิม ชิ้นงานที่ออกมาจะถูกม้วนไว้เพื่อรอการนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

3) กระบวนการสลิต (Slitting) เป็นการผ่าม้วนฟิล์มเพื่อให้ได้ความกว้างตามขนาดที่ต้องการ

4) กระบวนการพิมพ์ มีชื่อเรียกว่า การพิมพ์กราเวียร์ (Gravure printing) เป็นการถ่ายทอดหมึกจากบ่อหมึกไปยังฟิล์มพลาสติกผ่านแม่พิมพ์รูปทรงกระบอกที่ได้ทำสกรีน (ส่วนที่ทำให้เกิดภาพ) เอาไว้ แม่พิมพ์จะหมุนรอบตัวโดยมีส่วนที่จุ่มลงในถาดหมึกที่มีลักษณะเหลว บ่อหมึก

เล็ก ๆ ที่หมุนลงไปในถาดหมึกจะกักหมึกไว้ในบ่อ และมีใบมีดทำหน้าที่ปาดหมึกที่ล้นจากบ่อหมึกบริเวณผิวแม่พิมพ์ออกหมดก่อนที่ฟิล์มพลาสติกจะถูกกดให้สัมผัสกับแม่พิมพ์ ซึ่งจะแยกพิมพ์หมึกทีละสี แล้วทำการเป่าด้วยลมร้อนเพื่อให้หมึกแห้งสนิทก่อนที่จะพิมพ์สีต่อไป จนได้ภาพเหมือนตัวอย่าง และอาจมีการสลิตฟิล์มออกในตอนสุดท้ายก่อนทำการม้วนเก็บฟิล์มพลาสติกที่พิมพ์เสร็จแล้ว สำหรับการปรับตั้งเครื่องก่อนทำการพิมพ์ครั้งแรกจะมีการเปรียบเทียบรายละเอียดกับตัวอย่าง ได้แก่ สี ตำแหน่งและความถูกต้องของตัวหนังสือ และมีการตัดต้นม้วนและปลายม้วนฟิล์มไปตรวจสอบอีกครั้ง

5) กระบวนการแปรรูป (Conversion) เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนจากม้วนฟิล์มไปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งสินค้าแต่ละชนิดจะมีรายละเอียดของขั้นตอนการแปรรูปแตกต่างกัน สำหรับขั้นตอนการแปรรูปทั้งหมด ได้แก่

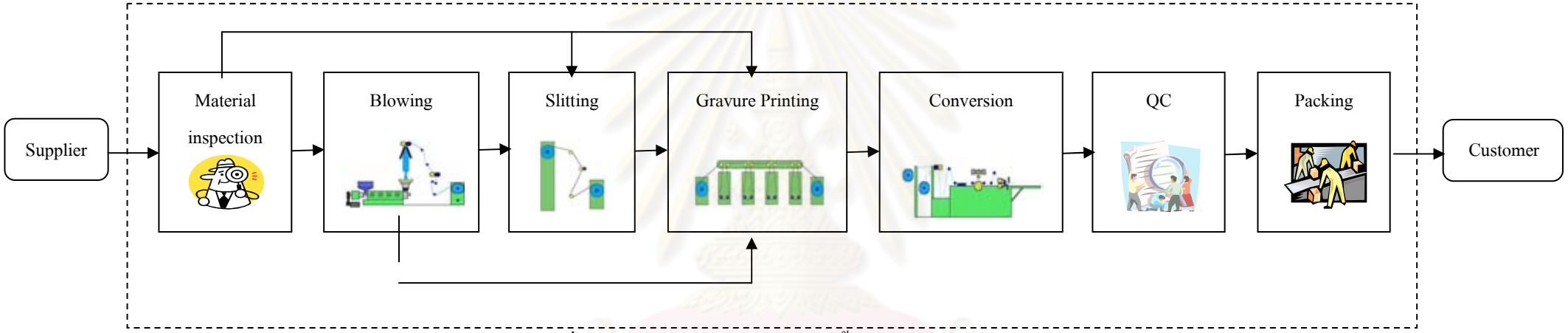
- การพับครึ่งและการซีลด้านข้าง (Half folding and side sealing) ขั้นตอนนี้มักใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นถุง
- การตรวจสอบของเสีย (Defect inspection) เป็นการพิจารณาความถูกต้องของรายละเอียดเกี่ยวกับการพิมพ์ อันได้แก่ ภาพ ตัวอักษร และสี รวมทั้งข้อบกพร่องอื่น ๆ
- การพับข้างและการกรอ (Gusset making and rewinding)
- การซีลขอบด้านล่าง (Bottom sealing) และการตัด (Cutting)

ซึ่งในส่วนของการซีลจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ การซีลโดยใช้ความร้อน และการซีลโดยใช้สารเคมี (กาว) ขึ้นอยู่กับชนิดของฟิล์ม ถ้าเป็นฟิล์มหด (Shrink film) จะไม่สามารถซีลโดยใช้ความร้อนได้

6) กระบวนการตรวจสอบ (QC) เป็นขั้นตอนการตรวจสอบรายละเอียดและคัดเลือกของเสีย ซึ่งได้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องทั้งในเรื่องขนาด สี รายละเอียดต่าง ๆจากการพิมพ์ รวมถึงความแข็งแรงของรอยการซีล

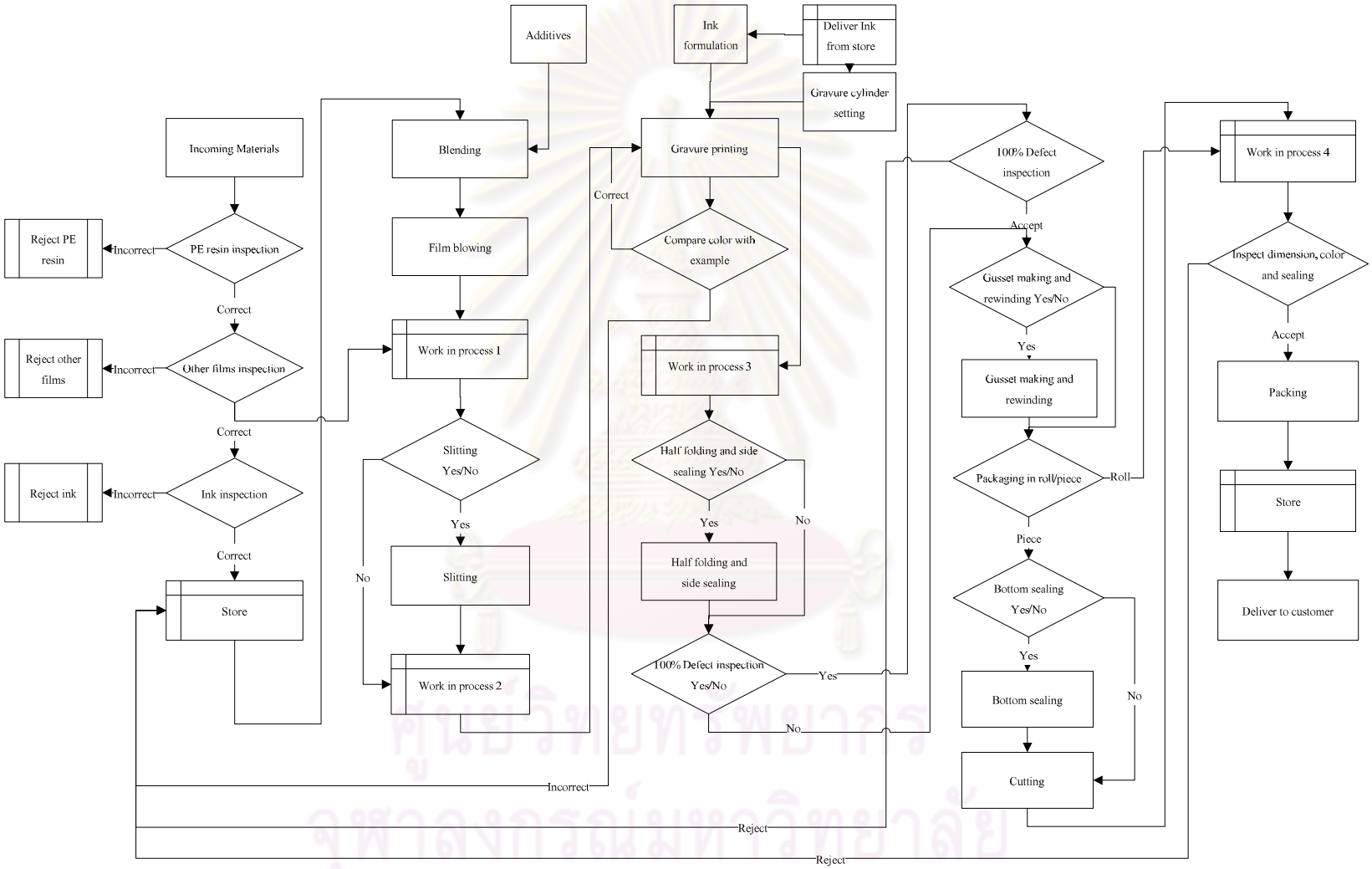
7) กระบวนการบรรจุหีบห่อ (Packing) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการบรรจุสินค้า ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.4 ภาพรวมกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.5 รายละเอียดกระบวนการผลิตทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษา

1.2 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการเข้าไปศึกษาสภาพการทำงานภายในโรงงานกรณีศึกษา รวมถึงข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้บริหารของโรงงานกรณีศึกษาและพนักงานในสายการผลิต ทำให้เห็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ปัญหาทางด้านกระบวนการผลิต และปัญหาทางด้านการบริหารจัดการ

1.2.1 ปัญหาทางด้านกระบวนการผลิต

1) ผู้บริหารไม่ทราบข้อมูลต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละผลิตภัณฑ์ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และวางแผนเพื่อตัดสินใจในการลดต้นทุน ซึ่งปัจจุบันถือว่ามีความจำเป็นที่ผู้บริหารจะต้องทราบต้นทุนการผลิตของตนเอง เนื่องจากมีการแข่งขันทางด้านราคาสูงมาก ใครสามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนต่ำกว่าย่อมมีความได้เปรียบทางธุรกิจมากกว่า

2) ภายในโรงงานมีการเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิตในส่วนต่าง ๆ แต่ไม่มีการนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์ ซึ่งข้อมูลเหล่านั้นสามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อใช้ในการวางแผนและปรับปรุงงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

3) การแบ่งพื้นที่ของสโตร์ไม่ชัดเจน โดยสโตร์ภายในโรงงานเป็นส่วนที่ใช้เก็บทั้งวัตถุดิบ ของเสีย และสินค้าสำเร็จรูปรวมกัน (รูปที่ 1.6) ทำให้เกิดความสับสน และอาจส่งผลเสียต่อความผิดพลาดในการตรวจสอบปริมาณของสิ่งเหล่านั้น

4) การตรวจสอบ 100% ของงานระหว่างทำและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจัดเป็นความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการทำงาน จากรูปที่ 1.6 จะเห็นได้ว่า มีการตรวจสอบ 100% ถึง 3 ครั้งในกระบวนการผลิต จึงเปรียบเสมือนว่ามีการตรวจสอบถึง 300% ซึ่งส่งผลให้เกิดความสูญเสียอย่างมากทั้งในด้านต้นทุนและเวลา

5) เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต (รูปที่ 1.6) มีประมาณ 25-45% โดยของเสียเหล่านี้จัดเป็นของเสียที่ไม่สามารถนำกลับมาทำใหม่ (Rework) ได้อีก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานที่ไม่มีประสิทธิภาพ และต้นทุนที่เกิดจากการสูญเสียเป็นจำนวนมาก

1.2.2 ปัญหาทางด้านการบริหารจัดการ

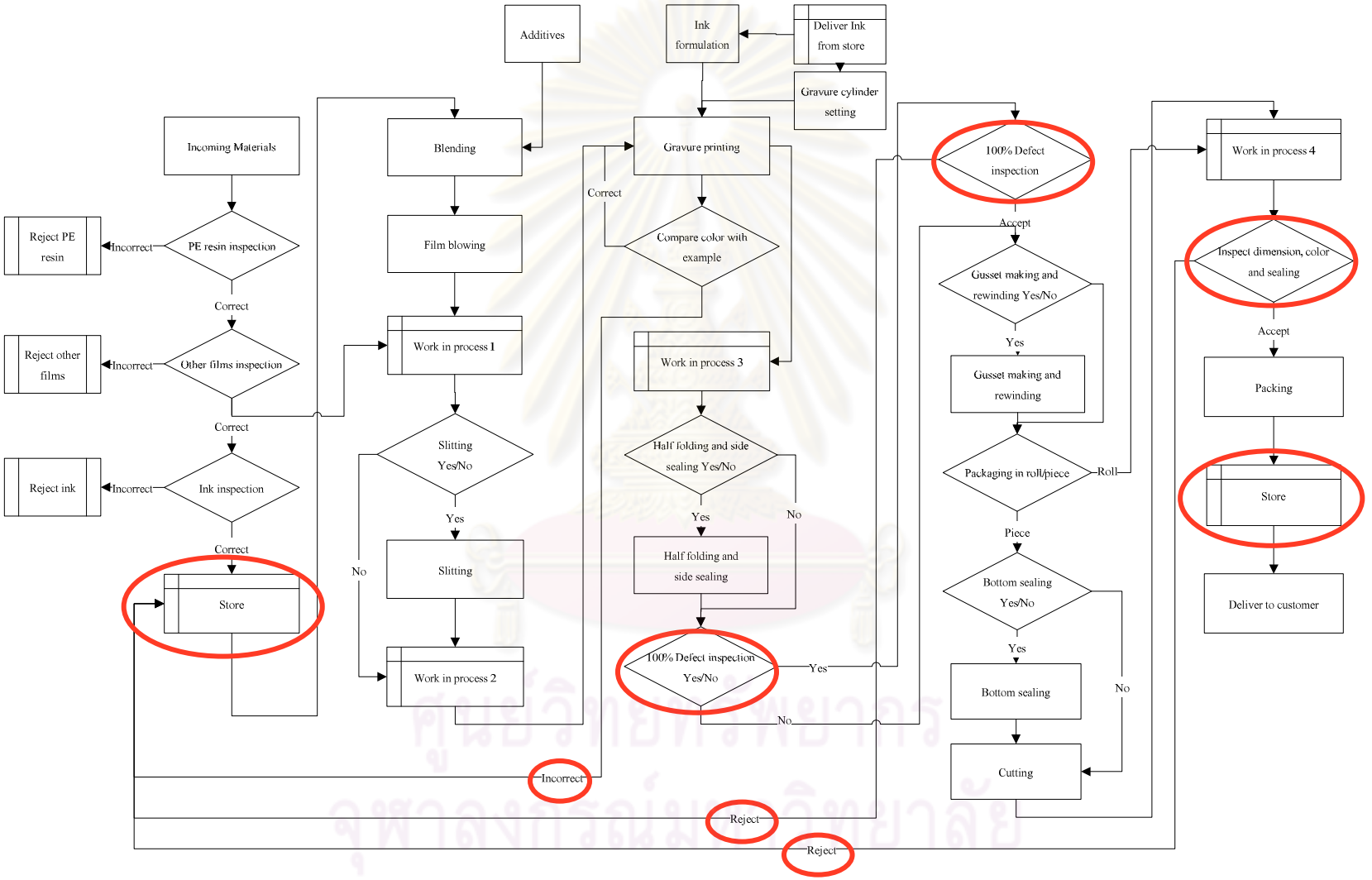
1) การกำหนดและแบ่งหน้าที่การทำงานไม่ชัดเจน ดังจะเห็นได้จากการที่ไม่มีผังองค์กรที่แสดงถึงตำแหน่งงานและความสัมพันธ์ในแต่ละฝ่าย ส่งผลให้เกิดการทำงานซ้ำซ้อน และบุคคลเดียวกันต้องรับผิดชอบงานในหลายหน้าที่ที่ไม่เกี่ยวข้องกัน

2) พนักงานขาดแรงจูงใจให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงไม่มีความใส่ใจในรายละเอียดของงานเท่าที่ควร ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

3) การกำหนดช่วงเวลาพักในระหว่างการทำงานให้กับพนักงานยังไม่มีระบบที่ชัดเจนและเหมาะสม ทำให้ส่งผลถึงประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

4) พนักงานขาดความภักดีต่อองค์กร และไม่ได้รู้สึกว่าตนเองเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร ทำให้ประสบปัญหากับการขาดแคลนแรงงานในกระบวนการผลิตเป็นระยะ ซึ่งส่งผลทำให้กำลังการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย การส่งมอบงานไม่ตรงตามกำหนดที่ตกลงกับลูกค้า และยังอาจส่งผลกระทบต่อชื่อเสียงขององค์กรและความสามารถในการแข่งขันในตลาดการค้าอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 1.6 ปัญหาที่พบในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

จากที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถสรุปปัญหารวมถึงข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขได้ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางการแก้ไข

ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
1. ปัญหาทางด้านกระบวนการผลิต	
1.1 ผู้บริหารไม่ทราบข้อมูลต้นทุนต่อหน่วยของแต่ละผลิตภัณฑ์ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และวางแผนเพื่อตัดสินใจในการลดต้นทุน	จัดทำบัตรต้นทุนงานแต่ละชนิดขึ้นมา เพื่อใช้ในการติดตามข้อมูลต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ เพื่อคำนวณหาต้นทุนต่อหน่วยของผลิตภัณฑ์ (Garrison, Noreen and Brewer, 2008)
1.2 ภายในโรงงานมีการเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิตในส่วนต่าง ๆ แต่ไม่มีการนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ให้เป็นประโยชน์	นำเครื่องมือของวิศวกรรมคุณภาพ เช่น เครื่องมือควบคุมคุณภาพ และเครื่องมือทางการจัดการ มาใช้ในการแสดงผลข้อมูล การวิเคราะห์และการปรับปรุงกระบวนการผลิต (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)
1.3 การแบ่งพื้นที่ของสโตร์ไม่ชัดเจน โดยใช้เก็บทั้งวัตถุดิบ ของเสีย และสินค้าสำเร็จรูปรวมกัน	จัดสัดส่วนของพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บวัตถุดิบ ของเสีย และสินค้าสำเร็จรูปภายในสโตร์ให้แยกจากกันอย่างชัดเจน พร้อมทั้งทำป้ายบอกประเภท (สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน, 2548)
1.4 การตรวจสอบ 100% ของงานระหว่างทำและสินค้าสำเร็จรูป ทำให้เกิดความสูญเสีย	พัฒนาระบบควบคุมคุณภาพขึ้นมาใช้ในกระบวนการผลิต โดยคำนึงถึงข้อกำหนดผลิตภัณฑ์ของลูกค้าเป็นสำคัญ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)
1.5 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตมีมากถึง 25-45%	สร้างทีมงานเพื่อการลดต้นทุนขึ้นมาอย่างชัดเจน ในการช่วยกันวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสีย และแนวทางการลดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

ตารางที่ 1.1 ปัญหาที่พบในโรงงานกรณีศึกษาและแนวทางการแก้ไข (ต่อ)

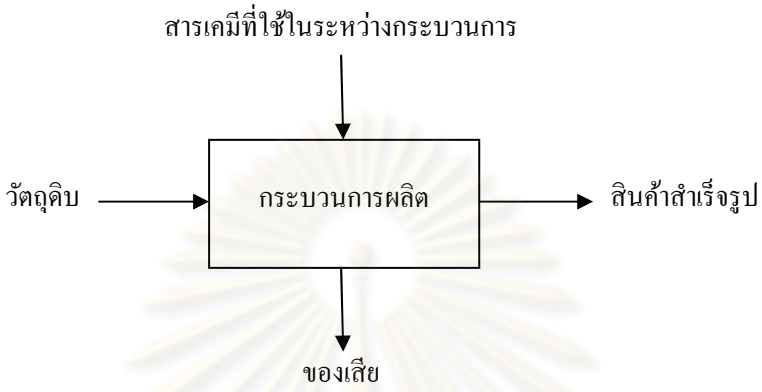
ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
2. ปัญหาทางด้านการบริหารจัดการ	
2.1 การกำหนดและแบ่งหน้าที่การทำงานไม่ชัดเจน	สร้างผังองค์กรและกำหนดหน้าที่งานแต่ละตำแหน่งและความสัมพันธ์ในแต่ละฝ่ายให้ชัดเจน (บรรยงค์ โตจินดา, 2542)
2.2 พนักงานขาดแรงจูงใจให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ	พัฒนาเครื่องมือการประเมินผลการปฏิบัติงานมาใช้เป็นเครื่องกระตุ้นและส่งเสริมให้พนักงานทำงานแบบยึดเอาผลลัพธ์เป็นความสำเร็จ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีและสวัสดิการที่เหมาะสมให้กับพนักงาน (ทองฬู ศิริวงศ์, 2550)
2.3 การกำหนดช่วงเวลาพักในระหว่างการทำงานให้กับพนักงานยังไม่มีระบบที่ชัดเจนและเหมาะสม	กำหนดช่วงเวลาพักระหว่างการทำงานที่แน่ชัดเหมาะสมและเพียงพอให้กับพนักงาน (บรรยงค์ โตจินดา, 2542)
2.4 พนักงานขาดความภักดีต่อองค์กร	พิจารณาถึงปัจจัยภายในที่เป็นแรงผลักดันของพนักงานในองค์กร แล้วหาทางลดแรงผลักดันเหล่านั้น (ทองฬู ศิริวงศ์, 2550)

จากที่กล่าวมาทั้งหมดในตารางที่ 1.1 ปัญหาเรื่องของเสียในกระบวนการผลิตที่มีเปอร์เซ็นต์สูงถึง 25-45%ถือได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดที่ผู้บริหารของโรงงานกรณีศึกษากำลังเผชิญอยู่ในสภาวะปัจจุบัน เนื่องจากส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การแก้ปัญหาเรื่องนี้เป็นสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2.3 การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเสียของโรงงานกรณีศึกษา

กระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเป็นกระบวนการแปรรูปวัตถุดิบไปเป็นสินค้าสำเร็จรูป ดังแสดงในรูปที่ 1.7 โดยหน่วยที่ใช้วัดปริมาณต่าง ๆ ในกระบวนการคือน้ำหนัก (กิโลกรัม)



รูปที่ 1.7 กระบวนการผลิต อินพุต และเอาต์พุตของโรงงานกรณีศึกษา

จากรูปที่ 1.7 จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่าง ๆ ดังนี้

ปริมาณวัตถุดิบ + ปริมาณสารเคมีที่ใช้

= ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป + ปริมาณของเสีย (1.1)

= ปริมาณที่ผลิตทั้งหมด (1.2)

ซึ่งในการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ของเสียนั้นเป็นการคำนวณปริมาณของเสียเทียบกับปริมาณที่ผลิตทั้งหมด ดังนั้นจะได้ว่า

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของเสีย} = \frac{\text{ปริมาณของเสีย}}{\text{ปริมาณที่ผลิตทั้งหมด}} \times 100\% \quad (1.3)$$

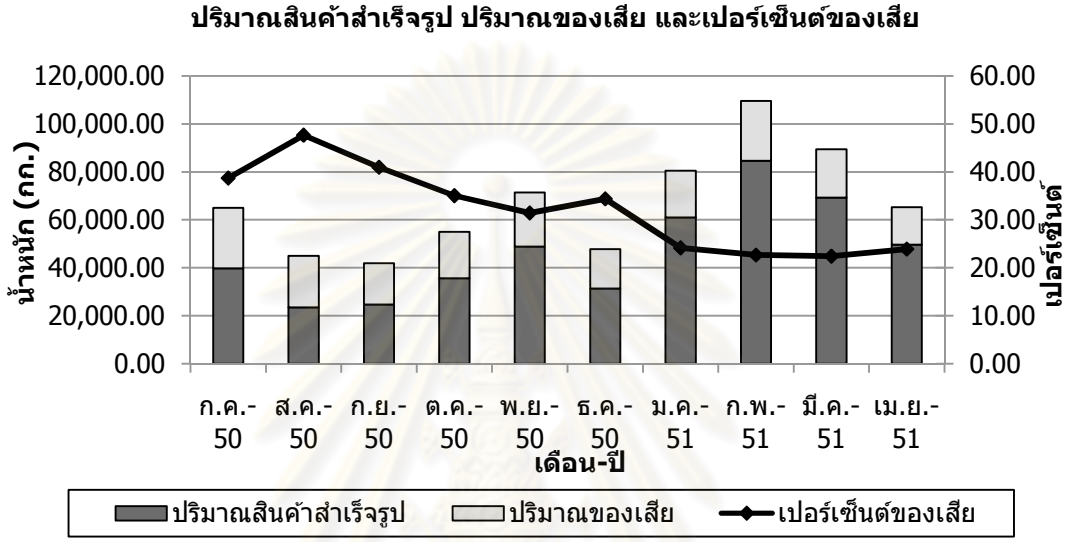
$$= \frac{\text{ปริมาณของเสีย}}{\text{ปริมาณวัตถุดิบ + ปริมาณสารเคมีที่ใช้}} \times 100\% \quad (1.4)$$

$$= \frac{\text{ปริมาณของเสีย}}{\text{ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป + ปริมาณของเสีย}} \times 100\% \quad (1.5)$$

แต่เนื่องจากทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีการเก็บข้อมูลปริมาณสารเคมีที่ใช้ในระหว่างกระบวนการผลิต จึงทำให้การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของเสียด้วยสมการที่ (1.4) ไม่สามารถทำได้ ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ของเสียของโรงงานกรณีศึกษาที่จะกล่าวถึงในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะหมายถึงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่คำนวณโดยใช้สมการที่ (1.5)

1.2.4 ของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา

การสำรวจข้อมูลของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2551 พบว่า มีปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ปริมาณของเสียและสัดส่วนของเสีย ดังแสดงในรูปที่ 1.8

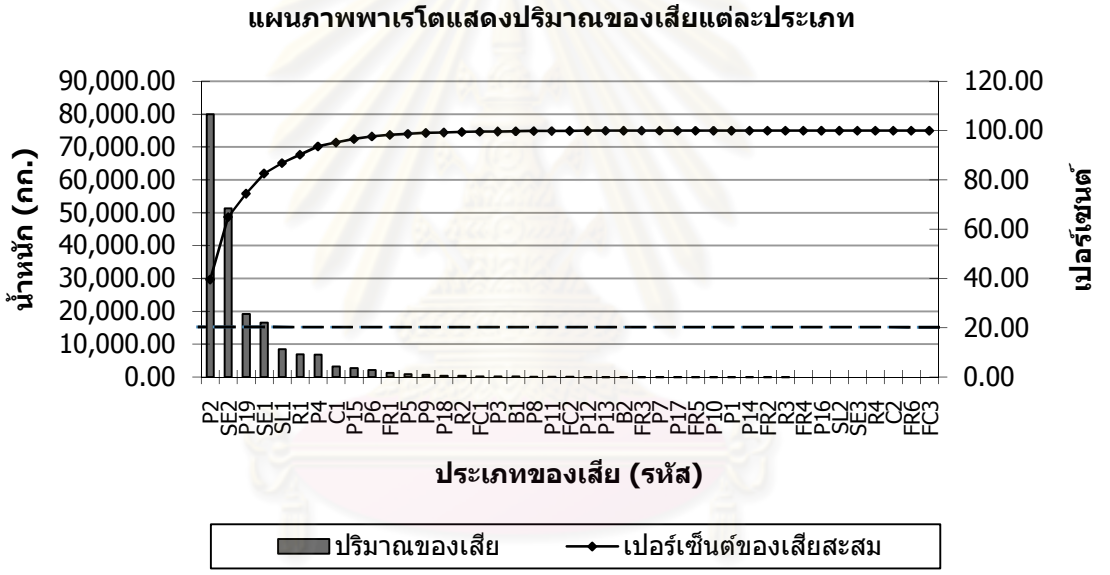


รูปที่ 1.8 กราฟแสดงปริมาณสินค้าสำเร็จรูป ปริมาณของเสีย และเปอร์เซ็นต์ของเสียในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

จากรูปที่ 1.8 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียมีค่าสูงมากในเดือนกรกฎาคม พฤศจิกายน พ.ศ.2550 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2551 และมีค่าต่ำมากในเดือนกันยายน ธันวาคม พ.ศ.2550 และเดือนเมษายน พ.ศ.2551 โดยมีค่าเฉลี่ยและพิสัยอยู่ที่ 20,208.17 กิโลกรัมต่อเดือน และ 9,585.53 กิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่กราฟของปริมาณสินค้าสำเร็จรูปมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นโดยตลอดตั้งแต่เดือนสิงหาคม ยกเว้นในเดือนธันวาคมที่มีค่าต่ำลง จนถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นจุดที่กราฟมีค่าสูงที่สุด หลังจากนั้นกราฟเริ่มตกลงจนกระทั่งถึงเดือนเมษายน และกราฟเริ่มสูงขึ้นอีกครั้งในเดือนพฤษภาคม ด้วยค่าเฉลี่ย 46,861.56 กิโลกรัมต่อเดือน และพิสัย 61,184.26 กิโลกรัม ซึ่งมีค่ามากกว่าพิสัยของปริมาณของเสีย 6 เท่า ส่วนกราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียที่คำนวณจากปริมาณของเสียและปริมาณสินค้าสำเร็จรูปโดยใช้สมการ (1.5) นั้นมีรูปแบบตรงข้ามกับกราฟของปริมาณสินค้าสำเร็จรูป โดยมีค่าลดลงโดยตลอดตั้งแต่เดือนสิงหาคมจนถึงเดือนมีนาคม ยกเว้นเดือนธันวาคมที่กราฟมีค่าสูงขึ้น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.13 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำข้อมูลของเสียทุกเดือนมารวมกันแล้วแยกออกตามประเภทของเสีย 41 ประเภทตามกระบวนการที่ทำให้เกิดของเสียทั้ง 8 กระบวนการที่โรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดไว้

ได้แก่ กระบวนการเป่า มีของเสีย 2 ประเภท กระบวนการพิมพ์ มีของเสีย 19 ประเภท กระบวนการสลิต มีของเสีย 2 ประเภท กระบวนการซีล มีของเสีย 3 ประเภท กระบวนการกรอ มีของเสีย 4 ประเภท กระบวนการตัด มีของเสีย 2 ประเภท กระบวนการกรอฟิล์ม มีของเสีย 6 ประเภท และกระบวนการตัดฟิล์มมีของเสีย 3 ประเภท ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการกำหนดรหัสให้กับของเสียแต่ละประเภทตามชื่อกระบวนการเหล่านั้น (ตารางที่ ก.1 ในภาคผนวก ก) เพื่อให้สามารถจำได้ง่ายและสะดวกในการแสดงผลข้อมูล ซึ่งในที่นี้ใช้แผนภาพพาเรโตในการแสดงข้อมูลปริมาณของเสียรวมแต่ละประเภท โดยแกนนอนแสดงถึงรหัสที่ใช้แทนประเภทของเสีย แกนตั้งทางด้านซ้ายแสดงถึงน้ำหนักของเสียแต่ละประเภท และแกนตั้งทางด้านขวาแสดงถึงเปอร์เซ็นต์สะสมของน้ำหนักของเสียประเภทนั้นเทียบกับน้ำหนักของเสียทุกประเภทรวมกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.9

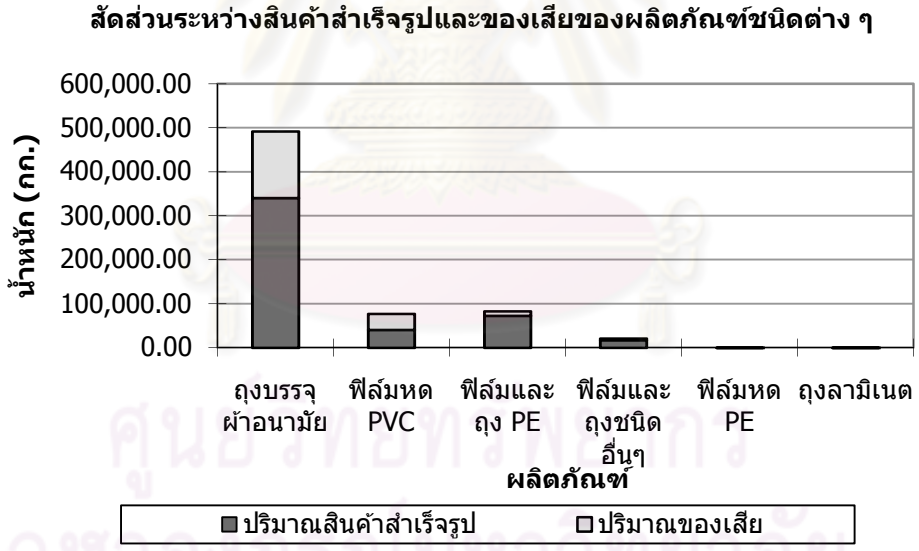


รูปที่ 1.9 แผนภาพพาเรโตแสดงปริมาณของเสียแต่ละประเภทในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

จากแผนภาพพาเรโตในรูปที่ 1.9 พบว่า ของเสียที่มีปริมาณสูงสุด 5 อันดับแรกมาจากกระบวนการ 3 กระบวนการ คือ กระบวนการพิมพ์ ได้แก่ ของเสียประเภทเบี้ยว (P2) และม้วนทดสอบ (P19) กระบวนการซีล ได้แก่ ของเสียประเภทใส้ (ซีล) (SE2) และซีลเสีย (SE1) และกระบวนการ สลิต คือ ของเสียประเภทผ่าเสีย (SL1) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ของเสียประเภทเบี้ยวนั้นมีปริมาณมากที่สุดคิดเป็น 39.57 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 1.2 ปริมาณของเสีย ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป และเปอร์เซ็นต์ของเสียของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

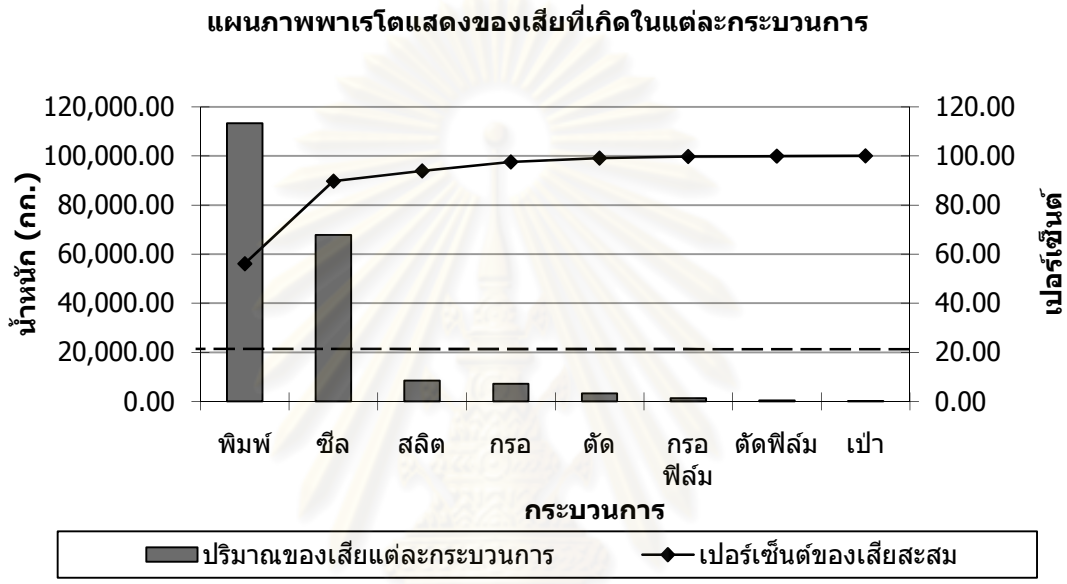
ชนิดผลิตภัณฑ์	ปริมาณของเสีย (กก.)	ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป (กก.)	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
1) ถุงบรรจุผ้าอนามัย	151,125.18	340,232.41	30.76
2) ฉลากที่ทำจากฟิล์มหด PVC	290.08	109.16	72.66
3) วัสดุห่อหุ้มที่ทำจากฟิล์มหด PE	36,588.98	40,043.46	47.75
4) ฟิล์มและถุง PE	10,686.56	71,731.09	12.97
5) ฟิล์มและถุงชนิดอื่น ๆ	3,683.96	16,536.43	18.22
6) ฟิล์มและถุงเคลือบ	9.02	186.42	4.62
รวม	202,383.78	468,838.97	



รูปที่ 1.10 กราฟแสดงสัดส่วนระหว่างสินค้าสำเร็จรูปและของเสียของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของเสียของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดในตารางที่ 1.2 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ชนิดวัสดุห่อหุ้มที่ทำจากฟิล์มหด PE มีเปอร์เซ็นต์ของเสียมากที่สุดเท่ากับ 72.66 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือฉลากที่ทำจากฟิล์มหด PVC และถุงบรรจุผ้าอนามัย มีเปอร์เซ็นต์ของเสียเท่ากับ 47.75 และ 30.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วนของปริมาณสินค้าสำเร็จรูป

และปริมาณของเสียในรูปที่ 1.10 จะพบว่า ผลิตภัณฑ์ชนิดถุงบรรจุผ้าอนามัยมีปริมาณสินค้าสำเร็จรูปและปริมาณของเสียมากที่สุด และมากกว่าปริมาณของผลิตภัณฑ์อื่นทุกชนิดรวมกัน ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยจะส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ของเสียโดยรวมมากที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะพิจารณาปัญหาของเสียที่เกิดกับผลิตภัณฑ์ชนิดถุงบรรจุผ้าอนามัย



รูปที่ 1.11 แผนภาพพาเรโตแสดงของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยในแต่ละกระบวนการ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

เมื่อพิจารณาของเสียแยกในแต่ละกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัย ดังแสดงในรูปที่ 1.11 พบว่า ในกระบวนการพิมพ์มีปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับ 113,396.40 กิโลกรัม และ 56.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งจัดได้ว่ามากที่สุดในทุกกระบวนการผลิต รองลงมาคือกระบวนการซีล มีปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นเท่ากับ 67,856.80 กิโลกรัม และ 33.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการคัดเลือกกระบวนการเพื่อใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้จะเลือกพิจารณาเพียงกระบวนการเดียวเท่านั้น ซึ่งในที่นี้จะเลือกกระบวนการพิมพ์ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีของเสียเกิดขึ้นปริมาณมากที่สุด

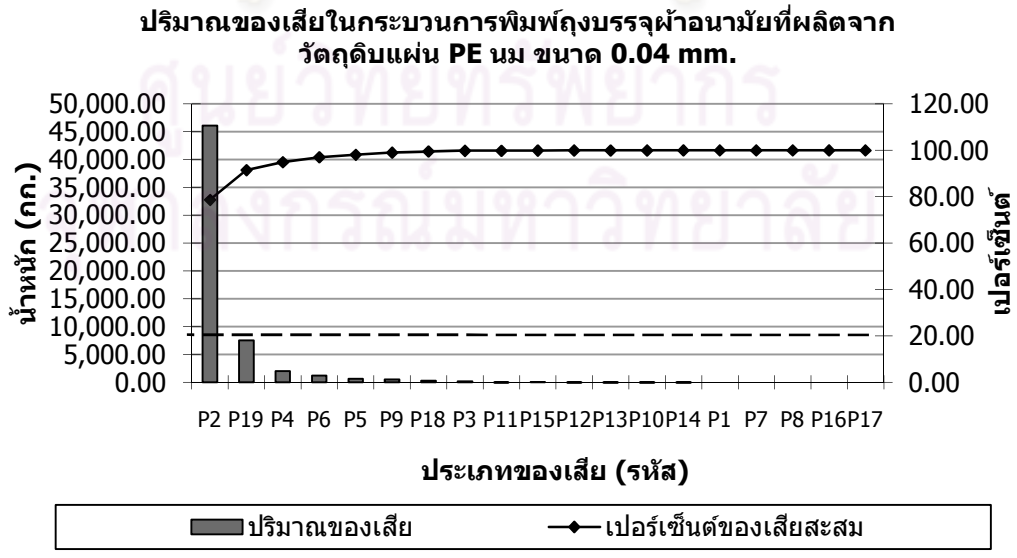
เนื่องจากกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบทำตามคำสั่งซื้อของลูกค้า ดังนั้นผลิตภัณฑ์จึงมีความหลากหลายเป็นอย่างมาก สำหรับผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยก็

เช่นเดียวกัน มีรายการสินค้าเป็นจำนวนมากกว่า 300 รายการ โดยสินค้าเหล่านี้มีข้อมูลปริมาณการสั่งผลิตแยกตามชนิดวัตถุดิบ และขนาดวัตถุดิบ แสดงในตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ชนิดวัตถุดิบ ขนาดวัตถุดิบ และปริมาณสั่งผลิตผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

ผลิตภัณฑ์	ชนิดวัตถุดิบ	ขนาดวัตถุดิบ (มิลลิเมตร)	ปริมาณสินค้าสำเร็จรูป (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์สินค้าสำเร็จรูป
ถุงบรรจุผ้าอนามัย	ถุง PE นม	0.08	17,471.66	5.14
	แผ่น PE นม	0.04	291,854.15	85.78
		0.045-0.047	13,211.70	3.88
	แผ่น PE ใส	0.04	17,540.00	5.16
		0.045-0.047	154.90	0.05
		รวม	340,232.41	100.00

จากตารางที่ 1.3 จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร มีปริมาณสินค้าสำเร็จรูปคิดเป็น 85.78 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณสินค้าสำเร็จรูปชนิดถุงบรรจุผ้าอนามัยทั้งหมด ดังนั้นในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาจะพิจารณาที่ปัญหาของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบชนิดนี้ เนื่องจากมีปริมาณสินค้าสำเร็จรูปมากที่สุด ซึ่งหมายความว่า มีการดำเนินการผลิตมากที่สุดในกลุ่มผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัย



รูปที่ 1.12 แผนภาพพาเรโตแสดงฌของเสียแต่ละประเภทในกระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัย ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ.2551

สำหรับข้อมูลคำอธิบายรายละเอียดของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์แต่ละประเภทแสดงไว้ในภาคผนวก ก (ตารางที่ ก.2 ในภาคผนวก ก) โดยรูปที่ 1.12 แสดงให้เห็นว่า ของเสียประเภทการพิมพ์เบี้ยว (ซึ่งเป็นของเสียที่มีลักษณะตำแหน่งภาพและตัวหนังสือที่พิมพ์ไม่ตรงตามตัวอย่าง) ของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร มีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 46,104.88 กิโลกรัม คิดเป็น 78.67 เปอร์เซ็นต์

จากที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษาที่จะนำมาพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัย ที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพประกอบกับการออกแบบการทดลองเพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางในการลดของเสียของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการลดของเสียของผลิตภัณฑ์ตัวอื่นต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายหลักในการหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา โดยการดำเนินงานเป็นไปตามวัตถุประสงค์ต่อไปนี้

1) เพื่อวิเคราะห์สภาพของเสียและหาสาเหตุหลักของปัญหาคุณภาพที่เกิดในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ

2) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการควบคุมคุณภาพ เทคนิคทางการจัดการ และการออกแบบการทดลอง

3) เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของโรงงานกรณีศึกษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยนี้ ได้แก่

1) ทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาเรื่องของเสียประเภทการพิมพ์เบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ในกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา เพียงรายการสินค้าเดียวเท่านั้น

2) การวิเคราะห์ปัญหาจะประยุกต์ใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้

- แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flowchart) ใช้ในการแสดงรายละเอียดของกระบวนการในส่วนต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- กราฟ (Graph) ใช้ในการแสดงข้อมูลปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
- แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) ใช้สำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจ
- แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect diagram) หรือแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) ใช้เพื่อหาสาเหตุของปัญหาอันเกิดจากแหล่งต่าง ๆ
- แผนภาพพาเรโต (Pareto chart) ใช้ช่วยในการสรุปหาสาเหตุหลักของปัญหาที่ได้จากแผนผังแสดงสาเหตุและผล
- การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) ใช้สำหรับวิเคราะห์ความรุนแรง โอกาสในการเกิด และความสามารถในการตรวจจับของระบบควบคุม
- แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) สำหรับจัดกลุ่มความสัมพันธ์ของสาเหตุตามวิธีการแก้ปัญหา
- การออกแบบการทดลอง (Design of experiment) สำหรับวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดของเสียมากที่สุด และค่าที่เหมาะสมของปัจจัยเหล่านั้น โดยใช้โปรแกรม MINITAB ช่วยในการวิเคราะห์ผล

3) การปรับปรุงแก้ไขปัญหาจะดำเนินการดังต่อไปนี้

- ปรับตั้งค่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการตามที่วิเคราะห์ได้จากผลของการออกแบบการทดลอง
- สร้างระเบียบวิธีปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐาน เพื่อให้เกิดของเสียของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาน้อยที่สุด

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน
2) แผนภูมิการไหลของกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก
3) ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกเพื่อลดจำนวนของเสีย
4) วิธีการปรับตั้งค่าปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดของเสียในรายการสินค้าที่ศึกษาน้อยที่สุด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.6.1 ประโยชน์ที่มีต่องานศึกษาวิจัย

- เป็นแนวทางการพัฒนาความรู้ใหม่ ๆ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติก
- เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยงานที่มีเป้าหมายหรือลักษณะปัญหาหรือกระบวนการผลิตใกล้เคียงกัน
- เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจทั่วไปในการศึกษาเพิ่มเติมหรือนำไปประยุกต์ใช้ในงานอื่นต่อไป
- เป็นการทดลองและศึกษาผลของการนำเทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหการกล่าวคือ เทคนิคทางคุณภาพมาใช้ในกรณีศึกษา

1.6.2 ประโยชน์ที่มีต่อกรณีศึกษา

- สามารถแสดงประสิทธิภาพการทำงานของกระบวนการโดยใช้แผนภูมิการไหลของกระบวนการ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพรวมและรายละเอียดของแต่ละกระบวนการได้
- สามารถนำเครื่องมือควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์
- เสนอแนะแนวทางโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เครื่องมือทางการจัดการ และการออกแบบการทดลอง ในการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการที่เหมาะสม
- เสนอแนะแนวทางการลดของเสียในกระบวนการพิมพ์ให้กับโรงงานกรณีศึกษา

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ระยะได้แก่

(I)ระยะการกำหนดปัญหา

ระยะนี้เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการดำเนินงานวิจัย เป็นการเข้าไปสำรวจถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา แล้วทำการคัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดมาพิจารณา มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ การออกแบบการทดลองและกระบวนการพิมพ์กราเวียร์เพื่อเป็นพื้นฐานในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพและกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา สำหรับนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

2) จัดตั้งทีมงานสำหรับการปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้จัดการแผนกพิมพ์ 1 คน หัวหน้าฝ่ายวางแผนกระบวนการผลิต 1 คน หัวหน้าช่างพิมพ์ 1 คน หัวหน้าช่าง

บล็อกแม่พิมพ์ 1 คน และหัวหน้าเครื่องพิมพ์ 1 คน รวมทั้งผู้วิจัย โดยผู้วิจัยมีหน้าที่หลักในการติดต่อประสานงาน เสนอแนะแนวความคิด และสรุปข้อมูลที่ได้จากการระดมสมองของสมาชิกในทีมงาน

3) ศึกษากระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร โดยเข้าไปศึกษาในกระบวนการจริง และสอบถามข้อมูลจากผู้บริหาร รวมถึงพนักงานที่อยู่ในสายการผลิต และสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการเพื่อแสดงให้เห็นถึงภาพรวมของการดำเนินการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัย รวมถึงรายละเอียดการทำงานในแต่ละส่วน

4) ศึกษาข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ เพื่อให้ทราบถึงความหมายและลักษณะที่เป็นที่เข้าใจตรงกัน สำหรับนำไปใช้วิเคราะห์และประเมินการเกิดข้อบกพร่องชนิดนี้

5) ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์ โดยการพูดคุยกับผู้บริหารและพนักงานในกระบวนการพิมพ์ การเข้าไปสังเกตของผู้วิจัย รวมถึงการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพิมพ์ของโรงงานมาวิเคราะห์ โดยใช้กราฟในการแสดงข้อมูลปริมาณต่าง ๆ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพและช่วยในการแปลความหมายของข้อมูล และแผนภาพพาเรโตสำหรับแสดงข้อมูลปริมาณและเปอร์เซ็นต์ของเสียที่พิจารณา

6) คัดเลือกรายการสินค้าที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาของเสีย 1 รายการมาพิจารณาเพื่อหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกที่ได้จากการระดมสมองภายในทีมงาน

(II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

ระยะนี้เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ในรายการสินค้าที่คัดเลือกมาพิจารณา โดยมีขั้นตอนดังนี้

7) ระดมสมองภายในทีมงานเพื่อให้ได้ข้อมูลสาเหตุของปัญหาของเสียของผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษามากที่สุด โดยให้ทีมงานแต่ละคนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ แล้วสร้างเป็นแผนผังแสดงสาเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา

8) หาข้อสรุปถึงสาเหตุหลักของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น โดยการให้คะแนนของสมาชิกในทีมในแบบสอบถาม และใช้แผนภาพพาเรโตในการแสดงผลลำดับคะแนนของสาเหตุเหล่านั้น

9) กำหนดเกณฑ์สำหรับพิจารณาเป็นสาเหตุหลักของปัญหา และสรุปผลว่าสาเหตุหลักของปัญหาคืออะไร

10)วิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบของสาเหตุหลักของปัญหาเพื่อคัดเลือกปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาดำเนินการแก้ไข

(III) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

ระยะนี้เป็นขั้นตอนต่อจากการหาสาเหตุของปัญหา โดยเป็นการระดมสมองเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

11) ให้ทีมงานแต่ละคนเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุหลักที่ได้จากระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา และทำการสรุปออกมาเป็นวิธีการแก้ปัญหาสำหรับสาเหตุแต่ละข้อโดยใช้แผนผังต้นไม้

12) จัดกลุ่มความสัมพันธ์ของวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากข้อ 10) โดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง สรุปออกมาเป็นวิธีในการแก้ปัญหา

13) ทำการทดลองโดยวิธีการออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบสองระดับ (2^k Factorial design) เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของเสียมากที่สุด และค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้นเพื่อให้ของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลจะทำโดยใช้โปรแกรม MINITAB

14) ระดมสมองภายในทีมงานเพื่อสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานสำหรับแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

(IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ระยะนี้เป็นขั้นตอนการดำเนินงานตามแนวทางแก้ปัญหาที่ได้กำหนดเอาไว้ในระยะ (II) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

15) วางแผนการปรับปรุงแก้ไขปัญหา อันประกอบไปด้วยขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุง ระยะเวลา และผู้รับผิดชอบหน้าที่ในแต่ละขั้นตอน

16) ดำเนินการตามแผนงานที่ได้วางเอาไว้ภายในระยะเวลาที่กำหนด

17) จัดการประชุมคณะทีมงานเพื่อติดตามผลการดำเนินงานเป็นระยะ

(V) ระยะการประเมินผล

ระยะสุดท้ายเป็นขั้นตอนการประเมินผลจากการปฏิบัติตามแนวทางการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้ ดังนี้

18) สรุปผลการดำเนินงานภายใต้แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาตามแผนงานและการวัดผลที่กำหนดไว้

19) สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาอื่น ๆ

20) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

รายละเอียดการดำเนินงานวิจัยทั้งหมด สามารถสรุปออกมาเป็นขั้นตอนพร้อมทั้งเครื่องมือหรือเทคนิคที่นำมาใช้ในขั้นตอนเหล่านั้นได้ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและเครื่องมือหรือเทคนิคที่ใช้

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	เครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้
I ระยะการกำหนดปัญหา	
1) ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2) จัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน	
3) ศึกษากระบวนการพิมพ์ของโรงงาน	แผนภูมิการไหลของกระบวนการ
4) ศึกษาลักษณะข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว	
5) ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์	กราฟ/แผนภาพพาเรโต/แผนภาพการกระจาย
6) คัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดมาพิจารณา	การระดมสมอง/กราฟ/แผนภารการกระจาย
II ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา	
7) ทีมงานแสดงความคิดเห็นถึงสาเหตุของปัญหา	การระดมสมอง/แผนผังแสดงสาเหตุและผล
8) หาข้อสรุปถึงสาเหตุหลักของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น	แบบสอบถาม/แผนภาพพาเรโต
9) สรุปสาเหตุหลักของปัญหา	
10) คัดเลือกสาเหตุที่ของปัญหาที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาทำการแก้ไข	การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ
III ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา	
11) ทีมงานแต่ละคนเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา	การระดมสมอง/แผนผังต้นไม้
12) จัดกลุ่มความสัมพันธ์ของวิธีการแก้ปัญหา	แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง
13) ทำการทดลองเพื่อเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบและค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้น	การออกแบบการทดลอง
14) สร้างระเบียบวิธีปฏิบัติงานสำหรับแก้ปัญหา	การระดมสมอง
IV ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ	
15) วางแผนปรับปรุงแก้ไขปัญหา	การระดมสมอง
16) ดำเนินการตามแผนงานที่ได้วางเอาไว้	
17) จัดประชุมทีมงานเพื่อติดตามผล	
V ระยะการประเมินผล	
18) สรุปผลการดำเนินงาน	แผนภูมิควบคุม/กราฟ
19) สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาอื่น ๆ	
20) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์	

1.8 ระยะเวลาในการทำงานวิจัย

การทำงานวิจัยแต่ละขั้นตอนมีกำหนดระยะเวลาแสดงไว้ในตารางที่ 1.5 ดังนี้

ตารางที่ 1.5 ระยะเวลาในการทำงานวิจัยแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอน	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)																															
	ธ.ค.-50				ม.ค.-51				ก.พ.-51				มี.ค.-51				เม.ย.-51				พ.ค.-51				มิ.ย.-51				ก.ค.-51			
I ระยะการกำหนดปัญหา																																
1) ศึกษาทฤษฎีและสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง																																
2) จัดตั้งทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพของโรงงาน																																
3) ศึกษากระบวนการพิมพ์ของโรงงาน																																
4) ศึกษาลักษณะข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว																																
5) ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์																																
6) คัดเลือกปัญหาที่สำคัญที่สุดมาพิจารณา																																
II ระยะการหาสาเหตุของปัญหา																																
7) ทีมงานแสดงความคิดเห็นถึงสาเหตุของปัญหา																																
8) หาข้อสรุปถึงสาเหตุหลักของปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น																																
9) สรุปสาเหตุหลักของปัญหา																																
10) คัดเลือกสาเหตุที่มีความรุนแรงมากที่สุดมาแก้ไข																																

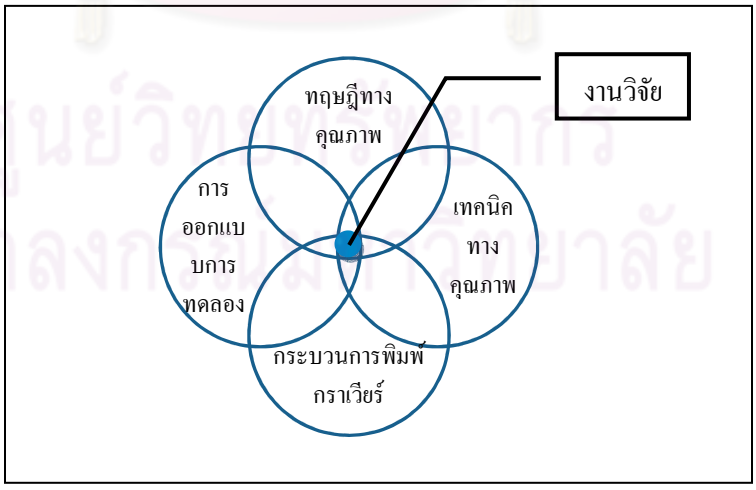
ตารางที่ 1.5 ระยะเวลาในการทำงานวิจัยแต่ละขั้นตอน (ต่อ)

ขั้นตอน	ระยะเวลาดำเนินงาน (เดือน)																																			
	ธ.ค.-50				ม.ค.-51				ก.พ.-51				มี.ค.-51				เม.ย.-51				พ.ค.-51				มิ.ย.-51				ก.ค.-51				ส.ค.-51				ก.ย.-51			
III ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา																																				
11) ทีมงานแต่ละคนเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหา																																				
12) จัดกลุ่มความสัมพันธ์ของวิธีการแก้ปัญหา																																				
13) ทำการทดลองเพื่อเพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบ และค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้น																																				
14) สร้างระเบียบวิธีปฏิบัติงานสำหรับแก้ปัญหา																																				
IV ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ																																				
15) วางแผนปรับปรุงแก้ไขปัญหา																																				
16) ดำเนินการตามแผนงานที่ได้วางเอาไว้																																				
17) จัดการประชุมทีมงานเพื่อติดตามผล																																				
V ระยะการประเมินผล																																				
18) สรุปผลการดำเนินงาน																																				
19) สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาอื่น ๆ																																				
20) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์																																				

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคทางคุณภาพประกอบกับการออกแบบการทดลองสำหรับการแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษา ดังนั้นในบทนี้จะเป็นการศึกษาถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทฤษฎีที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้จึงประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือ ทฤษฎีทางคุณภาพ ซึ่งเกี่ยวข้องกับนิยามของคุณภาพและกระบวนการแก้ปัญหาทางคุณภาพ ส่วนที่ 2 คือ เทคนิคทางคุณภาพ อันประกอบด้วย แผนภูมิการไหลของกระบวนการ การระดมสมอง เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เครื่องมือทางการจัดการ การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ และเทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐาน ส่วนที่ 3 คือ การออกแบบการทดลอง เป็นกระบวนการทางวิศวกรรมที่อาศัยวิธีการทางสถิติที่มีประโยชน์มากสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ และส่วนที่ 4 คือ ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์กราเวียร์สำหรับเป็นพื้นฐานในการเข้าไปศึกษากระบวนการของโรงงานกรณีศึกษา สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 คือ งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพ ซึ่งได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยนี้ และส่วนที่ 2 คือ งานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ เพื่อตรวจสอบว่าในอดีตที่ผ่านมามีการปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการดังกล่าวอย่างไรบ้าง



รูปที่ 2.1 ทฤษฎีที่นำมาใช้ในงานวิจัย

2.1 ทฤษฎีทางคุณภาพ

ในสภาวะปัจจุบันที่การแข่งขันทางการค้าและการตลาดเป็นไปอย่างรุนแรง ส่งผลให้องค์กรธุรกิจต้องมีการปรับตัวอย่างรวดเร็วเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งมีความต้องการสินค้าที่หลากหลายและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ผู้บริโภคใช้ในการตัดสินใจเลือกสินค้าและบริการก็คือ คุณภาพของสินค้าและบริการเหล่านั้น

2.1.1 ความหมายของคุณภาพ

คำว่า “คุณภาพ” ได้มีผู้นิยามความหมายไว้แตกต่างกัน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ความหมายของคำว่า “คุณภาพ”

ผู้เขียน	ความหมาย
เสรี ยูนิพันธ์ และคณะ (2528)	คุณภาพมีสิ่งสำคัญที่สุดที่หมายถึงอยู่ 2 อย่าง คือ 1) หน้าที่ สื่อความหมายไปในส่วนของความคงทนและความมั่นคง กับการอยู่ในสภาพที่ดีและทำงานได้ 2) รูปร่างลักษณะ มีความหมายออกไปในทางสวยงาม สี ความเรียบร้อยกลมกลืน เส้นแนว และโครงสร้างของผลิตภัณฑ์
กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2547, อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)	ความหมายของคุณภาพตามสภาวะการแข่งขันของตลาดโดยอาศัยวิวัฒนาการด้านอุตสาหกรรมเป็นเกณฑ์กำหนด ประกอบด้วย ยุคการผลิตเชิงมวล: การตรงต่อข้อกำหนดเฉพาะ ยุคแห่งการแข่งขัน: การสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า ยุคโลกาภิวัตน์: การสร้างความประทับใจต่อลูกค้า และจัดเป็นกลยุทธ์ในการสร้างความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ
Deming (1986)	คุณภาพของสินค้าหรือบริการสามารถเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า ดังนั้นคำจำกัดความจึงเน้นไปในทางวิธีการเชิงปริมาณ ที่แสดงผลออกมาในตัวผลิตภัณฑ์ ดังนี้ 1) ระดับของผลลัพธ์จากการลดความผันแปรที่คาดหวัง 2) ต้นทุนที่ต่ำกว่า 3) ความเหมาะสมสำหรับตลาด
Gitlow *et al*. (1989)	การพิจารณา รวมไปถึงความเชื่อที่มากเกินกว่าความต้องการหรือความคาดหวังของลูกค้าหรือผู้ใช้ผลิตภัณฑ์หรือบริการ

ตารางที่ 2.1 ความหมายของคำว่า “คุณภาพ” (ต่อ)

ผู้เขียน	ความหมาย
Ishikawa (1990)	ความหมายของคุณภาพมี 2 ด้าน คือ 1) ความง่ายในการใช้งาน ซึ่งจัดเป็นคุณภาพที่มองไปข้างหน้า 2) การไม่มีข้อบกพร่อง ซึ่งจัดเป็นคุณภาพที่มองไปข้างหลัง
Feigenbaum (1991)	สิ่งที่กำหนดโดยลูกค้า ซึ่งไม่ใช่สิ่งที่วิศวกร ตลาด หรือการจัดการทั่วไปเป็นตัวกำหนด โดยอาศัยประสบการณ์จริงและการวัดผลความต้องการในตัวผลิตภัณฑ์หรือบริการจากลูกค้า
Bergman and Klefsjö (1994)	ความสามารถในการตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของลูกค้า
Juran (1999)	ความหมายของคุณภาพแบ่งออกเป็น 2 ประการ คือ 1) คุณลักษณะของสินค้าที่สอดคล้องกับความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้า ซึ่งในความหมายนี้สัมพันธ์กับรายได้ เนื่องจากคุณภาพที่สูงกว่าจะสามารถสร้างความพึงพอใจและความคาดหวังให้กับลูกค้า อันจะส่งผลให้รายได้เพิ่มขึ้น 2) ความปราศจากข้อบกพร่องหรือความผิดพลาดที่ทำให้เกิดการทำงานซ้ำใหม่ หรือส่งผลให้เกิดความล้มเหลว ซึ่งความหมายนี้สัมพันธ์กับต้นทุน เมื่อระดับคุณภาพสูงขึ้น ต้นทุนก็จะลดลง
Montgomery (2005)	ความหมายดั้งเดิม: ความเหมาะสมในการใช้ ซึ่งแบ่งออกเป็นคุณภาพของการออกแบบ และคุณภาพในความเหมาะสมกับคุณลักษณะของสินค้าหรือบริการ ความหมายใหม่: ส่วนกลับของความผันแปร โดยคุณภาพจะเพิ่มขึ้น เมื่อความผันแปรลดลง
Wiktionary (2007) (http://en.wiktionary.org/wiki/quality#Noun)	ความหมายของคุณภาพที่เกี่ยวข้องมี 3 ประการ ได้แก่ 1) ระดับของความเป็นเลิศ 2) คุณสมบัติหรือคุณลักษณะที่บอกความแตกต่างระหว่างสิ่งของหรือบุคคล 3) ความสอดคล้องกันระหว่างเป้าหมายกับผลลัพธ์ที่ได้

จากทั้งหมดที่กล่าวมา สามารถสรุปความหมายของคุณภาพได้ว่า “คุณภาพ คือ คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ปราศจากข้อบกพร่อง หรือกระบวนการที่ปราศจากความแปรผัน ซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าได้”

2.1.2 ปัญหาคุณภาพ

ปัญหาคุณภาพเป็นความเบี่ยงเบนของคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือบริการออกไปจากค่าความหวังของลูกค้าหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

1) กระบวนการคืออะไร โดยอาจจะพิจารณาได้จากใบอธิบายลักษณะงาน (JD: Job Description) หรือภาระงานที่ได้รับมอบหมาย

2) ผลิตภัณฑ์คืออะไร ซึ่งได้มาจากการนิยามผลลัพธ์ของกระบวนการหรือกิจกรรมที่รับผิดชอบ

3) ลูกค้าคือใคร ในการควบคุมคุณภาพจะให้ความสนใจกับลูกค้าภายในเท่านั้น หรือถ้าหากสนใจต่อการควบคุมคุณภาพเชิงเทคนิคก็ควรให้ความสนใจต่อลูกค้าที่เป็นผู้รับผลิตภัณฑ์ต่อจากเรา แต่ถ้าหากสนใจต่อการควบคุมคุณภาพเชิงการจัดการก็ควรให้ความสนใจต่อลูกค้าที่เป็นผู้บังคับบัญชาโดยตรง

4) ความคาดหวังของลูกค้าคืออะไร การทำความเข้าใจกับความคาดหวังของลูกค้าจะทำให้ทราบถึงหัวข้อควบคุมและเป้าหมายสำหรับการควบคุมคุณภาพ ซึ่งลูกค้าประเภทผู้รับผลิตภัณฑ์ต่อจากเราจะคาดหวังในคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองต่อความคาดหวังในผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายของผู้ซื้อหรือผู้ใช้ สำหรับลูกค้าประเภทผู้บังคับบัญชาจะคาดหวังในความมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์

5) ระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริงคืออะไร จากกระบวนการวัดและประเมินผลจะทำให้ทราบถึงระดับคุณภาพที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเป้าหมายหรือระดับความคาดหวังของลูกค้า เพื่อการนิยามปัญหาคุณภาพที่ต้องการการแก้ไขได้

กระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพเริ่มต้นจากการค้นหาสาเหตุหลักของปัญหา เพื่อหาทางแก้ไขและป้องกันการเกิดซ้ำ กรณีที่การค้นหาสาเหตุมาจากความไร้ประสิทธิภาพของบุคลากรทั้งระดับปฏิบัติการและระดับจัดการและเกิดปัญหาแบบครั้งคราว จะเรียกกระบวนการนี้ว่า การควบคุมคุณภาพ (Quality control) แต่ถ้าหากเป็นกรณีที่มีการค้นหาสาเหตุมาจากระบบและเกิดปัญหาแบบเรื้อรัง จะเรียกกระบวนการดังกล่าวว่า การปรับปรุงคุณภาพเชิงตอบโต้ (Reactive improvement) (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550) ซึ่งได้มีการรวบรวมการจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพ และการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของ Deming, Juran, Shewhart และ Kepner-Tregoe แสดงไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 การจำแนกปัญหาการควบคุมคุณภาพและการปรับปรุงคุณภาพ
(กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

ผู้เขียน	การควบคุมคุณภาพ	การปรับปรุงคุณภาพ
Deming	ปัญหาจากสาเหตุผิดพลาด (Special causes)	ปัญหาจากสาเหตุระบบ (Common causes)
Juran	ปัญหาครั้งคราว (Sporadic)	ปัญหาเรื้อรัง (Chronic)
Shewhart	ปัญหาจากสาเหตุที่ระบุได้ (Assignable causes)	ปัญหาจากสาเหตุแบบสุ่ม (Chance causes)
Kepner-Tregoe	ปัญหาที่เกิดจากจุดเปลี่ยนแปลง (Change deviation)	ปัญหาที่เกิดแต่วันแรก (Day one deviation)

2.1.3 การควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control; QC) เป็นระบบที่ใช้เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนด โดยการเทียบกับมาตรฐานหรือรายละเอียด (Specification) ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ตั้งแต่การวางแผน การออกแบบของผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องตรงตามรายละเอียดที่กำหนด การเลือกกระบวนการผลิตหรือการติดตั้งที่ตรงตามจุดประสงค์ในทุก ๆ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อการผลิต การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องตรงตามรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เจาะจงไว้ การแก้ไขกรณีที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และการให้บริการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

2.1.4 การปรับปรุงคุณภาพ

การปรับปรุงคุณภาพ (Quality Improvement; QI) คือ การลดความแปรผัน (Variability) ในกระบวนการผลิตและผลิตภัณฑ์ โดยการสืบหาและกำจัดความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติให้ลดลง กล่าวได้ว่า การลดความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติต้องดำเนินการโดยฝ่ายบริหาร นอกจากนั้นต้องสืบหาและกำจัดความผันแปรที่ไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติซึ่งสามารถกระทำได้โดยพนักงาน เนื่องจากความแปรผันยิ่งมีมากก็จะทำให้เกิดความสูญเปล่ามาก เช่น การสูญเปล่าของเงิน เวลา และความพยายาม เป็นต้น นิยามข้างต้นสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งงานผลิตและงานบริการ สำหรับงานบริการ การปรับปรุงคุณภาพกระทำได้โดยการปรับปรุงกระบวนการให้บริการ เพื่อให้ความสูญเปล่าลดเหลือน้อยที่สุด (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

การแปรผัน (Variation) ในกระบวนการผลิตมีสาเหตุมาจากปัจจัยสำคัญ 6 อย่าง (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สาเหตุของการแปรผันและวิธีการแก้ไข (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

สาเหตุของการแปรผัน	วิธีการแก้ไข
1) การกระทำของบุคคล (Man-Made Error) เกิดจากการขาดความชำนาญ	การส่งพนักงานเข้ารับการฝึกอบรม
2) เครื่องจักรกล (Machinery) เกิดการสึกหรอเนื่องจากการใช้งาน	การซ่อมบำรุงเครื่องจักรตามระยะเวลา
3) วิธีการทำงาน (Method of Work) ภายใต้กระบวนการผลิตเหมือนกัน แต่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานแตกต่างกัน	การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน
4) วัตถุดิบ (Material) แตกต่างกัน	การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ
5) เครื่องมือวัด (Measurement) เกิดความคลาดเคลื่อน	การสอบเทียบเครื่องมือวัด
6) สภาพสิ่งแวดล้อมในกระบวนการผลิต (Environment)	การควบคุมสภาพสิ่งแวดล้อมให้คงที่

2.1.5 ขั้นตอนการแก้ปัญหาคุณภาพ

นักวิชาการตลอดจนองค์กรจำนวนมากได้พัฒนาขั้นตอนการแก้ปัญหาขึ้นมา สำหรับในอุตสาหกรรมไทยนั้น มีการประยุกต์ใช้กันค่อนข้างหลากหลาย เริ่มตั้งแต่วิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการแก้ปัญหาโดยทั่วไปที่รู้จักกันดี คือ Shewhart Cycle หรือ Deming Cycle และกระบวนการ Juran Trilogy สำหรับในอุตสาหกรรมมักจะใช้วิธีการขององค์กรญี่ปุ่นที่มีผลสืบเนื่องมาจากการเข้ามาลงทุนในประเทศไทยของนักอุตสาหกรรมญี่ปุ่น ซึ่งได้แก่ QC Story ของ JUSE ที่พัฒนามาพร้อม QC Circle และ QC Story ของ JSA ที่พัฒนามาพร้อมกับการบริหารแบบ TQM (Total Quality Management) สำหรับในช่วงปี ค.ศ.1996 เป็นต้นมา อุตสาหกรรมในประเทศไทยจำนวนหนึ่งได้ให้ความสำคัญกับวิธีการแก้ปัญหาแบบ Six Sigma ของบริษัท Motorola นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่น ๆ ที่มีการใช้กันในบางองค์กร และอาจเป็นการเฉพาะ เช่น วิธีการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล (Rational Process) ของ Kepner-Tregoe และวิธีการ QC Story ของบริษัท Komatsu ที่มีพื้นฐานมาจากของ JUSE และเครือซีเมนต์ไทยได้นำเข้ามาใช้เป็นแบบสำหรับการแก้ปัญหาคุณภาพในธุรกิจของเครือ ฯลฯ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาของวิธีการต่าง ๆ

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	PDCA ของ Shewhart (สุภชัย นาทะพันธ์, 2551)	Juran Trilogy (Juran, 1999)	Six Sigma (กิติศักดิ์ พลอยพานิชจริญ,2550)	JSA (กิติศักดิ์ พลอยพานิชจริญ,2550)	JUSE (กิติศักดิ์ พลอยพานิชจริญ,2550)
I การกำหนดปัญหา	1) การวางแผน (P)	1) การวางแผนคุณภาพ	1) การนิยามปัญหา (D)	1) การคัดเลือกหัวข้อปัญหา 2) การทำความเข้าใจกับหัวข้อปัญหา 3) การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน	1) การเลือกหัวข้อปัญหา 2) การทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน 3) การกำหนดแผนการแก้ไข
II การหาสาเหตุหลักของปัญหา	2) การลงมือปฏิบัติ (D)	2) การควบคุมคุณภาพ	2) การวัด (M) 3) การวิเคราะห์ (A)	4) การวิเคราะห์	4) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
III การหาวิธีการแก้ปัญหา	3) การตรวจสอบ (C) หรือ การศึกษา (S)	3) การปรับปรุงคุณภาพ			5) การพิจารณามาตรการตอบโต้
IV การนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ	4) การดำเนินการ (A)		4) การปรับปรุง (I)	5) การปฏิบัติการแก้ไข	6) การยืนยันผลลัพธ์
V การประเมินผล			5) การควบคุม (C)	6) การตรวจสอบยืนยันประสิทธิภาพของมาตรการ 7) การทำให้เป็นมาตรฐาน 8) การพิจารณาปัญหาที่เหลือ	7) การสร้างมาตรฐานและกำหนดแผนการควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับงานวิจัยนี้จะดำเนินการโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแบบของ JUSE เป็นแนวทาง เนื่องจากมีความใกล้เคียงกับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยที่ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 1

ขั้นตอนการแก้ปัญหาของ JUSE

สมาพันธ์นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรแห่งประเทศญี่ปุ่น (Japanese Union of Scientists and Engineers: JUSE) และ Hosotaniได้เสนอขั้นตอน 7 ขั้น ในการแก้ปัญหาคุณภาพ สำหรับเป็นวิธีในการแก้ปัญหาคุณภาพ ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

1) การเลือกหัวข้อ (Select topic) เป็นการกำหนดภารกิจของตนเองว่ามีความรับผิดชอบอะไร เพื่อการบ่งชี้คุณภาพ แล้วทำการตรวจสอบผลการดำเนินงานในปัจจุบัน เพื่อการกำหนดปัญหาด้านคุณภาพ จากนั้นจะทำการเลือกปัญหาที่จะทำการแก้ไขมากำหนดเป็นหัวข้อปัญหา โดยหัวข้อปัญหาจะต้องอยู่ในรูปของการแก้ไขสิ่งที่ไม่พึงปรารถนามากกว่าความต้องการในสิ่งที่ปรารถนา

2) การทำความเข้าใจกับสถานการณ์และตั้งเป้าหมาย (Understanding situation and set target) ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการเลือกคุณลักษณะเพื่อการควบคุม ที่ใช้ตัดสินใจถึงความมีประสิทธิผลของการแก้ไขปัญหา แล้วทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่มีความหมายว่า การค้นหาสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาในปัจจุบันและความเป็นไปของสิ่งดังกล่าวในอดีต โดยวิธีการสำคัญประการหนึ่งของการวิเคราะห์สถานการณ์คือ การใช้ความรู้ด้านความผันแปรในการจำแนกประเภทของข้อมูลเพื่อการทำความเข้าใจกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จากนั้นให้ทำการกำหนดเป้าหมายการแก้ไขปัญหาในรูปของปริมาณที่ต้องการแก้ไขภายในระยะเวลาที่กำหนด

3) การวางแผนกิจกรรมแก้ไขปัญหา (Plan activities) ว่า ใคร ทำอะไร อย่างไร ผ่านแผนภูมิแกนต์ (Gantt chart) โดยการดำเนินการดังกล่าวจะต้องได้มาจากการทำความเข้าใจกับสถานภาพปัญหาที่จะแก้ไขในขั้นตอนที่ 2) เพื่อกำหนดกิจกรรมที่ต้องใช้ในการแก้ไขปัญหาพร้อมทรัพยากรที่ใช้ สำหรับการกำหนดตารางเวลาและมอบหมายผู้รับผิดชอบ โดยแผนการนี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการควบคุมโครงการแก้ไขปัญหาต่อไป

4) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze causes) ในขั้นตอนนี้ได้มาจากการรวบรวมสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา แล้วทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงระบบระหว่างคุณลักษณะของคุณภาพที่ศึกษา และสาเหตุที่มีความสัมพันธ์กันโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพที่มีความเหมาะสม ก่อนจะสรุปถึงสาเหตุหลักของการเกิดปัญหาคุณภาพ

5) การพิจารณามาตรการตอบโต้และนำไปใช้ (Consider and implement countermeasure) หลังจากศึกษาถึงสาเหตุหลักของปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การกำหนดมาตรการตอบโต้ที่เหมาะสม โดยเริ่มต้นจากการกำหนดแนวความคิดของมาตรการตอบโต้ เช่น การกำจัดให้หมดไป การกลับทิศทาง การแยกกันระหว่างความปกติและความผิดปกติ ค่าคงที่และ

ความผันแปร ฯลฯ และเมื่อกำหนดแนวความคิดได้แล้ว ให้ทำการสร้างทางเลือกสำหรับกำหนดเป็นมาตรการตอบโต้และเลือกมาตรการตอบโต้สำหรับนำไปปฏิบัติต่อไป

6) การยืนยันผลลัพธ์ (Check results) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพิจารณาผลจากการใช้มาตรการตอบโต้ในขั้นตอนที่ 5) เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบข้างเคียงที่อาจจะเกิดขึ้น แล้วพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงงานเพื่อทำการเปรียบเทียบกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 2) และหากพบว่าผลที่ได้รับมีค่าต่ำกว่าเป้าหมาย ก็ควรจะกลับไปพิจารณาถึงสาเหตุหลักของปัญหาและการกำหนดมาตรการตอบโต้ใหม่ และถ้าผลที่ได้รับตรงกับเป้าหมายแล้ว ให้ทำการระบุถึงผลประโยชน์ที่ได้รับจากการปรับปรุง

7) การจัดทำมาตรฐานและกำหนดระบบควบคุม (Standardize and define control system) หลังจากที่ได้กำหนดมาตรการตอบโต้ไปใช้และผ่านการยืนยันผลแล้วว่า ให้ผลตรงตามเป้าหมายที่กำหนด ก็ควรจะดำเนินการต่อไปด้วยการร่างมาตรฐานเพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องได้ทดลองใช้ แล้วทำการแก้ไขให้เหมาะสมกับกระบวนการทำงาน จากนั้นให้ทำการกำหนดถึงวิธีการควบคุม ซึ่งควรจะมีการกำหนดถึงหัวข้อควบคุม และจุดตรวจสอบ จากนั้นจะทำการให้การศึกษาหรือฝึกอบรมถึงความรับผิดชอบในวิธีการทำงานใหม่ แล้วทำการรักษาผลประโยชน์ที่ได้รับนั้นไว้

2.2 เทคนิคทางคุณภาพ

การแก้ปัญหาคุณภาพต้องอาศัยหลักการสำคัญ 3 อย่าง คือ ความมีส่วนร่วมจากบุคลากรทั้งทั้งองค์กร การแก้ปัญหาอย่างมีระบบ และการตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง ซึ่งการแก้ปัญหาคุณภาพให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดต้องนำหลักการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือที่เหมาะสมกับข้อมูลและลักษณะของปัญหา

2.2.1 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flowchart) คือ แผนภูมิที่แสดงถึงลำดับของกิจกรรม รวมถึงความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ตลอดจนการทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้า โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ในตารางที่ 2.5 การสร้างแผนภูมิการไหลของกระบวนการนี้ควรเริ่มต้นจากการสร้างแนวความคิดของกระบวนการในรูปของ SIPOC ดังรูปที่ 2.2 โดยการกำหนดตัวแบบดังกล่าวให้เริ่มต้นจากการเขียนลำดับของกิจกรรมในกระบวนการ เพื่อกำหนดถึงผลลัพธ์ (Output) ของกระบวนการที่ส่งมอบให้กับลูกค้า แล้วจึงพิจารณาปัจจัยป้อนเข้า (Input) ที่ได้รับจากผู้ส่งมอบ (Supplier) และใช้ในการดำเนินกิจกรรมที่กำหนดไว้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

รูปที่ 2.2 ตัวแบบ SIPOC สำหรับสร้างแนวความคิด (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

ตารางที่ 2.5 สัญลักษณ์การเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ
(กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

ชื่อกิจกรรม	ความหมาย	สัญลักษณ์	อธิบายเพิ่มเติม
1) กิจกรรมที่ทำ (Activity)	การกระทำใด ๆ ที่มีการเพิ่มมูลค่า		ใช้สี่เหลี่ยมผืนผ้าและควรเขียนกิจกรรมสั้น ๆ ในสี่เหลี่ยม
2) การตัดสินใจ (Decision)	การตัดสินใจเพื่อให้เกิดการยอมรับหรือปฏิเสธภายใต้กฎเกณฑ์ที่ระบุ		ใช้สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและให้เขียนกฎเกณฑ์การตัดสินใจในรูปคำถามให้ตอบรับ/ปฏิเสธ
3) เอกสาร (Document)	เอกสารที่แสดงถึงสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจทั้งในรูปแบบ Hardware และ Software		ให้เขียนชื่อเอกสารลงในสัญลักษณ์เอกสาร และอาจจะใช้สัญลักษณ์ซ้อนกันเพื่ออธิบายเอกสารสำเนาได้
4) เส้นทางการไหล (Flowline)	การไหลของสารสนเทศจากกิจกรรมหนึ่งสู่อีกกิจกรรมหนึ่ง		หัวลูกศรแสดงทิศทางการไหลของสารสนเทศ และอาจใช้เส้นประในกรณีไหลย้อนกลับ
5) จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด (Terminal)	แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของกิจกรรม		ใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมปลายมนแสดงจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของกระบวนการ
6) การเชื่อมต่อ (Connector)	แสดงความต่อเนื่องของแผนภาพการไหล		ใช้ตัวเลขหรืออักษรเพื่อชี้บ่งภายในสัญลักษณ์วงกลมได้

2.2.2 การระดมสมอง

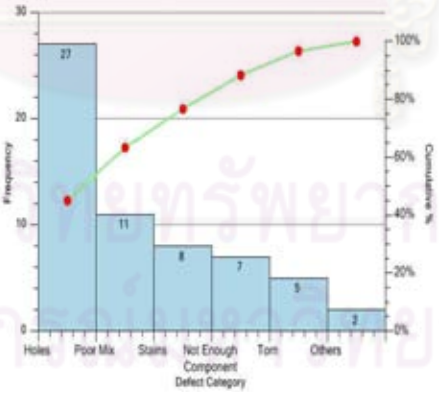
การระดมสมองเป็นวิธีการที่มีคุณค่าอย่างมากในการสร้างความคิดใหม่ ๆ โดยอาศัยความสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ซึ่งการระดมสมองมีหลายรูปแบบและมีวิธีการมากมายในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการระดมสมอง มีทั้งรูปแบบที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยควรเลือกใช้วิธีการที่มีความยืดหยุ่นให้กับสมาชิกในทีมหรือกลุ่ม การระดมสมองเริ่มต้นจากการเก็บรวบรวม

ข้อมูลจากสมาชิกในกลุ่ม จากกนั้นจึงทำการกำหนดปัญหาหรือคำถามขึ้นมาเป็นประเด็นในการพิจารณา โดยที่แต่ละคนจะมีมุมมองในเรื่องที่พิจารณาแตกต่างกัน และทำการกำหนดกฎเกณฑ์ในการตัดสินโดยผู้นำกลุ่มเป็นผู้ตัดสินใจภายใต้ความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่น ๆ (Breyfogle III, 1999)

2.2.3 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) เป็นเครื่องมือที่อาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยกลวิธีทางสถิติ (Statistical Process Control; SPC) มาใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่องให้กระบวนการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น ประกอบด้วย ใบตรวจสอบ ฮีสโตแกรม แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภาพการกระจาย และกราฟ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) สำหรับเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ แผนภาพพาเรโต แผนผังก้างปลา แผนภูมิควบคุม แผนภาพการกระจาย และกราฟ

- แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram) มีลักษณะเป็นกราฟแท่งที่แบ่งแยกข้อมูลเป็นช่วง ๆ จากมากไปน้อย และจากซ้ายไปขวา โดยแกน y มี 2 แกน คือ แกนซ้ายมือแทนความถี่ (เช่น จำนวนจุดบกพร่อง จำนวนคำร้องเรียน หรือจำนวนอุบัติเหตุ เป็นต้น) และแกนขวามือแทนเปอร์เซ็นต์ แกน x แทนสาเหตุ (เช่น ในเรื่องปัญหาของจุดบกพร่อง อาจจำแนกสาเหตุได้จากพนักงาน เครื่องจักรกล วิธีการทำงาน หรือชนิดของวัตถุดิบ เป็นต้น) ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต

แผนภาพพาเรโต ใช้ในการระบุและจัดลำดับปัญหาตามความสำคัญ ตามกฎ 80/20 ซึ่งแนะนำโดย J. M. Juran ซึ่งหมายความว่า ปัญหาหรือความสูญเสียที่มีความสำคัญมากจำนวน 80% มักจะมีสาเหตุมาจากประมาณ 20% ของสาเหตุทั้งหมด ในขณะที่อีกประมาณ 80% ของสาเหตุจะมีผลต่อปัญหาที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยอีกจำนวน 20% ของปัญหาเท่านั้น ดังนั้น

แผนภาพพาเรโตจะเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นถึงว่า ปัญหาสำคัญจริง ๆ นั้นมาจากไม่กี่สาเหตุ และปัญหาที่มีความสำคัญน้อยเกิดจากสาเหตุมากมาย สรุปว่า ในการแก้ปัญหาไม่จำเป็นต้องแก้ทุกสาเหตุให้หมด แต่ให้เลือกแก้เฉพาะสาเหตุหลักที่สำคัญ กล่าวคือ ปัญหาใดเป็นปัญหาสำคัญมาก ก็ควรเร่งแก้ไขก่อน และปัญหาใดที่เป็นปัญหาสำคัญน้อย ก็ให้แก้ไขทีหลัง (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

ขั้นตอนในการสร้างแผนภาพพาเรโต

1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และแยกสาเหตุของการเกิดปัญหา

2) ออกแบบใบบันทึกข้อมูล (กำหนดช่วงเวลา ระยะเวลา และวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล)

3) ทำการจดบันทึก (ในช่วงเวลาที่กำหนด) จากสถานที่ที่ต้องการวิเคราะห์ปัญหา และคำนวณหายอดรวมและเปอร์เซ็นต์สะสมของแต่ละสาเหตุที่ได้จากการจำแนกข้อมูล

4) เขียนแกนนอนและแกนตั้ง แกนนอนเขียนจากสาเหตุที่มีความถี่สูงไว้ด้านซ้าย และสาเหตุที่มีความถี่ต่ำไว้ด้านขวา โดยต้องให้แท่ง “อื่น ๆ” (ความถี่ไม่เกิน 20% ของเปอร์เซ็นต์สะสม) อยู่ด้านขวาสุด ส่วนแกนตั้งเขียนแกนความถี่และแกนเปอร์เซ็นต์

5) เขียนกราฟแท่งที่มีความกว้างเท่ากัน (กราฟแท่งควรมีประมาณ 6 ถึง 10 แท่งเท่านั้น) และลากเส้นความถี่สะสมจากซ้ายไปขวา

- แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) หรือแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa diagram) หรือแผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect diagram) เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการพิจารณาสาเหตุ (Causes) ที่มีผล (Effect) โดยตรงกับลักษณะคุณภาพ (Quality characteristic) ของปัญหาที่สนใจศึกษา (จำนวนแผนผังก้างปลาจะเท่ากับจำนวนลักษณะคุณภาพที่ศึกษา) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) ซึ่งสาเหตุของปัญหาคุณภาพเกิดได้จาก 7 M’s คือ (Bergman and Klefsjö, 1994)

1) การจัดการ (Management): ระบบการจัดการสามารถจัดหาข้อมูล และการสนับสนุนให้เพียงพอหรือไม่?

2) คน (Man): ผู้ปฏิบัติการได้รับการฝึกอบรม แรงจูงใจและมีประสบการณ์ที่เหมาะสมหรือไม่?

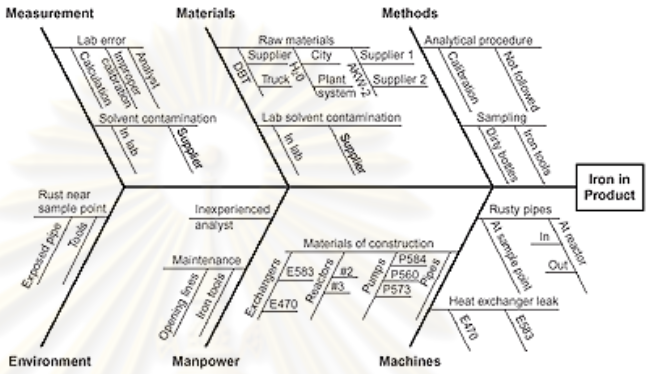
3) วิธีการ (Method): มีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมหรือไม่? พารามิเตอร์ของกระบวนการถูกระบุอย่างเหมาะสมและสามารถควบคุมได้หรือไม่?

4) การวัด (Measurement): เครื่องมือวัดที่ใช้มีการแคลิเบรต (Calibrate) อย่างเหมาะสมหรือไม่ มีปัจจัยที่รบกวนสภาพแวดล้อมในการวัดหรือไม่?

5) เครื่องจักร (Machine): มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมหรือไม่? เครื่องจักรมีกำลังการผลิตที่มีความแปรผันอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่?

6) วัตถุดิบ (Material): ใช้วัตถุดิบอะไรในกระบวนการ? มีผู้จัดหาวัตถุดิบที่เพียงพอหรือไม่?

7) สภาพแวดล้อม (Milieu): สภาพแวดล้อมมีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่?



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังก้างปลา

แผนผังก้างปลาแบ่งเป็น 2 ประเภทที่ประยุกต์กันมากในงานวิจัยทั้งในด้านการผลิต การบริการ และการตลาด คือ

1) แผนผังก้างปลาสำหรับวิเคราะห์กระบวนการผลิต (C&E for process-analysis type) การสร้างแผนผังประเภทนี้จะเริ่มจากการเขียนขั้นตอนกระบวนการผลิตก่อน (สาเหตุหลัก) แล้วเชื่อมโยงแต่ละสาเหตุหลักด้วยสาเหตุย่อย ดังแสดงในรูปที่ 2.4

2) แผนผังก้างปลาสำหรับการวิเคราะห์การกระจาย (C&E for dispersion-analysis type) การสร้างแผนผังประเภทนี้ เริ่มจากการกำหนดสาเหตุหลักให้เสร็จก่อนเริ่มต้นการระดมความคิด วัตถุประสงค์ของแผนผังประเภทนี้ คือ การวิเคราะห์สาเหตุของการกระจายตัวหรือสาเหตุของการแปรผัน โดยการตั้งคำถามตลอดเวลาว่า “ทำไมการกระจายจึงเกิดขึ้น” และทำอย่างไรการกระจายจึงจะลดลง ข้อดีของแผนผังประเภทนี้คือ มีรูปแบบแน่นอน ส่วนข้อเสียคือคณะทำงานที่จะสร้างแผนผังจะต้องละเอียดรอบคอบ โดยไม่ลืมสาเหตุสำคัญ ๆ

ขั้นตอนการสร้างแผนผังก้างปลา (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

1) สร้างคณะทำงานโดยรวบรวมบุคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อการระบุปัญหาและการระดมความคิด (Brainstorming) ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะคุณภาพ ในการระดมความคิดควรเขียนปัญหา (ลักษณะคุณภาพ) ลงบนกระดานดำหรือกระดาษขนาดใหญ่เพื่อกันหาย และเขียนปัญหาบนแผนผังก้างปลาด้านขวาของลูกศรที่แทนกระดูกสันหลังของปลา ดังแสดงในรูปที่ 2.4

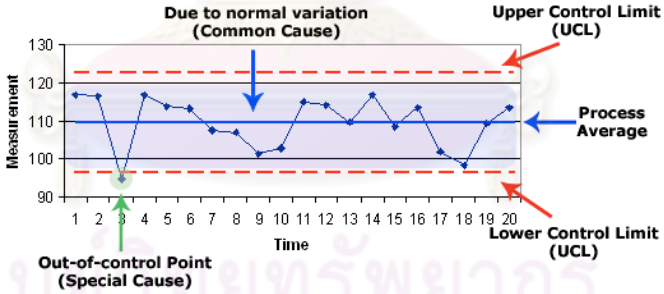
2) ระบุสาเหตุหลัก และเขียนบนแผนผังก้างปลาด้านซ้ายบนก้างปลาหลัก (ก้างปลาใหญ่) ซึ่งมีหัวลูกศรชี้เข้าหากระดูกสันหลัง ดังรูปที่ 2.4 ในการระบุสาเหตุหลักอาจประยุกต์แผนภาพพาเรโต ซึ่งได้ระบุสาเหตุหลักของปัญหาไว้แล้ว แต่ถ้าไม่สามารถประยุกต์ ให้กำหนดสาเหตุโดยวิธีการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุแทน ซึ่งสาเหตุหลักที่สำคัญเกิดจาก 7 M's ที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

3) ระบุสาเหตุย่อยทั้งหมด โดยการระดมความคิดบนก้างปลาย่อย (ก้างปลาเล็ก)

4) เขียนโครงสร้างความสัมพันธ์ ควรเขียนสาเหตุที่สำคัญอันดับต้น ๆ ไว้ที่เส้นก้างปลา และควรเขียนสาเหตุที่มีความสำคัญถัดลงมาไว้ที่เส้นก้างปลาย่อย โดยทำลูกศรแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกำกับไว้ด้วย

5) ประมวลผลเพื่อหาข้อสรุป

- แผนภูมิควบคุม (Control chart) เป็นเครื่องมือคุณภาพอย่างหนึ่งที่ใช้ในการเฝ้าติดตามกระบวนการผลิตที่กำลังดำเนินการผลิตอยู่ (On-line process) (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551) วัตถุประสงค์ของแผนภูมิควบคุม คือ การค้นหาอย่างรวดเร็วในการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและส่งผลให้ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเปลี่ยนไป (Bergman, 1994) ตัวอย่างของแผนภูมิควบคุมแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างแผนภูมิควบคุม

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิควบคุม มีดังนี้ (Brassard, and Ritter, 1994)

1) เลือกกระบวนการที่จะสร้างแผนภูมิ

2) กำหนดวิธีการสุ่มข้อมูลและแผนการ

3) เก็บรวบรวมข้อมูล

4) คำนวณทางสถิติให้เหมาะกับกับลักษณะข้อมูลว่าเป็นข้อมูลแบบหน่วยนับ (Variable data) หรือข้อมูลแบบหน่วยนับ (Attribute Data)

5) คำนวณหาขีดจำกัดควบคุม

6) สร้างแผนภูมิควบคุม

แผนภูมิควบคุมจำแนกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

1) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยวัด (Control chart for variables) เป็นวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการวัดผลิตภัณฑ์ในเชิงปริมาณ เช่น กรัม เซนติเมตร หรือกิโลกรัม เป็นต้น แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยวัดหรือข้อมูลมีค่าต่อเนื่องประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย ($\bar{x}$ และ R charts) และแผนภูมิควบคุมแบบบวกสะสม (Cumulative-sum control chart)

2) แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยนับ (Control chart for attributes) เป็นวิธีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ด้วยการนับผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ เช่น ผลิตภัณฑ์ดีหรือผลิตภัณฑ์เสีย ผลิตภัณฑ์ใช้ได้หรือใช้ไม่ได้ เป็นต้น ในทางปฏิบัติ นิยมใช้วิธีการตรวจสอบนี้มาก เพราะโรงงานเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะนี้อยู่แล้ว ดังนั้นโรงงานจึงไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเพื่อสร้างแผนภูมิควบคุม แผนภูมิควบคุมสำหรับข้อมูลแบบหน่วยนับมีดังต่อไปนี้

- แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ของเสีย (Defectives) ประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมสัดส่วนของเสีย (p chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนของเสีย (np chart)
- แผนภูมิที่ใช้วิเคราะห์ข้อบกพร่อง (Defects) ประกอบด้วย แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบ (c chart) และแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องเฉลี่ยต่อหน่วย (u chart)

เนื่องจากภายในงานวิจัยนี้ได้นำแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบมาใช้ ดังนั้นจึงจะขอกล่าวรายละเอียดของแผนภูมิดังนี้

แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบ (Control chart for total number of nonconformities in a unit: c chart) ใช้เมื่อไม่สามารถจำแนกผลิตภัณฑ์เป็นของเสียได้ เนื่องจากหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์ยังคงทำงานได้ โดยส่วนใหญ่จะประยุกต์กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น จำนวนรอยตำหนิบนรถยนต์ 1 คัน หรือจำนวนรอยตำหนิบนผ้าดิบขนาด 1 ตารางเมตร เป็นต้น ลักษณะทางคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการศึกษา คือ ข้อบกพร่อง (Defect หรือ Nonconformity) ซึ่งผู้ผลิตต้องพยายามแก้ปัญหาให้จำนวนข้อบกพร่องมีน้อยที่สุด เนื่องจากลูกค้าสามารถสังเกตข้อบกพร่องได้ ดังนั้นอาจทำให้ยอดขายได้รับผลกระทบ แผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบใช้หลักทางสถิติเพื่อพัฒนาขีดจำกัดการควบคุม ภายใต้พื้นฐานของการแจกแจงปัวส์ซอง (Poisson distribution) ดังนี้

$$p(x) = \frac{\lambda^x . e^{-\lambda}}{x!} \text{ หรือ } \frac{c^x . e^{-c}}{x!} \quad ; x = 0, 1, 2, 3, \ldots$$
$$= 0 \quad ; x \text{ มีค่าอื่น ๆ}$$

โดยที่ x แทนจำนวนข้อบกพร่อง และ λ หรือ c ต้องเป็นจำนวนบวก

<u>ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของการแจกแจงปัวส์ซอแง</u>

ค่าเฉลี่ย (Mean) คือ $E(x) = \lambda$ หรือ c

ความแปรปรวน (Variance) คือ $V(x) = \lambda$ หรือ c

แผนภูมินี้จะใช้ในกรณีที่หน่วยการตรวจสอบ (Inspection unit) มีเพียงหน่วยเดียว หรือหน่วยการตรวจสอบเท่ากัน เช่น หน่วยตรวจสอบประกอบด้วย 5 ชิ้นของผลิตภัณฑ์ หรือหน่วยตรวจสอบประกอบด้วย 10 ชิ้นของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

(1) กรณีไม่ทราบค่าเฉลี่ย (λ หรือ c) ต้องหาค่าเฉลี่ยจาก $\bar{c}$ แล้วคำนวณขีดจำกัดควบคุมและเส้นกึ่งกลางได้ดังนี้

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) : $\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

เส้นกึ่งกลาง(CL) : $\bar{c}$

ขีดจำกัดควบคุมล่าง(LCL) : $\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

จากสมการข้างต้นพบว่า เมื่อกระบวนการผลิตอยู่ภายใต้สภาวะการควบคุม จะพบกลุ่มตัวอย่างโดยส่วนใหญ่ 99.73 เปอร์เซ็นต์ ตกอยู่ภายในขีดจำกัดการควบคุมรอบ ๆ ค่า $\bar{c}$ ด้วยค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\sqrt{\bar{c}}$ ถ้ามีจุดใดออกนอกขีดจำกัดการควบคุมของแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบแล้ว ต้องหาค่าความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติให้ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้สาเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นอีก ในกรณีที่พบสาเหตุของความผันแปรแผนภูมิควบคุมดังกล่าวต้องคำนวณค่าขีดจำกัดควบคุมใหม่โดยตัดจุดที่ทราบสาเหตุทิ้ง นอกจากนั้นถ้าคำนวณค่า LCL ได้ค่าติดลบแล้ว ต้องปรับค่าให้เป็นศูนย์ เพราะจำนวนข้อบกพร่องไม่มีการติดลบ

(2) กรณีที่ทราบค่า สามารถคำนวณได้ดังนี้

ขีดจำกัดควบคุมบน (UCL) : $c + 3\sqrt{c}$

เส้นกึ่งกลาง(CL) : c

ขีดจำกัดควบคุมล่าง(LCL) : $c - 3\sqrt{c}$

ขีดจำกัดการควบคุมล่างของแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบ ถ้าคำนวณแล้วได้ติดลบให้ใช้ค่าศูนย์แทน เนื่องจากจำนวนข้อบกพร่องไม่มีติดลบ

- แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram) ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ซึ่งความสัมพันธ์นี้บางครั้งจะนำไปใช้ระบุตัวแปรที่เป็นตัวชี้วัดขององค์กร รูปแบบความสัมพันธ์ที่

แสดงในแผนภาพการกระจายมี 5 รูปแบบ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงบวก (High positive correlation) ความสัมพันธ์เชิงบวกแบบแอบแฝง (Low positive correlation) ไม่มีความสัมพันธ์ (No correlation) ความสัมพันธ์เชิงลบ (High negative correlation) ความสัมพันธ์เชิงลบแบบแอบแฝง (Low negative correlation)

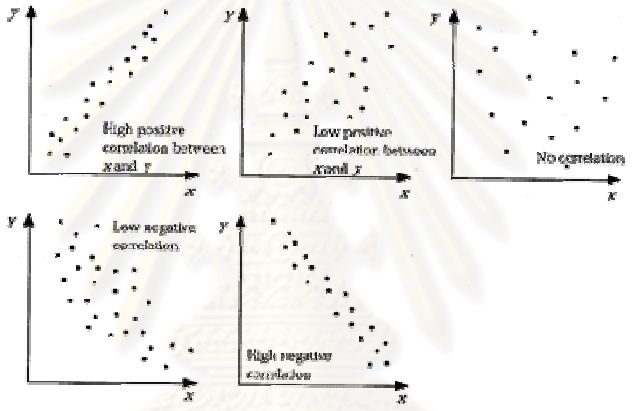
ขั้นตอนในการพล็อตแผนภาพการกระจาย มีดังนี้ (Foster, 2007: 308)

1) กำหนดตัวแปรอิสระ (x) และตัวแปรตาม (y)

2) รวบรวมข้อมูลในกระบวนการที่สัมพันธ์กับตัวแปรที่ระบุในขั้นตอนที่ 1)

3) พล็อตข้อมูลลงบนระนาบ 2 มิติ

4) พิจารณาโดยการสังเกตข้อมูลที่พล็อตว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่



รูปที่ 2.6 แผนภาพการกระจายในรูปแบบต่าง ๆ

- กราฟ (Graph) เป็นส่วนหนึ่งของรายงานต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับนำเสนอข้อมูลที่สามารถทำให้ผู้อ่านเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ดี สะดวกต่อการแปลความหมาย และสามารถให้รายละเอียดของการเปรียบเทียบได้ดีกว่าการนำเสนอข้อมูลด้วยวิธีอื่น ทั้งนี้เพราะกราฟทำให้เห็นลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ ได้ทันทีจากเส้น รูปภาพ แท่งเหลี่ยม และวงกลม โดยกราฟมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย อ่านได้อย่างรวดเร็ว หรือสามารถเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละข้อได้ชัดเจน (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2551)

ประโยชน์ 4 ประการของกราฟ คือ

1) ใช้วิเคราะห์ข้อมูล กราฟจะแสดงความหมายของตัวเลขออกมา และสามารถชี้ให้เห็นข้อเท็จจริงซึ่งอาจถูกมองข้ามไปได้หากดูจากตัวเลขโดยตรง ดังนั้นกราฟจึงมีประโยชน์

มากในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในอดีตและปัจจุบัน เพื่อค้นหาสาเหตุและมาตรการในการแก้ไขปรับปรุง

2) ใช้อธิบาย กราฟช่วยให้สามารถอธิบายหรือชี้แจงเรื่องราวหรือเหตุการณ์ให้แก่ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย ดีกว่าการอธิบายโดยใช้ข้อมูลหรือตัวเลขโดยตรง

3) ใช้ควบคุม กราฟที่เขียนแสดงอัตราการหยุดงานหรือของเสียตามเวลาที่เปลี่ยนแปลง เป็นอุปกรณ์สำคัญที่จะทำให้ทราบว่าอะไรที่ต้องควบคุม

4) ใช้บันทึก ข้อมูลที่เก็บได้สามารถบันทึกเป็นกราฟได้เลย

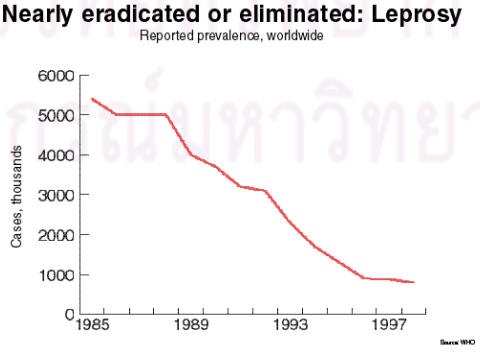
กราฟที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการนำเสนอข้อมูลมีอยู่ 3 ประเภท คือ กราฟเส้น กราฟแท่ง และกราฟวงกลม

<u>กราฟเส้น</u> เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ตัว และใช้สำหรับแสดงแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงตามกาลเวลา หรือใช้สำหรับสังเกตการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป หรือใช้สำหรับเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการแก้ไข ดังแสดงในรูปที่ 2.7โดยวิธีเขียนกราฟเส้นมีดังนี้

1) ให้แกนนอนแทนค่าของตัวแปรอิสระ (x) และแกนตั้งแทนค่าของตัวแปรตาม (y) ซึ่งแทนจำนวนหรือปริมาณ แกนทั้งสองต้องมีเส้นแบ่งหน่วยเป็นขีดเส้นเล็ก ๆ ระยะห่างเท่า ๆ กัน

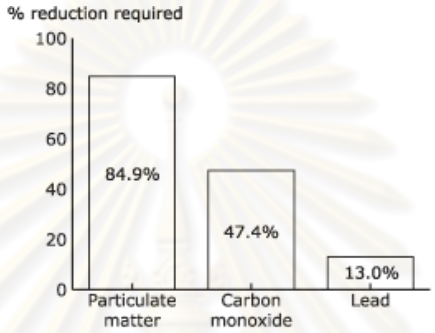
2) จดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือทดสอบ กล่าวคือ รู้คู่ลำดับ (x, y)

3) ลากเส้นต่อจุดคู่ลำดับทั้งหมดก็จะได้กราฟเส้น กรณีที่มีหลายเส้นในกราฟเดียวกัน ต้องใช้สัญลักษณ์ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยม เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟเส้น

<u>กราฟแท่ง</u> จะมีลักษณะเช่นเดียวกับฮีสโตแกรม ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหลายแท่งที่มีความกว้างเท่ากันอยู่บนแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้ (ช่องว่างระหว่างแท่งจะมีหรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าจะมีช่องว่าง ไม่ควรกว้างกว่าความกว้างของกราฟแท่ง) กราฟแท่งใช้สำหรับการเปรียบเทียบปริมาณมาก-น้อย หรือขนาดใหญ่-เล็ก ดังแสดงในรูปที่ 2.8 การนำเสนอควรเรียงจากแท่งสูงไปแท่งต่ำ ยกเว้นกรณีที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับเวลา และตัวเลขบอกขนาดต้องเขียนด้านซ้ายเมื่อกราฟแท่งอยู่บนแกน x แต่เขียนตัวเลขบอกขนาดด้านล่างเมื่อกราฟแท่งอยู่บนแกน y

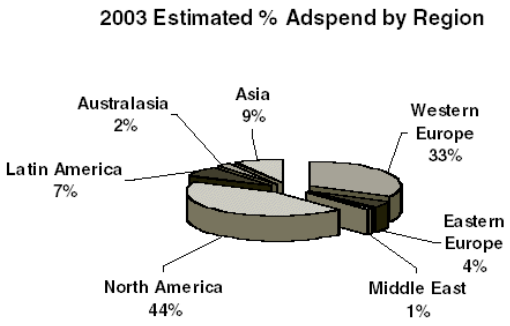


รูปที่ 2.8 ตัวอย่างกราฟแท่ง

<u>กราฟวงกลม</u> ใช้นำเสนอหรือเปรียบเทียบข้อมูลที่แบ่งเป็นกลุ่มได้ โดยการแบ่งเนื้อที่ของวงกลมออกเป็นส่วน ๆ จากจุดศูนย์กลางตามอัตราส่วนของเนื้อหาทั้งหมดในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 นอกจากนี้กราฟวงกลมยังใช้สำหรับการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหางานได้ วิธีการเขียนกราฟวงกลมมีดังต่อไปนี้

1) เขียนวงกลมให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางพอประมาณ ให้ปริมาณทั้งหมดรวมเป็น 100% แล้วคำนวณมุมของแต่ละหัวข้อ โดยนำปริมาณของแต่ละหัวข้อคูณกับ 0.36

2) ขีดเส้นดิ่งจากบนลงมาที่จุดศูนย์กลาง (กำหนดให้เป็นเส้นฐาน) แล้วเอาหัวข้อแต่ละหัวข้อบรรจุลงไปตามมุมที่คำนวณได้ โดยเวียนไปทางขวามือตามเข็มนาฬิกา และเวียนจากมุมมากไปหามุมน้อย ยกเว้นในกรณีเฉพาะ



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกราฟวงกลม

2.2.4 เครื่องมือทางการจัดการ 7 อย่าง

JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers) ได้รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์การดำเนินการ ทฤษฎีการหาความเหมาะสมที่ดีที่สุด และสถิติ มาเรียบเรียงให้เข้าใจได้ง่ายในลักษณะเป็นกล่องเครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องมือนี้เรียกว่า เครื่องมือทางการจัดการ 7 อย่าง (7 management tools) หรือ เครื่องมือควบคุมคุณภาพแนวใหม่ 7 อย่าง (Seven new QC tools) ประกอบไปด้วย แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง แผนผังความสัมพันธ์ แผนผังต้นไม้ แผนผังเมตริกซ์ แผนผังการวิเคราะห์ข้อมูลแบบเมตริกซ์ แผนภูมิขั้นตอนการตัดสินใจ และแผนผังลูกศร (Bergman and Klefsjö, 1994) ในงานวิจัยนี้จะประยุกต์ใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง และแผนผังต้นไม้ในการเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหา

- แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิผลสูงสำหรับช่วยแก้ไขความสับสนและการนำปัญหามาสร้างเป็นภาพที่ชัดเจน เป็นหนทางที่จะจัดวางและจัดโครงสร้างปัญหาเมื่อเกิดสถานการณ์ที่ตัดสินใจไม่ได้ แผนผังนี้ทำได้โดยการรวบรวมข้อเท็จจริงทั้งหลาย ความเห็น และความคิดเห็นในรูปแบบของข้อมูลที่เป็นคำพูดและสังเคราะห์เข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 2.10 และเป็นแผนผังเดียวบนฐานของการเชื่อมโยงตามธรรมชาติ ประโยชน์ของแผนผังนี้ คือ เทคนิคการจัดระเบียบที่มีประสิทธิผลสำหรับนำกลุ่มเข้ามามีส่วนร่วมโดยช่วยประสานผู้คนเข้าเป็นกลุ่มทีมงาน (โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ, 2547)

ข้อดีของแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง

1) ทำให้สามารถขุดปัญหาขึ้นมาโดยกลั่นกรองข้อมูลที่เป็นคำพูดจากสถานการณ์ที่ซับซ้อนและจัดแยกออกเป็นกลุ่มตามธรรมชาติ

2) ช่วยทำให้เกิดความคิดแหวกแนว (Breakthrough) และกระตุ้นให้เกิดความคิดเห็นใหม่ ๆ

3) เปิดทางให้ปัจจัยสำคัญ (Essence) ของปัญหาถูกเจาะ (Pin) ได้อย่างแม่นยำ และแน่ใจได้ว่าทุกคนที่เกี่ยวข้องสังเกตเห็นปัญหาอย่างชัดเจน

4) โดยการรวมความเห็นของสมาชิกกลุ่มทุกคนเข้าด้วยกัน แผนผังนี้จะช่วยโอบอุ้มวิญญาณแห่งกลุ่ม (Team spirit) ยกระดับการรับรู้ของทุกคนและกระตุ้นกลุ่มให้ลงมือทำ

ขั้นตอนการออกแบบแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Foster, 2007)

1) ระบุปัญหาโดยใช้ประโยคที่ชัดเจนและเข้าใจตรงกัน

2) แจกบัตรและปากกาให้สมาชิกแต่ละคนเขียนความคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องลงไป

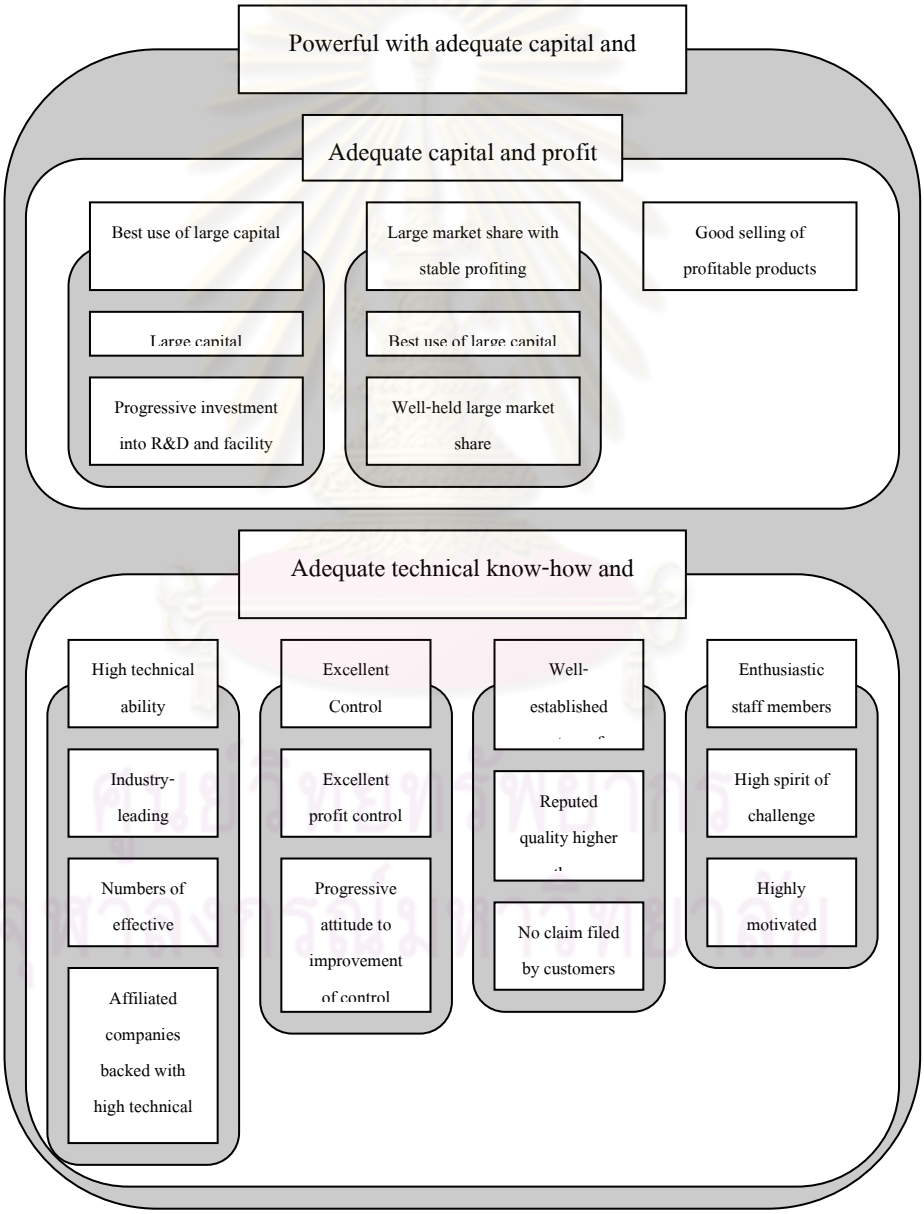
3) วางบัตรของทุกคนลงไปโดยให้สมาชิกสามารถอ่านเห็นความคิดของคนอื่นได้

4) สมาชิกทุกคนจัดบัตรเหล่านั้นออกเป็นกลุ่มที่มีความคิดในแนวทางเดียวกันอย่างรวดเร็ว โดยไม่ปรึกษากัน

5) ถ้าสมาชิกคนใดไม่เห็นด้วยกับความคิดของใคร ไม่ต้องแสดงความเห็นใด ๆ ให้จัดวางตำแหน่งของบัตรไว้ในกลุ่มตามความคิดของตนเอง

6) เมื่อสมาชิกทุกคนหยุดเคลื่อนย้ายบัตร และบัตรทุกใบถูกจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้ตั้งชื่อหัวข้อของกลุ่มแต่ละกลุ่ม

7) วาดแผนผังและทำสำเนาแจกให้กับสมาชิกทุกคน



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง

- แผนผังต้นไม้ (Tree diagram) หรือแผนผังระบบ (Systematic diagram) หรือ Dendrogram ในรูปที่ 2.11 เป็นวิธีการอย่างมีระบบในการแตกปัญหาสำคัญหรือความต้องการของลูกค้าออกเป็นองค์ประกอบในระดับย่อย ๆ ลงไป การสร้างแผนผังนี้ทำให้เกิดแนวทางเฉพาะสำหรับการแก้ปัญหา ซึ่งจัดได้ว่าเป็นการพัฒนากลยุทธ์หรือว่าเป็นการพัฒนาส่วนประกอบอันใดอันหนึ่ง ขึ้นอยู่กับการใช้งาน (โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ, 2547)

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างแผนผังต้นไม้

ข้อดีของแผนผังต้นไม้

1) แผนผังทำให้มีกลยุทธ์สำหรับแก้ปัญหาเป็นระบบหรือเป็นตัวกลางในการบรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งถูกพัฒนาอย่างมีระบบและมีเหตุมีผล ทำให้รายการสำคัญอันใดอันหนึ่งไม่ตกหล่นไป

2) แผนผังทำให้การตกลงภายในสมาชิกกลุ่มสะดวกขึ้น

3) แผนผังนี้จะบ่งชี้และแสดงกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน

ขั้นตอนการสร้างแผนผังต้นไม้ (Foster, 2007)

1) เลือกประเด็นที่สำคัญที่สุดจากหัวข้อเรื่องที่ได้จากแผนผังกลุ่มเชื่อมโยง

2) พิจารณาเป้าหมายหลักของปัญหา

3) พิจารณาวิธีการที่เป็นไปได้ที่จะทำให้บรรลุเป้าหมาย แล้วเขียนแตกออกไปจากเป้าหมายหลัก

4) ทำขั้นตอนที่ 3) ต่อไปเรื่อย ๆ จนไม่สามารถแตกย่อยความคิดออกไปได้อีก

2.2.5 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

Automotive Industry Action Group: AIAG (2001, อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2551) ได้ให้นิยามสำหรับการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) คือ กลุ่มของกิจกรรมเชิงระบบประการหนึ่งที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

1) รับรู้และประเมินถึงแนวโน้มของข้อบกพร่อง (Potential failure) ของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการหนึ่ง และผลกระทบ (Effects) จากข้อบกพร่องดังกล่าว

2) การบ่งชี้ถึงการปฏิบัติการที่สามารถกำจัดทิ้งหรือลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง

3) การดำเนินการจัดทำกระบวนการทั้งหมดให้อยู่รูปเอกสาร

ในการประยุกต์ใช้ FMEA นี้จะให้ประโยชน์หลายประการด้วยกันดังนี้ คือ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

1) ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบทั้งความต้องการด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ

2) การประเมินการออกแบบเพื่อการผลิตเบื้องต้น

3) ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ ตลอดจนความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ

4) ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจในระยะยาวได้ดี

5) ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้แก่ลูกค้า

6) ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

7) ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง

8) ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic technology) ให้แก่คณะทำงาน FMEA ระหว่างการดำเนินการ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต

9) ช่วยในการกำหนดถึงลำดับสำคัญก่อนหลังของกิจกรรมการปรับปรุงคุณภาพโดยผ่านตัวเลขวิเคราะห์ความเสี่ยง

10)ช่วยในการบ่งชี้ถึงความผิดพลาด (Error) ที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนต่าง ๆ ของการออกแบบและกระบวนการ และกำหนดแนวทางในการป้องกันต่อไป

11)ช่วยในกระบวนการบ่งชี้ปัจจัยที่คาดว่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาเพื่อดำเนินการพิสูจน์และแก้ไขต่อไป

12)ช่วยในการบ่งชี้ถึงวิธีการวินิจฉัยการออกแบบและกระบวนการ

โดยเหตุผลสำคัญที่สุดของการดำเนินการจัดทำ FMEA คือ ความต้องการต่อการปรับปรุง และความสมประโยชน์ข้างต้นของ FMEA ที่กลมกลืนไปกับวัฒนธรรมขององค์กร ซึ่งหมายถึง การคิด การปฏิบัติตาม ความคิดเห็น และความเชื่อของบุคลากรในองค์กร

<u>แนวความคิดของ FMEA</u>

ในการดำเนินการ FMEA ให้มีประสิทธิผลมากที่สุดนั้น จะต้องมีการดำเนินการตามแนวความคิดพื้นฐาน 3 ประการ คือ (Breyfogle III, 1999)

1) การดำเนินการโดยคณะทำงาน
2) การดำเนินการผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ
3) การดำเนินการโดยเน้นการปรับปรุงไม่สิ้นสุด

<u>ขั้นตอนทั่วไปของการจัดทำ FMEA</u>

การดำเนินงาน FMEA ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุดจะต้องดำเนินการภายใต้รูปแบบคณะทำงานหรือทีมที่เวลาเริ่มต้นที่เร็วที่สุดเท่าที่จะกระทำได้ โดยมีขั้นตอนทั่วไปในการจัดทำ FMEA ดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550)

1) การกำหนดกลยุทธ์ในการจัดทำ FMEA

เนื่องจากการจัดทำ FMEA มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ FMEA สำหรับทุก ๆ กระบวนการในการผลิตส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์จึงเป็นสิ่งที่เกือบจะเป็นไปไม่ได้เลย เพราะต้องใช้เวลาในการจัดทำค่อนข้างมาก จึงมีความจำเป็นต้องเลือกกระบวนการบางกระบวนการขึ้นมาวิเคราะห์ โดย FMEA ควรจะพิจารณาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ (Breyfogle III, 1999)

(1) มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีใหม่
(2) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตอยู่ได้รับการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมค่อนข้างมาก
(3) มีปัญหาของกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างเรื้อรัง
(4) มีการควบคุมการทำงานของพนักงานปฏิบัติงานค่อนข้างมาก
(5) มีความผันแปรค่อนข้างสูง โดยไม่ทราบว่ามีสาเหตุจากแหล่งใด

2) การทบทวนกระบวนการ

ในขั้นต้องนี้คณะทำงาน FMEA จะต้องทำความเข้าใจกับกระบวนการที่ได้รับเลือกไว้ในขั้นตอนที่ 1 โดยการทำความเข้าใจนี้ควรเริ่มต้นจากการทำกระบวนการให้อยู่ในรูปของแผนภาพ หรือแผนภูมิแสดงการไหลของกระบวนการ จากแผนภูมินี้เองจะทำให้รับทราบถึงกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอน ตลอดจนความสัมพันธ์ของปัจจัยป้อนเข้า (Input) และผลผลิต (Output) ตลอดจนจุดวัดที่แต่ละกระบวนการ

3) การระดมสมองค้นหาแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

ในการระดมสมองนี้มีความจำเป็นต้องตรวจสอบถึงความเข้าใจก่อนว่าสมาชิกในกลุ่มคณะทำงานมีความเข้าใจในหน้าที่และแนวความคิดในการทำงานของกระบวนการแล้วหรือยัง เพื่อกำหนดถึงแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (Potential failure modes) ซึ่งการดำเนินการนี้ควรให้สมาชิกทุกคนในคณะทำงานมีอิสระในการใช้ความคิดผ่านการวิเคราะห์หน้าที่ของกระบวนการเพื่อการกำหนดแนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง

4) การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ

ในขั้นตอนนี้ให้ทำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องแต่ละรายการ โดยเริ่มจากการพิจารณาถึงลูกค้า ที่หมายถึง กระบวนการถัดไป จนกระทั่งถึงผู้ใช้สุดท้าย แล้วพิจารณาว่าข้อบกพร่องดังกล่าวมีผลกระทบประการใดต่อลูกค้า

5) การประเมินตัวเลขแสดงความเสี่ยง

เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk priority number: RPN) คือ

$$RPN = S \times O \times P$$

โดย S = ความรุนแรง (Severity) ที่พิจารณาจากผลกระทบของลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้า

O = โอกาสที่เกิดขึ้น (Occurrence) ของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาจากความเป็นไปได้ (Likelihood) ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง

D = ความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ที่พิจารณาได้จากคุณสมบัติด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

หลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้ว จะพิจารณาว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมาก ๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนักมาทำการกำหนดโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยงต่อไป

ในการพิจารณาเพื่อเลือกลักษณะข้อบกพร่องมาทำการแก้ไขนี้ จะเริ่มจากการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คือ 10 หรือ 9) โดยไม่สนใจค่า RPN ว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและการป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่รวมถึงการลดความรุนแรงลง จากนั้นจึง

ทำการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูง เพื่อนำมาแก้ไข และในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีคะแนน RPN และ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขต่อไป

6) การกำหนดมาตรการตอบโต้เพื่อลดความเสี่ยง

ภายหลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงแล้ว ให้ทำการเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงและ/หรือความเสี่ยงมากขึ้นมาพิจารณากำหนดมาตรการตอบโต้ โดยการกำหนดมาตรการตอบโต้นี้ควรมาจากพื้นฐานของเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic technology) และเมื่อกำหนดมาตรการตอบโต้แล้วให้ดำเนินการปฏิบัติการ (Action) โดยการดำเนินการให้อยู่ในรูปแบบคณะทำงานที่มีการมอบหมายอย่างเป็นทางการ สำหรับในกรณีที่มีความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องสูงมาก อาจจะกำหนดมาตรการเบื้องต้นโดยการลดความรุนแรงลง (Mitigation) ก่อนที่จะดำเนินการกับสาเหตุรากเหง้าต่อไปได้

7) การประเมินผลความเสี่ยงภายหลังการปฏิบัติการตอบโต้

หลังจากมีการใช้มาตรการตอบโต้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยงในรูป RPN โดยอาศัยกฎเกณฑ์เดิมอีกครั้งเพื่อพิจารณาว่าความเสี่ยงของลักษณะข้อบกพร่องที่พิจารณาได้ลดลงหรือไม่ และถ้าไม่ตรงตามที่กำหนดแต่แรก ให้พิจารณาว่ามีนสาเหตุมาจากประเด็นใดเพื่อดำเนินการแก้ไขต่อไป

8) การติดตามผลและจัดทำมาตรฐาน

ในขั้นตอนสุดท้ายของการดำเนินการ FMEA ในรอบแรกจะได้จากการติดตามผลเพื่อสร้างความมั่นใจว่ามาตรการตอบโต้ที่กำหนดไว้ได้รับการนำไปปฏิบัติใช้อย่างมีประสิทธิผลหรือไม่ และถ้ามีประสิทธิผลดีแล้วก็ควรจะดำเนินการจัดทำเป็นมาตรฐานต่อไป

2.2.6 เทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐาน

มาตรฐาน (Standard) คือ หลักเกณฑ์หรือตัวอย่างที่แสดงสิ่งที่คาดหมายไว้อย่างชัดเจน ดังนั้น วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement) จึงขึ้นอยู่กับการนิยาม การกำหนด และการปรับปรุงมาตรฐานด้วย โดยมาตรฐานจะเป็นตัวสร้างเส้นฐาน (Baseline) ให้กับทุก ๆ กิจกรรมการปรับปรุง และยังเป็นตัวกำหนดเป้าหมายแบบก้าวกระโดด (Breakthrough goals) ให้ต้องพยายามอย่างหนักเพื่อให้บรรลุในระหว่างที่กิจกรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องนั้นเพิ่มแรงเหวี่ยงขึ้นไป (Productivity Press Development Team, 2550)

สำหรับในอุตสาหกรรมการผลิตนั้น มีการนำมาตรฐานมาประยุกต์ใช้กับการผลิตอยู่ 2 ลักษณะ คือ

1) ข้อกำหนดและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งก็เพื่อขจัดข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์

2) การวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อขจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการ ซึ่งก็รวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องด้วย

งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard work) คือ ชุดขั้นตอนการทำงานที่ทุกคนเห็นพ้องต้องกันแล้วว่าเป็นวิธีการและลำดับการทำงานที่ดีที่สุดและเชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับกระบวนการแต่ละกระบวนการและสำหรับพนักงานแต่ละคน และยังเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยค้นหาวิธีการและลำดับเหล่านี้ให้อีกด้วย งานที่เป็นมาตรฐานนี้มีเป้าหมายเพื่อทำให้งานมีสมรรถนะสูงสุด ขณะที่ก็ต้องลดความสูญเปล่าในการปฏิบัติการและภาระงาน (Workload) ของแต่ละคนให้เหลือน้อยที่สุดด้วย

การทำให้เป็นมาตรฐาน (Standardization) เป็นวิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการกำหนด การสื่อสาร การปฏิบัติตาม และการปรับปรุงมาตรฐาน กระบวนการผลิตจะต้องอาศัยการทำให้เป็นมาตรฐานนี้เพื่อทำให้เกิดความคงเส้นคงวา (Consistency) ด้วยเกณฑ์และวิธีปฏิบัติที่เป็นแบบเดียวกัน

คู่มือการทำงานมาตรฐานควรประกอบด้วยคำจำกัดความที่เข้าใจได้โดยง่าย ใช้ภาษาที่สอดคล้องกับมาตรฐานและธรรมเนียมของแต่ละโรงงาน และไม่ว่าแผนกใดที่จำเป็นต้องใช้คู่มือเดียวกันนี้ก็ควรจะสามารถเข้าใจได้ดีเท่า ๆ กันด้วย ถ้าแต่ละแผนกใช้คำศัพท์คนละคำเพื่อเรียกสิ่งเดียวกัน ก็ควรจะต้องมีการรวบรวมคำที่เกี่ยวเนื่องกันทั้งหมดนั้นไว้ด้วยกันและนิยามให้ชัดเจนด้วย รูปแบบมาตรฐาน (Standard format) ควรจะง่ายต่อการปรับปรุงแก้ไข เพื่อว่าเวลาที่รุ่นหรือกระบวนการของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นก็จะได้มีการปรับปรุงคู่มือใหม่แค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ข้อมูลในคู่มือก็ควรจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์หลักของมันอย่างแท้จริง นั่นคือ การคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์และสมรรถนะของอุปกรณ์ไว้ในระดับสูง

การฝึกอบรมพนักงานเป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคการทำให้เป็นมาตรฐานวิธีการหนึ่ง โดยมีมาตรฐานการฝึกอบรมอยู่ 3 แบบ คือ

1) การฝึกอบรมแบบพนักงานกับพนักงาน

ปกติแล้วการฝึกอบรมแบบนี้จะเป็นการฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On-the-job-training) และเป็นการฝึกอบรมที่ใช้กันทั่วไปมากที่สุดในโรงงาน แต่หากจะให้มีประสิทธิผล ก็จะต้องมีการทำให้เป็นมาตรฐานและมีการพิจารณาทบทวนวงจรการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อไปสนับสนุนการปฏิบัติตามวิธีการที่เชื่อถือได้นั้น

2) การฝึกอบรมโดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้จัดการ

ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้จัดการจะปฏิบัติในแนวทางคล้าย ๆ กันกับการฝึกอบรมแบบพนักงานกับพนักงาน การฝึกอบรมนั้นควรเน้นที่การปฏิบัติงานจริงที่สถานที่ปฏิบัติงาน แม้ว่าจะได้มีการอธิบายถึงหลักการเบื้องต้นในห้องเรียนอย่างครอบคลุมแล้วก็ตาม และหลังจากที่ได้เรียนรู้พื้นฐานอย่างถ่องแท้แล้ว ผู้สอนก็จะต้องแน่ใจว่าผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมเข้าใจวิธีการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกันแล้วเป็นอย่างดี

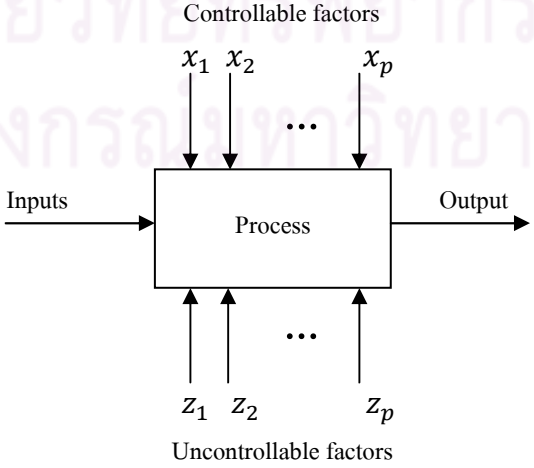
3) การฝึกอบรมโดยใช้เทคนิคทางการจัดการด้วยสายตา (Virtual management)

การฝึกอบรมแบบนี้เป็นการทำให้เป้าหมายและวิธีการวัด ความแตกต่างระหว่างมาตรฐานและผลลัพธ์ของจริงที่ได้ และตัววิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานเองสามารถมองเห็นได้ด้วยสายตาเพื่อสะท้อนให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการปฏิบัติงานต่าง ๆ นั้นเป็นไปตามมาตรฐานแค่ไหน โดยจะแสดงสิ่งเหล่านี้ไว้ที่สถานีงาน ในเซลล์ และในพื้นที่ทำงาน เพื่อให้พนักงานสามารถใช้เพื่อแก้ไขความแปรปรวน (Variance) ที่เกิดขึ้นและได้รู้ว่าตรงไหนที่มีปัญหาเกิดขึ้น

2.3 การออกแบบการทดลอง

การทดลองถูกนำมาใช้เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการและระบบ ซึ่งทั้งกระบวนการและระบบสามารถแทนด้วยแบบจำลองดังรูปที่ 2.12 (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

กระบวนการ คือ การรวมเอาคนงาน เครื่องจักร วิธีการ และทรัพยากรอื่น ๆ เข้าด้วยกันเพื่อเปลี่ยนอินพุต (เช่น วัตถุดิบ) ไปสู่เอาต์พุตที่มีผลตอบออกมาในรูปแบบหนึ่งหรือมากกว่าซึ่งสามารถเห็นได้ ตัวแปรกระบวนการบางชนิด $x_1, x_2, \dots, x_p$ เป็นตัวแปรที่สามารถควบคุมได้ ในขณะที่ตัวแปรบางชนิด $z_1, z_2, \dots, z_p$ เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ (ถึงแม้ว่าในบางครั้งอาจจะควบคุมตัวแปรพวกนี้ได้ในขณะทำการทดลองก็ตาม)



รูปที่ 2.12 แบบจำลองทั่วไปสำหรับกระบวนการหรือระบบ

2.3.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของการทดลอง

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของการทดลอง ได้แก่ (Montgomery, 2001)

1) ทรีทเมนต์ (Treatment) คือ สิ่งหรือวิธีที่เราปฏิบัติต่อสิ่งทดลอง เพื่อวัดผลเปรียบเทียบตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2) หน่วยทดลอง (Experiment unit) เป็นมาตราหรือหน่วยซึ่งใช้วัดอิทธิพลของทรีทเมนต์ ซึ่งโดยคำจำกัดความแล้ว หมายถึง สิ่งหนึ่งหรือกลุ่มหนึ่งของการทดลอง ซึ่งได้รับจากทรีทเมนต์เดียวกันในการกระทำครั้งใดครั้งหนึ่ง หน่วยทดลองมีขนาดไม่จำกัด อาจผันแปรไปได้จากการทดลองหนึ่งไปสู่อีกการทดลองหนึ่ง แม้ว่าจะใช้สิ่งทดลองเหมือนกันก็ตาม ในการทำการทดลองแต่ละครั้งจึงต้องให้คำจำกัดความของหน่วยทดลองให้ชัดเจน

3) ปัจจัย (Factor) ไดแก่ กลุ่มของทรีทเมนต์ทั้งหลายที่มีความเกี่ยวข้องกัน อาจใช้คำว่า ตัวแปรอิสระก็ได้ ปัจจัยนั้นอาจเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงคุณภาพและข้อมูลเชิงปริมาณ

ปัจจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น

(1) ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการดำเนินการทดลอง

(2) ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ (Uncontrollable factors) หมายถึง ปัจจัยที่ไม่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ อาจเนื่องมาจากมีข้อกำหนดทางด้านเทคโนโลยีและต้นทุน ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้แบ่งออกเป็น

- Noise variable หรือ Background variable หรือตัวแปรรบกวนที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (Response variable) ในการทดลองแต่ไม่ใช่ปัจจัยที่เรากำลังศึกษา ส่วนใหญ่มักได้แก่ เวลา หรือเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นต้น
- Nuisance variable คือตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองแต่เราไม่ทราบมาก่อน เราสามารถกำจัดอิทธิพลของ Nuisance variable ได้โดยการสุ่ม

4) ตัวแปรตอบสนอง (Response variable) คือ ตัวแปรที่ถูกสังเกตหรือวัดค่าในการทดลอง เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ตัวแปรตาม ซึ่งเป็นตัวแปรที่สะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระนั่นเอง ในการทดลองหนึ่ง ๆ อาจวัดค่าตัวแปรตามมากกว่า 1 ก็ได้ การเลือกตัวแปรตามที่ดีควรพิจารณาจากความไว (Sensitivity) ความเชื่อถือได้ (Reliability) การแจกแจงของตัวแปรนั้นและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ นอกจากนี้ ในการเลือกตัวแปรตามจะต้องพิจารณาว่า ค่าสังเกตที่ได้รับจากทรีทเมนต์หนึ่ง ๆ ควรมีการแจกแจงแบบปกติโดยประมาณ ซึ่งข้อสมมติฐานในเรื่องความเป็นปกติ (Normally) นี้เป็นสิ่งจำเป็นในการออกแบบการทดลอง ซึ่งอาจจะใช้การแปลงข้อมูล (Transformation) ค่าสังเกตที่มีการแจงแจงไม่เป็นปกติให้เป็นแบบปกติ

[5]

2.3.2 วัตถุประสงค์ของการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการทดลองอาจจะเกี่ยวข้องกับประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

1) การหาตัวแปรที่มีผลมากที่สุดต่อผลตอบ y

2) การหาวิธีการตั้งค่าของ x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อทำให้ y อยู่ที่ค่าที่ต้องการ

3) การหาวิธีการตั้งค่าของ x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อทำให้ y มีค่าน้อย

4) การหาวิธีการตั้งค่าของ x ที่มีผลต่อค่าผลตอบ y เพื่อให้ผลของตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ $z_1, z_2, \dots, z_p$ มีค่าน้อยที่สุด

การทดลองส่วนมากจะเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายตัว และวัตถุประสงค์ของบุคคลที่ทำการทดลอง (เรียกว่า ผู้ทดลอง) ก็คือ หาผลกระทบของปัจจัยเหล่านี้กับผลตอบของระบบ

2.3.3 หลักการพื้นฐานสำหรับการออกแบบการทดลอง

หลักการพื้นฐาน 3 ประการสำหรับการออกแบบการทดลองคือ เรพลิเคชัน (Replication) แรมดอมไมเซชัน (Randomization) และบล็อกกิง (Blocking) (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

1) เรพลิเคชัน (Replication) หมายถึง การทำการทดลองซ้ำ เรพลิเคชันมีคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการ คือ ประการแรก เรพลิเคชันทำให้ผู้ทดลองสามารถหาค่าประมาณของความผิดพลาดในการทดลองได้ ตัวประมาณค่าความผิดพลาดนี้กลายเป็นหน่วยของการวัดขั้นพื้นฐานสำหรับพิจารณาว่า ความแตกต่างสำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันในเชิงสถิติหรือไม่ ประการที่สอง ถ้าค่าเฉลี่ย (ตัวอย่างเช่น $\bar{y}$) ถูกนำมาใช้เพื่อประมาณผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่งในการทดลอง ดังนั้นเรพลิเคชันทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณผลกระทบนี้ ตัวอย่างเช่น ถ้า σ^2 คือ ความแปรปรวนของข้อมูลแต่ละตัว และมี n เรพลิเคต ดังนั้น ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่างนี้ คือ

$$\sigma_{\bar{y}}^2 = \frac{\sigma^2}{n}$$

2) แรนดอมไมเซชัน เป็นพื้นฐานหลักสำหรับการใช้วิธีการเชิงสถิติในการออกแบบการทดลอง แรนดอมไมเซชัน หมายถึง การทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลองและลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) วิธีการเชิงสถิติกำหนดว่า ข้อมูล (หรือความผิดพลาด) จะต้องเป็นตัวแปรแบบสุ่มที่มีการกระจายแบบอิสระ แรนดอมไมเซชันจะทำให้สมมติฐานเป็นจริง การที่เราแรนดอมไมซ์การทดลอง ทำให้เราสามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจจะปรากฏในการทดลองได้

3) บล็อกกิง เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับเพิ่มความเที่ยงตรง (Precision) ให้แก่การทดลอง บล็อกอันหนึ่งอาจจะหมายถึงส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้ในการทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากกว่าเซ็ตทั้งหมดของวัสดุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่าง ๆ ภายในแต่ละบล็อกจะเกิดขึ้นได้จากการทำบล็อกกิง

2.3.4 แนวทางในการออกแบบการทดลอง

การใช้วิธีการเชิงสถิติในการออกแบบและวิเคราะห์การทดลองมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกคนที่เกี่ยวข้องในการทดลองจะต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้ล่วงหน้าว่า เรากำลังศึกษาอะไรอยู่ จะเก็บข้อมูลได้อย่างไร และจะวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บได้นั้นอย่างไร ขั้นตอนในการดำเนินการอาจจะทำได้ดังต่อไปนี้ (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

1) ทำความเข้าใจถึงปัญหา บางคนอาจคิดว่าขั้นตอนนี้ง่ายและตรงไปตรงมา แต่ในความเป็นจริงแล้ว ขั้นตอนนี้ไม่ได้ง่ายอย่างที่คิด ในขั้นตอนนี้เราจะต้องพยายามพัฒนาแนวความคิดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง และบ่อยครั้งที่เราจะต้องหาข้อมูลอินพุตจากบุคคลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น แผนกวิศวกรรม แผนกประกันคุณภาพ แผนกผลิต แผนกการตลาด ผู้บริหาร ลูกค้าและแผนกบุคคล ถ้อยแถลงของปัญหาที่มีความชัดเจนจะมีผลอย่างมากต่อความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์และคำตอบสุดท้ายของปัญหานั้น ๆ ด้วยเหตุนี้เองการออกแบบการทดลองทุกครั้งควรจะมีการทำงานเป็นทีม

2) เลือกปัจจัย ระดับ และขอบเขต ผู้ทดลองต้องเลือกปัจจัยที่จะนำมาเปลี่ยนแปลงในระหว่างทำการทดลอง กำหนดขอบเขตที่ปัจจัยเหล่านี้จะเปลี่ยนแปลง และกำหนดระดับ (Level) ที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง จะต้องพิจารณาด้วยว่าจะควบคุมปัจจัยเหล่านี้ ณ จุดที่กำหนดให้อย่างไร และจะวัดผลตอบได้อย่างไร ดังนั้นในกรณีเช่นนี้ผู้ทดลองจะต้องมีความรู้จากทางทฤษฎี มีความจำเป็นที่เราจะต้องตรวจสอบดูว่า ปัจจัยที่กำหนดขึ้นมาทั้งหมดนี้มีความสำคัญหรือไม่ และเมื่อวัตถุประสงค์ของการทดลอง คือ การกรองปัจจัย (Screening) เราควรจะกำหนดให้ระดับต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองมีจำนวนน้อย ๆ การเลือกขอบเขตของการทดลองก็มีความสำคัญเช่นกัน ในการทดลองเพื่อกรองปัจจัยเราควรจะเลือกขอบเขตให้มีความกว้างมาก ๆ หมายถึงว่า ขอบเขตที่ปัจจัยแต่ละตัวจะเปลี่ยนแปลงได้ควรมีค่ากว้าง ๆ และเมื่อเราได้เรียนรู้เพิ่มขึ้นว่า ตัวแปรใดมีความสำคัญและระดับใดที่ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

3) เลือกตัวแปรผลตอบ ในการเลือกตัวแปรผลตอบ ผู้ทดลองควรจะแน่ใจว่า ตัวแปรนี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการที่กำลังศึกษาอยู่ บ่อยครั้งที่ค่าเฉลี่ยหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (หรือทั้งคู่) ขอบกระบวนการจะเป็นตัวแปรผลตอบ เป็นไปได้ว่าในการทดลองหนึ่ง

อาจจะมีผลตอบหลายตัวและมีความจำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องกำหนดให้ได้ว่า อะไรคือตัวแปรผลตอบ และจะวัดตัวแปรเหล่านี้ได้อย่างไร ก่อนที่จะเริ่มดำเนินการทดลองจริง

4) เลือกการออกแบบการทดลอง ถ้ากิจกรรมการวางแผนก่อนการทดลองทำได้อย่างถูกต้อง ขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่ง่ายมาก การเลือกการออกแบบเกี่ยวข้องกับการพิจารณาขนาดของตัวอย่าง (จำนวนเรพลิเคต) การเลือกลำดับที่เหมาะสมของการทดลองที่จะใช้ในการเก็บข้อมูล และการตัดสินใจว่า ควรจะใช้วิธีบล็อกหรือการแรนดอมไมเซชันอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ ในการเลือกการออกแบบ เราจะเป็นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองอยู่ตลอดเวลา ในการทดลองทางวิศวกรรมส่วนมาก เราจะทราบตั้งแต่เริ่มต้นแล้วว่า ปัจจัยบางตัวจะมีผลต่อผลตอบที่เกิดขึ้น ดังนั้นเราจะหาว่าปัจจัยตัวใดที่ทำให้เกิดความแตกต่าง และประมาณขนาดของความแตกต่างที่เกิดขึ้น

5) ทำการทดลอง เมื่อทำการทดลองเราจะต้องติดตามดูกระบวนการทำงานอย่างระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่าการดำเนินการทุกอย่างเป็นไปตามแผน ถ้ามีอะไรผิดพลาดเกิดขึ้นเกี่ยวกับวิธีการทดลองในขั้นตอนนี้ จะทำให้การทดลองที่ทำนั้นใช้ไม่ได้ ดังนั้นการวางแผนในตอนแรกจะมีความสำคัญอย่างมากต่อความสำเร็จที่จะเกิดขึ้น

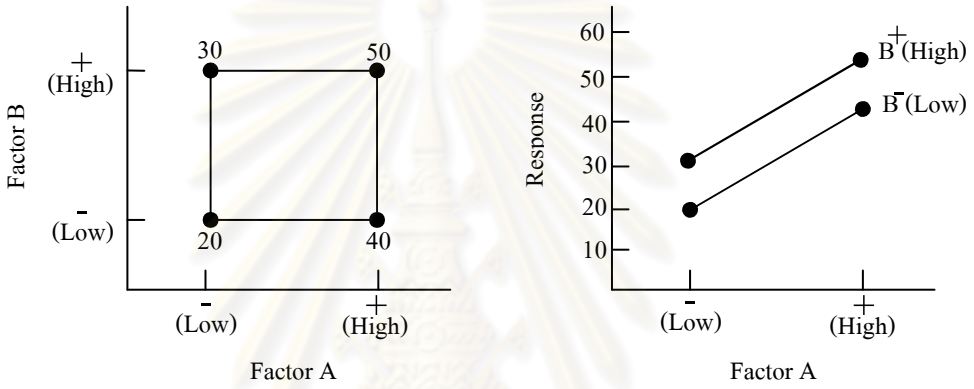
6) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ เราควรจะนำเอาวิธีการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อว่าผลลัพธ์และข้อสรุปที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง ถ้าการทดลองได้ถูกออกแบบไว้เป็นอย่างดี และถ้าเราทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้ วิธีการทางสถิติที่จะนำมาใช้นั้นจะเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน ข้อได้เปรียบของวิธีการทางสถิติก็คือ ทำให้ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจมีเครื่องมือช่วยที่มีประสิทธิภาพ และถ้าเรานำเอาวิธีการทางสถิติมาผนวกกับความรู้ทางวิศวกรรม ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการ และสามัญสำนึก จะทำให้ข้อสรุปที่ได้ออกมานั้นมีเหตุผลสนับสนุนและมีความน่าเชื่อถือ

7) สรุปและข้อเสนอแนะ เมื่อเราได้วิเคราะห์ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ทดลองจะต้องหาข้อสรุปในทางปฏิบัติและแนะนำแนวทางของกิจกรรมที่จะเกิดขึ้น ในขั้นตอนนี้เราจะนำเอาวิธีการทางกราฟเข้ามาช่วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเราต้องการนำเสนอผลงานนี้ให้ผู้อื่นฟัง นอกจากนี้แล้วการทำการทดลองเพื่อยืนยันผล (Confirmation testing) ควรจะทำขึ้นเพื่อที่จะตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุปที่เกิดขึ้นอีกด้วย

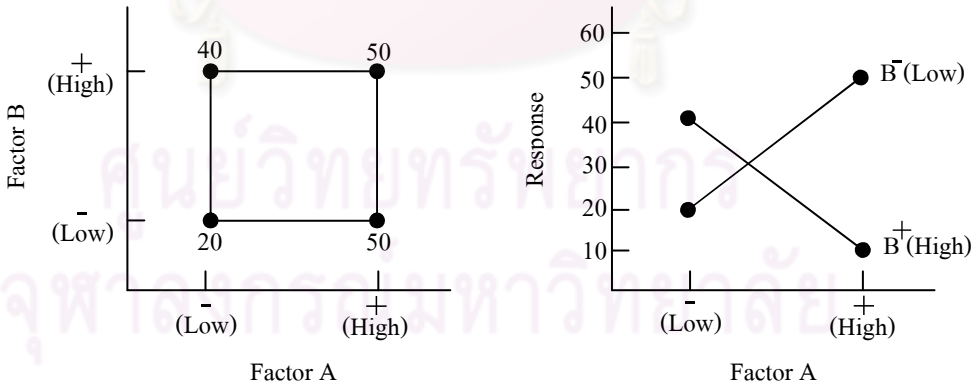
2.3.5 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล

การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล (Factorial design) เป็นวิธีการทดลองที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ในกรณีที่มีปัจจัย (Factor) ตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป โดยทุก ๆ Treatment combination ของปัจจัยทุกตัวที่ศึกษาจะถูกพิจารณาไปพร้อม ๆ กัน (ปารเมศ ชุติมา, 2545)

ผลที่เกิดจากปัจจัยหนึ่ง หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลตอบ (Response) ที่เกิดจากการเปลี่ยนระดับของปัจจัยนั้น ๆ ซึ่งเรียกว่า ผลหลัก (Main effect) ในการทดลองที่มีผลแตกต่างกันของผลตอบที่เกิดขึ้นบนระดับต่าง ๆ ของปัจจัยหนึ่งมีค่าไม่เท่ากันที่ระดับอื่น ๆ ทั้งหมดของปัจจัยอื่น ซึ่งหมายถึง ผลตอบของปัจจัยหนึ่งขึ้นอยู่กับระดับของปัจจัยอื่น ๆ นั่นเอง เรียกเหตุการณ์นี้ว่า การมีอันตรกิริยา (Interaction) ต่อกันระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (รูปที่ 2.13 และ 2.14) โดยค่าที่จุดต่าง ๆ คือ ตัวแปรตอบสนอง เมื่อมีปัจจัย 2 ตัว คือ A และ B โดยแต่ละปัจจัยมี 2 ระดับ คือ – หรือ ต่ำ (Low) และ + หรือ สูง (High)



รูปที่ 2.13 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (ไม่มีอันตรกิริยา)



รูปที่ 2.14 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียล 2 ปัจจัย (มีอันตรกิริยา)

ประโยชน์ของการทดลองแบบแฟกทอเรียล คือ มีจำนวนการทดลองน้อยกว่าการทดลองแบบอื่น และยังให้ผลที่เกี่ยวกับอันตรกิริยาซึ่งมีความสำคัญมาก และไม่สามารถหาค่าได้จากการทดลองแบบเปรียบเทียบอย่างง่ายและการทดลองทีละปัจจัย (One-factor-at-a-time) ทั้งนี้หากมีการละเลยผลของอันตรกิริยาอาจทำให้ข้อสรุปผิดพลาด

การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ กรณีที่มีปัจจัย k ปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับเหล่านี้อาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น อุณหภูมิ ความดัน หรือเวลา เป็นต้น หรืออาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงคุณภาพก็ได้ เช่น เครื่องจักร หรือคนงาน เป็นต้น และใน 2 ระดับที่กล่าวถึงนี้จะแทนระดับ “สูง” หรือ “ต่ำ” ของปัจจัยหนึ่ง ๆ หรือการ “มี” หรือ “ไม่มี” ของปัจจัยนั้น ๆ ก็ได้ การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k Factorial design)

ใน 1 เรพลิเคตที่บริบูรณ์สำหรับการออกแบบเช่นนี้จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งสิ้น $2 \times 2 \times 2 \times \ldots \times 2 = 2^k$ ข้อมูล และเราเรียกการออกแบบลักษณะนี้ว่า การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k โดยมีสมมติฐานว่า

1) ปัจจัยทั้งหมดมีค่าตายตัว

2) การออกแบบเป็นแบบเชิงสุ่มบริบูรณ์ (Completely randomized)

3) สมมติฐานเกี่ยวกับความเป็นปกติเป็นที่ยอมรับได้

2.3.6 หลักการทางสถิติที่จำเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูล

หลักการทางสถิติที่จำเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้ (Montgomery, 2001)

1) การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-square) เป็นการวิเคราะห์ว่าการออกแบบที่ได้ออกแบบขึ้นมาใช้ในการทดลองนั้นมีความเหมาะสมเพียงไร ซึ่งในการทดลองทุกครั้งจะต้องมีความผันแปรที่อธิบายไม่ได้ (Unexplained variable) หรือความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเสมอ การออกแบบการทดลองที่ดีจะต้องทำให้เกิดความผันแปรที่อธิบายไม่ได้น้อยที่สุด

$$\text{การทดสอบสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R-square)} = \frac{\text{ความผันแปรที่อธิบายได้}}{\text{ความผันแปรทั้งหมด}} \times 100\%$$

ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจต่ำ สามารถแก้ไขโดย

(1) เพิ่มจำนวนซ้ำในการทดลอง

(2) ตรวจสอบหาปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง แล้วออกแบบการทดลองใหม่

(3) ถ้าทำการเพิ่มปัจจัยอื่นแล้ว ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจยังต่ำอยู่ แสดงว่า ผลจากปัจจัยรบกวน (Noise factor) มีมาก จึงควรทำการบล็อกกิง เพื่อลดผลจากปัจจัยรบกวนให้น้อยที่สุด

2) การตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบ (Model accuracy checking)

จากสมการ $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

ซึ่ง μ คือ ค่าเฉลี่ย

τ คือ อิทธิพลที่เกิดจากปัจจัย

ε คือ ความคลาดเคลื่อน

ในการออกแบบการทดลองส่วนใหญ่มักจะตั้งสมมติฐานในการวิเคราะห์จากการที่ (ตัวแปรตอบสนอง) ให้มีการกระจายแบบปกติ (Normal distribution) และในการที่จะมีการกระจายแบบนี้ได้จะต้องให้ ε (ค่าความคลาดเคลื่อน) มีการกระจายแบบปกติ และต้องเป็นการกระจายที่เป็นอิสระด้วย คือ มี $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

การตรวจสอบ ε_{ij} มี 3 ขั้นตอน คือ

(1) การตรวจสอบการกระจายว่าเป็นการแจกแจงปกติ (Normal distribution) หรือไม่ โดย

- การทดสอบไคร์สแควร์ (Goodness of fit test)
- การทดสอบแบบโคโมโกรอฟ-สเมอร์นอฟ (Kolmogorov-Smirnov test)
- การทดสอบโดยใช้กระดาษตรวจสอบการแจกแจงปกติ (NOPP)

(2) การตรวจสอบความเป็นอิสระ (Independent) โดยใช้แผนภาพการกระจาย (Scatter plot) แล้วดูลักษณะการกระจายของจุดที่ใช้แทนข้อมูลบนแผนภูมิว่ามีการกระจายแบบอิสระหรือไม่

(3) การตรวจสอบความเสถียรของความแปรปรวน (Variance stability) โดยใช้แผนภาพการกระจาย ซึ่งแผนภาพการกระจายของค่าความคลาดเคลื่อน (Residual) ในแต่ละระดับปัจจัย ถ้ารูปร่างของการกระจายของข้อมูลออกมาไม่เป็นลักษณะของการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความแปรปรวน (Megaphone) แสดงว่า ข้อมูลมีความเสถียรของความแปรปรวน

3) การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis testing)

การทดสอบสมมติฐานเชิงสถิติเป็นการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นของตัวแปรแบบสุ่มที่มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ที่มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งค่าพารามิเตอร์ โดยสมมติฐานแบ่งได้ 2 ชนิด คือ

(1) สมมติฐานที่กำหนด (Null hypothesis) เป็นข้อสงสัยหรือข้อสมมติเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ในประชากรที่ต้องการพิสูจน์ว่าจริงหรือไม่ โดยใช้สัญลักษณ์ H_0

(2) สมมติฐานแย้ง (Alternative hypothesis) เป็นข้อความหรือความคิดเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่หวังว่าจะเป็นโดยจะต้องมีความหมายที่แย้งกับสมมติฐานที่กำหนดโดยชัดเจน โดยใช้สัญลักษณ์ H_1 โดยโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะทำการปฏิเสธสมมติฐานที่กำหนด (Reject H_0) จะถูกกำหนดโดยระดับนัยสำคัญ ซึ่งเป็นโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่น้อยมากที่ค่าพารามิเตอร์จะตกอยู่ในช่วงของการปฏิเสธสมมติฐานหรือระดับความมีนัยสำคัญเป็นค่าวิกฤติ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบหรือใช้ในการตัดสินใจว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานที่กำหนด ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ความผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานที่กำหนด โดยที่สมมติฐานที่กำหนดมีความถูกต้องหรือมีความเป็นจริง เรียกว่า ความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I error) ซึ่งความผิดพลาดนี้ คือ ระดับความมีนัยสำคัญในการตรวจสอบสมมติฐาน

กรณีที่ 2 ความผิดพลาดที่เกิดจากการยอมรับสมมติฐานที่กำหนด โดยที่สมมติฐานที่กำหนดมีความไม่ถูกต้องหรือไม่มีความจริง เรียกว่า ความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II error) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 การตัดสินใจในการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐานที่กำหนด	สมมติฐานที่กำหนดมีความถูกต้อง	สมมติฐานที่กำหนดไม่มีความถูกต้อง
ยอมรับ	การตัดสินใจถูกต้อง	ความผิดพลาดแบบที่ 2
ปฏิเสธ	ความผิดพลาดแบบที่ 1	การตัดสินใจถูกต้อง

โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะเกิดความผิดพลาดแบบที่ 1 และแบบที่ 2 สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\alpha = P(\text{ความผิดพลาดแบบที่ 1})$$
$$= P(\text{การปฏิเสธสมมติฐานที่กำหนด: สมมติฐานที่กำหนดถูกต้อง})$$
$$\beta = P(\text{ความผิดพลาดแบบที่ 2})$$
$$= P(\text{การยอมรับสมมติฐานที่กำหนด: สมมติฐานที่กำหนดไม่ถูกต้อง})$$

โดย $1 - \beta =$ อำนาจของการทดสอบ

$$= P(\text{การปฏิเสธสมมติฐานที่กำหนด: สมมติฐานที่กำหนดถูกต้อง})$$

การตั้งสมมติฐานในการออกแบบการทดลอง สามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณีดังนี้

(1) การออกแบบการทดลองแบบผลกระทบคงที่ (Fixed effects model) จะทำการตรวจสอบว่า ปัจจัยต่าง ๆ มีผลกระทบต่อกระบวนการหรือไม่ สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

H_0: ปัจจัยไม่มีผลต่อกระบวนการ

H_1: ปัจจัยมีผลต่อกระบวนการ

หรือสามารถเขียนอยู่ในรูปสัญลักษณ์ μ เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ยของปัจจัย

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \cdots = \mu_\alpha$

$H_0: \mu_\iota \neq \mu_\varphi$; อย่างน้อยที่สุดหนึ่งคู่ (i, j)

หรือสามารถเขียนอยู่ในรูปสัญลักษณ์ τ เมื่อ τ คือ ค่าเฉลี่ยของปัจจัย

$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \cdots = \tau_\alpha$

$H_0: \tau_\iota \neq 0$; อย่างน้อยที่สุดหนึ่งค่า i

(2) การออกแบบการทดลองแบบผลกระทบแบบสุ่ม (Random effects model) จะทำการตรวจสอบว่า ความแปรปรวน (σ_τ^2) จะมีค่าเท่ากับ 0 หรือไม่ เพราะไม่สามารถหาค่าของอิทธิพล (Effect) ของระดับของปัจจัยที่เกิดขึ้นแน่นอน สามารถตั้งสมมติฐานได้ดังต่อไปนี้

$H_0: \sigma_\tau^2 = 0$

$H_1: \sigma_\tau^2 > 0$

(3) การออกแบบการทดลองแบบผสม (Mixed effects model) เมื่อปัจจัยในการทดลองมีลักษณะเป็นแบบผลกระทบคงที่ (Fixed levels) และแบบสุ่ม (Random levels) รวมกันอยู่ จะต้องใช้การตั้งสมมติฐานของ 2 กรณีที่กล่าวข้างต้น โดยแยกตามลักษณะรูปแบบของปัจจัยนั้น ๆ

2.3.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance: ANOVA)

ภายหลังจากที่ได้ออกแบบการทดลองและทำการทดลองแล้ว งานขั้นต่อไปก็คือ การนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ เพื่อทดสอบนัยสำคัญทางสถิติหรือหาแนวโน้มต่อไปโดยใช้หลักการของ ANOVA (Montgomery, 2001)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นวิธีการคำนวณแบบเลขคณิต โดยการแยกผลรวมกำลังสองทั้งหมด (Total sum of square: SS_T) ออกเป็นส่วนต่าง ๆ ตามแหล่งกำเนิดหรือสาเหตุ โดยจะวิเคราะห์ว่าปัจจัยใดมีอิทธิพลต่อการทดลองโดยพิจารณาความแตกต่าง โดยวัดความแตกต่าง

รวมออกมาในรูปของความแปรปรวนแล้วแตกออกมาเป็นความแตกต่างย่อย ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างย่อยเหล่านั้น หากความแตกต่างใดมีค่ามากกว่า แสดงว่า ปัจจัยนั้นทำให้เกิดความแตกต่างโดยมีผลต่อค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Mean square: MS) ซึ่งเป็นตัวที่ประมาณค่าความแปรปรวนที่ดีที่สุด ซึ่ง

$$MS = \frac{SS}{df}$$

เมื่อ SS คือ ผลรวมกำลังสอง (Sum of square)

df คือ ระดับขั้นของความอิสระ (Degree of freedom)

สามารถอธิบายการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองเชิงแฟกทอเรียล (Factorial experiment) ได้ดังนี้

การทดลองเชิงแฟกทอเรียลสามารถแยกความแปรปรวนทั้งหมดออกเป็นความแปรปรวนเนื่องจากปัจจัย ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

ตัวอย่างการสร้างตารางวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบที่มีอิทธิพลเป็นค่าคงที่ (Fixed effect model)

ตัวแบบ: $y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$; $\begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, n \end{cases}$

โดยที่ y_{ijk} คือ ค่าสังเกตที่ปัจจัย A อยู่ที่ระดับ i ปัจจัย B อยู่ที่ระดับ j สำหรับเรพลิเคตที่ k

μ คือ ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตทั้งหมด

τ_i คือ อิทธิพลของปัจจัย A ที่เกิดจากทรีทเมนต์ i

β_j คือ อิทธิพลของปัจจัย B ที่เกิดจากทรีทเมนต์ j

$(\tau\beta)_{ij}$ คือ อิทธิพลร่วมของปัจจัย A ที่เกิดจากทรีทเมนต์ i และปัจจัย B ที่เกิดจากทรีทเมนต์ j

ε_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่ม

$$SS_T = \left(\sum_{i=1}^{a} \sum_{j=1}^{b} \sum_{k=1}^{n} y_{ijk}^2 \right) - \frac{y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_A = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^{a} y_{i..}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_B = \frac{1}{an}\sum_{j=1}^{b} y_{.j.}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_{Subtotal} = \frac{1}{n}\sum_{i-1}^{a}\sum_{j=1}^{b} y_{ij.}^2 - \frac{y_{...}^2}{abn}$$

$$SS_{AB} = SS_{Subtotal} - SS_A - SS_B$$

$$SS_E = SS_T - SS_{AB} - SS_A - SS_B$$

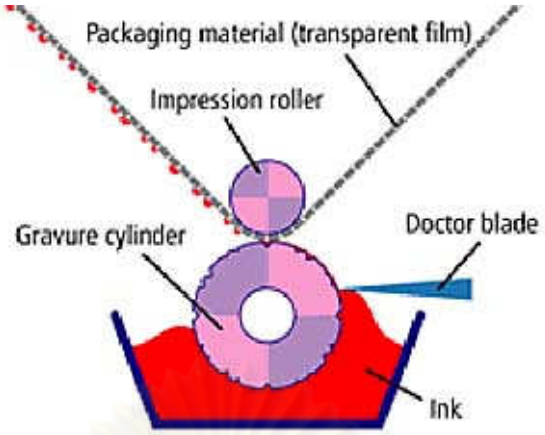
ซึ่งรายละเอียดต่าง ๆ ของผลรวมกำลังสองของแต่ละตัวได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.7 โดยที่ ถ้าหากค่า $F_0 \leq F_{\alpha,v1,v2}$ แล้ว ถือว่าปัจจัยนั้นไม่มีผล สามารถยอมรับ Null hypothesis ได้

ตารางที่ 2.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับ Two-fixed effect model

Source of variation (SOV)	Sum of squares (SS)	Degree of freedom (df)	Mean squares (MS)	F_0
A	SS_{Tr}	$a-1$	MS_A	MS_A/MS_{SE}
B	SS_B	$b-1$	MS_B	MS_B/MS_{SE}
AB	SS_{AB}	$(a-1)(b-1)$	MS_{AB}	MS_{AB}/MS_{SE}
Error	SS_E	$ab(n-1)$	MS_{SE}	
Total	SS_T	$abn-1$		

2.4 กระบวนการพิมพ์กราเวียร์

กราเวียร์ (Gravure printing) เป็นระบบการพิมพ์ทางตรง (Direct printing) ที่ใช้แม่พิมพ์มีลักษณะเป็นร่องลึก ทำหน้าที่รับหมึกโดยตรงไปยังวัสดุใช้พิมพ์ ควบคุมด้วยแผ่นใบปาดหมึก (Doctor blade) ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ส่วนใหญ่งานพิมพ์จะเป็นประเภทบรรจุภัณฑ์ สิ่งสำคัญของระบบพิมพ์กราเวียร์ คือ หมึกพิมพ์ต้องมีความหนืดต่ำ พอที่จะสามารถถ่ายโอนไปยังร่องลึกได้อย่างมีประสิทธิภาพและสำหรับหมึกส่วนเกินที่ผิวแม่พิมพ์จะต้องถูกปาดออกหมดได้ง่าย (บุญเกียรติ ดีสุขสถิต, 2545)



รูปที่ 2.15 กระบวนการพิมพ์กราเวียร์

2.4.1 วัสดุพิมพ์กราเวียร์

เนื่องจากการพิมพ์กราเวียร์เป็นระบบการพิมพ์พื้นลึก วัสดุพิมพ์จึงไม่ควรมีผิวหน้าหยาบมากจนยากต่อการสัมผัส เพื่อให้สามารถรับหมึกพิมพ์จากบ่อหมึกบนโมแม่พิมพ์ได้ อีกทั้งหมึกพิมพ์เป็นหมึกเหลว ผิวหน้าวัสดุพิมพ์จึงต้องสามารถรับหมึกที่เปียกได้ ซึ่งวัสดุพิมพ์กราเวียร์มีหลายประเภทและมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ได้แก่ กระดาษ ฟิล์มพลาสติก ฟอยล์หรือโลหะเหลว และวัสดุเมทัลไลซ์ ซึ่งในที่นี้จะขอกล่าวเฉพาะฟิล์มพลาสติกซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา

ฟิล์มพลาสติก เป็นวัสดุที่มีผิวหน้าเรียบมาก ไม่มีรูพรุน การแห้งตัวของหมึกจึงเกิดได้ยากกว่ากระดาษ วัสดุพิมพ์ประเภทนี้บางชนิดต้องมีการปรับผิวหน้าเพื่อให้เกิดการรับหมึกได้ วิธีปรับผิวหน้าที่นิยมใช้ คือ การเหนี่ยวนำประจุวิธีโคโรนา ฟิล์มพลาสติกที่ใช้ ได้แก่ เซลลูเฟน โพลีโพรพิลีน โพลีเอสเตอร์ โพลีไวนิลคลอไรด์ โพลีเอไมด์ และโพลีเอทิลีน

2.4.2 หมึกพิมพ์กราเวียร์

หมึกกราเวียร์มีส่วนประกอบ 4 ส่วนหลัก คือ สารสี (Pigment) ตัวพาหมึก (Vehicle) ตัวทำละลาย (Solvent) และสารเติมแต่ง (Additive) แต่มีชนิดของสารที่ใช้ต่างกันออกไป ตัวทำละลายที่ใช้กับหมึกกราเวียร์ เช่น โทลูอีนและอะซิโทน ซึ่งทำหน้าที่ทำให้หมึกเหลว คุณสมบัติของหมึกกราเวียร์ คือ ต้องสามารถไหลได้ดีเหมือนน้ำ เพื่อให้แทรกซึมเข้าไปในบ่อหมึกแม่พิมพ์ได้ดี เมื่อเตรียมหมึกพิมพ์ให้มีความเข้มของสีถูกต้องตามความต้องการ และรักษาความหนืดของหมึกพิมพ์ให้คงที่ตลอดเวลาของการพิมพ์ จะทำให้สีของหมึกพิมพ์ไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นข้อดีของระบบการพิมพ์กราเวียร์ที่จะทำให้ภาพพิมพ์มีสีสม่ำเสมอตลอดเวลาของการพิมพ์ ไม่เกิดปัญหา

ความสมดุลระหว่างหมึกกับน้ำเหมือนกับการพิมพ์ออฟเซต หมึกพิมพ์ของกราเวียร์ทุกชนิดจะแห้งตัวโดยการระเหย ซึ่งส่วนใหญ่ใช้วิธีเป่าลมร้อนลงไปบนวัสดุพิมพ์ เป็นผลให้หมึกพิมพ์แห้งตัวทันที ข้อเสียของหมึกพิมพ์กราเวียร์ คือ ตัวทำละลายมักเป็นสารที่ไวไฟและมีกลิ่นอันเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปัจจุบันได้มีหมึกชนิดที่ใช้น้ำมาเป็นตัวทำละลายเพื่อแก้ปัญหาข้างต้น

2.4.3 เครื่องพิมพ์กราเวียร์

เครื่องพิมพ์กราเวียร์มีทั้งประเภทป้อนแผ่นและป้อนม้วน แต่ประเภทป้อนม้วนเป็นที่นิยมมากกว่า เนื่องจากสามารถพิมพ์งานได้จำนวนมากและเร็วกว่า อันจะช่วยทำให้ราคาต้นทุนของสิ่งพิมพ์ลดลง เพราะค่าใช้จ่ายในการทำแม่พิมพ์กราเวียร์มีราคาแพงมาก เครื่องพิมพ์กราเวียร์แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามระบบการป้อนวัสดุพิมพ์ คือ ระบบป้อนม้วน และระบบป้อนแผ่น เนื่องจากเครื่องพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษาเป็นระบบป้อนม้วน ดังนั้นจึงไม่กล่าวถึงเครื่องพิมพ์ระบบป้อนแผ่นในที่นี้

เครื่องพิมพ์กราเวียร์ระบบป้อนม้วน เป็นเครื่องพิมพ์ประเภทที่ใช้ระบบการพิมพ์กราเวียร์มาตั้งแต่เริ่มผลิตเครื่องพิมพ์ระบบนี้ ระบบการพิมพ์ป้อนม้วนเป็นระบบการพิมพ์ที่ต่อเนื่อง ระบบป้อนม้วนนี้มีข้อดีในด้านของปริมาณชิ้นงานพิมพ์มีจำนวนมากในช่วงเวลาหนึ่ง และความต่อเนื่องของงาน ทำให้สีหมึกพิมพ์ซ้อนทับมีการพิมพ์เหลื่อมน้อยถ้าควบคุมความตึงของม้วนวัสดุพิมพ์ให้ดี แต่มีข้อเสียในด้านของม้วนวัสดุพิมพ์ที่ป้อนมีน้ำหนักมากและปริมาณของเสียจากม้วนยาวต่อเนื่องในช่วงเตรียมพร้อมพิมพ์มีมาก การแบ่งประเภทของเครื่องพิมพ์กราเวียร์ระบบป้อนม้วนนั้นมีเกณฑ์ในการแบ่งแตกต่างกัน ได้แก่ แบ่งตามน้ำหนักวัสดุพิมพ์ แบ่งตามขนาดหน้ากว้างของม้วนวัสดุพิมพ์ แบ่งตามระบบการปรับเปลี่ยนส่วนพิมพ์ และแบ่งตามระบบแกนโมแม่พิมพ์

โดยทั่วไปแล้วส่วนประกอบสำคัญของเครื่องพิมพ์กราเวียร์ ได้แก่ ส่วนป้อนวัสดุพิมพ์ ส่วนพิมพ์ ส่วนรับวัสดุที่พิมพ์แล้ว และส่วนทำสำเร็จ

1) ส่วนป้อนวัสดุพิมพ์

ส่วนป้อนวัสดุพิมพ์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ป้อนวัสดุพิมพ์เข้าสู่ส่วนพิมพ์ ส่วนป้อนวัสดุพิมพ์สำหรับเครื่องพิมพ์กราเวียร์มี 2 ลักษณะตามลักษณะ คือ ส่วนป้อนวัสดุพิมพ์ระบบป้อนม้วนและส่วนป้อนวัสดุพิมพ์ระบบป้อนแผ่น

ส่วนป้อนวัสดุพิมพ์ระบบป้อนม้วน ประกอบด้วยส่วนสำคัญต่าง ๆ ได้แก่ อุปกรณ์คลายม้วนและต่อม้วน และอุปกรณ์ควบคุมแรงตึงม้วน เป็นการป้อนวัสดุพิมพ์เข้าสู่หน่วยพิมพ์ในลักษณะเป็นม้วนอย่างต่อเนื่อง และเพื่อความสะดวกมักจะมีระบบการเปลี่ยนม้วนแบบอัตโนมัติอยู่ด้วย เพื่อให้สามารถพิมพ์ได้อย่างต่อเนื่องไม่เสียเวลาป้อนวัสดุพิมพ์เข้าเครื่องใหม่เมื่อหมดม้วน นอกจากนี้หน่วยป้อนวัสดุพิมพ์จะต้องมีระบบควบคุมความตึงของวัสดุพิมพ์ที่วิ่งเข้าสู่

ส่วนพิมพ์ด้วย หากแรงตึงไม่เหมาะสมอาจเกิดปัญหาในการพิมพ์ได้มาก เช่น เกิดการฉีกขาดหรือภาพไม่คมชัด

ในเครื่องพิมพ์บางเครื่องอาจมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับปรับผิวหน้าวัสดุพิมพ์ด้วยการเหนี่ยวนำประจุวิธีโคโรนา เพื่อปรับสภาพผิวหน้าวัสดุพิมพ์ให้มีพลังงานผิวสูงขึ้น ทำให้สามารถรับหมึกได้ดีขึ้น ถึงแม้วัสดุพิมพ์อาจได้รับการปรับผิวหน้ามาแล้ว การใช้อุปกรณ์นี้จะช่วยกระตุ้นพลังงานผิวของวัสดุพิมพ์ซ้ำอีกครั้ง

2) ส่วนพิมพ์

ส่วนพิมพ์เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่สุด อาจมีได้หลายหน่วยในเครื่องพิมพ์ชุดเดียวกัน ซึ่งขึ้นกับการออกแบบและการใช้งาน โดยปกติแต่ละหน่วยพิมพ์ใช้พิมพ์ครั้งละ 1 สี ในหน่วยพิมพ์แต่ละหน่วยมีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ โมแม่พิมพ์ ระบบหมึกพิมพ์ ลูกกลิ้งกดพิมพ์ และระบบทำแห้งของหมึกพิมพ์

<u>โมแม่พิมพ์</u> โดยส่วนใหญ่มี 2 ลักษณะ คือ แบบมีแกนในตัว และแบบปลอกสวม แบบมีแกนในตัวนั้นจะมีราคาแพงกว่าแบบปลอกสวม แต่สามารถนำแม่พิมพ์มาใส่เครื่องพิมพ์ได้เลย เหมาะกับงานที่ต้องการคุณภาพสูง เพราะโมแม่พิมพ์แบบนี้ให้การเคลื่อนที่ของโมที่สม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างโม นอกจากนี้โมแบบมีแกนในตัวยังมีความคงทนต่อการใช้งานนานกว่าแบบปลอกสวม

<u>ระบบหมึกพิมพ์</u> ในเครื่องพิมพ์กราเวียร์มีการจ่ายหมึกพิมพ์เหลวลงบนโมแม่พิมพ์ และมีการปาดหมึกบนโมเพื่อให้เหลือหมึกพิมพ์เฉพาะในบ่อหมึกเท่านั้น ระบบหมึกพิมพ์กราเวียร์มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ อ่างหมึกและใบมีดปาดหมึก

ถาดหมึกในเครื่องพิมพ์กราเวียร์โดยทั่วไปมีระบบการจ่ายหมึก 2 ลักษณะ ได้แก่ ระบบจ่ายหมึกโดยใช้ถาดหมึกแบบเปิด และระบบจ่ายหมึกโดยใช้ถาดหมึกแบบถาดปิด

สำหรับเครื่องพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษาใช้ระบบจ่ายหมึกโดยใช้ถาดหมึกแบบเปิด มีลักษณะการจ่ายหมึกที่ง่ายและเก่าแก่ที่สุด ซึ่งยังคงมีใช้อยู่ในปัจจุบัน ระบบจ่ายหมึกแบบนี้มีลักษณะการจ่ายหมึกโดยการวางโมแม่พิมพ์ในถาดหมึก โมแม่พิมพ์สามารถรับหมึกในถาดได้โดยบ่อหมึกเล็ก ๆ บนโมแม่พิมพ์ตักหมึกเหลวขึ้นมาด้วยแรงหมุนจากมอเตอร์ที่ส่งไปยังโมแม่พิมพ์ หมึกในถาดจะถูกเติมโดยช่างพิมพ์หรือมีระบบปั๊มหมึกเติมเข้าในถาดหมึก ระบบจ่ายหมึกโดยใช้ถาดหมึกแบบเปิดนั้นตัวทำละลายระเหยออกได้ ทำให้ความหนืดของหมึกสูงขึ้น การไหลเวียนของหมึกไม่ดี ระบบจ่ายหมึกแบบนี้จึงไม่เหมาะกับการพิมพ์ด้วยความเร็วสูง เนื่องจากทำให้บ่อได้รับหมึกไม่เต็มที่

ใบปาดหมึก ทำหน้าที่ปาดหมึกส่วนเกินจากบ่อหมึกบนโมแม่พิมพ์หรือบริเวณไร้ภาพ โดยจะปาดหมึกบริเวณไร้ภาพให้สาด เพื่อให้หมึกพิมพ์เฉพาะที่อยู่ในบ่อหมึกเท่านั้นที่จะ

ถ่ายทอดไปยังวัสดุพิมพ์ โดยปกติในระบบปาดหมึกมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ อุปกรณ์ปาด และส่วนควบคุมแรงกดบนอุปกรณ์ปาด

- อุปกรณ์ปาด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการปาดหมึก ประกอบด้วย ใบปาดหมึก ใบพยุงใบปาดหมึก และที่ยึดใบปาดหมึกทำให้สามารถปาดได้ดีขึ้น ลักษณะใบปาดหมึกที่ใช้จะนิยมทำจากเหล็กกล้าชนิดพิเศษ มีความแข็ง แบนเรียบ และไม่บิดตัว นอกจากนี้และยังมีใบปาดหมึกที่ทำมาจากพลาสติก ทำให้เกิดความเสียหายที่ผิวโมแม่พิมพ์น้อยกว่า แต่อายุการใช้งานสั้นกว่า

- ส่วนควบคุมแรงกดบนอุปกรณ์ปาด ในเครื่องพิมพ์ต้องมีส่วนควบคุมแรงกดบนอุปกรณ์ปาด ซึ่งควบคุมแรงกดไปยังใบปาด แรงกดบนใบปาดหมึกมีผลต่อภาพพิมพ์ เพราะเป็นแรงที่ใช้สำหรับปาดหมึกพิมพ์ที่อยู่ด้านใต้ใบปาดหมึกออก ถ้าแรงกดนี้มากเกินไปอาจปาดหมึกที่อยู่ในบ่อหมึกซึ่งเป็นบริเวณภาพออกไปด้วย ทำให้ภาพพิมพ์ที่ได้มีสีของภาพผิดไป แรงกดบนใบปาดโดยทั่วไปถูกควบคุมโดยการใช้สกรูหรือแรงดันลมเป็นระบบที่ช่วยให้การปรับใบปาดหมึกรวดเร็ว

ลูกกลิ้งกดพิมพ์หรือโมกดพิมพ์ มีลักษณะเป็นลูกกลิ้งที่ทำด้วยโลหะหุ้มด้วยยางสังเคราะห์ ทำหน้าที่กดพิมพ์เพื่อให้หมึกพิมพ์จากบ่อหมึกบนโมแม่พิมพ์ถ่ายโอนไปบนวัสดุพิมพ์ได้ แรงกดพิมพ์เป็นสิ่งสำคัญต่อการพิมพ์อย่างมากในหลายประการต่อไปนี้

- ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนหมึกพิมพ์ที่เหมาะสมกับวัสดุพิมพ์แต่ละประเภท
- ช่วยในการขับเคลื่อนโมแม่พิมพ์
- ช่วยในการขับเคลื่อนม้วนพิมพ์ไปตลอดส่วนพิมพ์
- ช่วยในการควบคุมให้เกิดแรงตึงของม้วนพิมพ์ที่เหมาะสมระหว่างส่วนพิมพ์

นอกจากนี้ความสมดุลในการหมุนของโมลูกยางกดพิมพ์จะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด หากโมลูกยางกดพิมพ์ไม่มีความสมดุลในการหมุน จะมีผลทำให้ไม่สามารถพิมพ์ด้วยความเร็วสูงได้ และยังทำให้เกิดแรงกดพิมพ์ไม่สม่ำเสมอ อันจะเป็นผลให้ภาพพิมพ์บนแผ่นงานพิมพ์แต่ละแผ่นมีสีและมีน้ำหมึกสีแตกต่างกัน รวมทั้งทำให้แรงดึงม้วนพิมพ์ไม่สม่ำเสมอ ซึ่งก่อให้เกิดการยับย่นของวัสดุพิมพ์ได้

ระบบทำแห้งของหมึกพิมพ์ เป็นระบบที่มีอยู่ในแต่ละหน่วยพิมพ์กราเวียร์ เพื่อให้หมึกแห้งตัวก่อนผ่านไปพิมพ์ที่หน่วยต่อไป ระบบทำแห้งแต่ละหน่วยพิมพ์ควรมีความยาวเพียงพอที่จะทำให้ม้วนพิมพ์แห้งตัวก่อน ระบบทำแห้งมีทั้งระบบที่ใช้ลมและใช้รังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งส่วนใหญ่ยังคงใช้ระบบลมอยู่ สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับระบบทำแห้งแบบลม คือ เวลา อุณหภูมิ และความเร็วลมที่ใช้ในการทำแห้ง หลังจากที่ตัวทำละลายระเหยแล้ว

ม้วนพิมพ์จะผ่านมายังหน่วยพิมพ์ถัดไป ซึ่งระหว่างทางอุณหภูมิของม้วนพิมพ์จะถูกปรับให้ลดลง และมีลมเย็นช่วยให้วัสดุพิมพ์อยู่ในสภาพปกติก่อนพิมพ์หน่วยพิมพ์ถัดไป

3) ส่วนรับวัสดุที่พิมพ์แล้ว

ส่วนรับวัสดุที่พิมพ์แล้วมี 2 ลักษณะ คล้ายส่วนป้อนม้วนวัสดุพิมพ์ คือ ส่วนรับม้วนพิมพ์ และส่วนรับแม่พิมพ์

ส่วนรับม้วนพิมพ์ ประกอบด้วยชุดลูกกลิ้งเช่นเดียวกับส่วนป้อนม้วนวัสดุพิมพ์ หน้าที่ช่วยปรับแรงตึงให้เหมาะสมสัมพันธ์กับหน่วยป้อนและมีฟังก์ชั่นพรีไดร์ฟ (Predrive) เทเปอร์ (Taper) แมนนวล (Manual) และออโต้ (Auto) ช่วยในการเปลี่ยนม้วนและควบคุมความแน่นของม้วนฟิล์ม โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง

ส่วนรับแม่พิมพ์ ควรมีลักษณะที่มีอุปกรณ์ตบกระดาษด้านข้างและด้านหลัง เพื่อช่วยตบและกันแผ่นพิมพ์ให้เป็นกองขอบเสมอกัน สามารถปรับเลื่อนลงอัตโนมัติเมื่อรับแผ่นพิมพ์เป็นระยะ ๆ

4) ส่วนทำสำเร็จ

ส่วนทำสำเร็จเป็นหน่วยที่ต่อเนื่องจากหน่วยพิมพ์ ทำหน้าที่แปรรูปวัสดุพิมพ์จากที่เป็นม้วนหรือแผ่นไปเป็นรูปร่างลักษณะต่าง ๆ หรือมีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น ผ่าแบ่งวัสดุพิมพ์จากม้วนที่มีหน้ากว้างให้เล็กลงตามต้องการ ตัดขึ้นรูปเป็นซองหรือกล่อง เคลือบด้วยวัสดุชนิดอื่น เพื่อให้คุณสมบัติตามต้องการก่อนนำไปใช้งาน หน่วยทำสำเร็จอาจต่อจากหน่วยพิมพ์โดยตรง หรือแยกจากเครื่องพิมพ์ โดยเอาม้วนวัสดุพิมพ์ที่พิมพ์แล้วมาทำสำเร็จก็ได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเป็นประโยชน์สำหรับการดำเนินงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนแรก เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพอันได้แก่ เครื่องมือคุณภาพ การแก้ปัญหาคุณภาพ การทำงานเป็นทีม การฝึกอบรมพนักงาน และคู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน ส่วนที่สอง เป็นงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการที่จะเข้าไปทำการศึกษาภายในโรงงานกรณีศึกษา

2.5.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพ

การปรับปรุงคุณภาพเป็นกระบวนการที่มีประโยชน์มากในองค์กรที่ต้องการพัฒนาความสามารถของตนเองเพื่อให้บรรลุเป้าหมายในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นความพึงพอใจของลูกค้าหรือความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพสำหรับใช้เป็นแนวทางในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย งานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือคุณภาพ การแก้ปัญหาคุณภาพ การทำงานเป็นทีม การฝึกอบรมพนักงาน และคู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1) เครื่องมือคุณภาพ (Quality tool)

การแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือคุณภาพมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ภายในองค์กร ข้อแนะนำประการหนึ่งสำหรับการประยุกต์ใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาคุณภาพคือการเลือกใช้เครื่องมือที่ถูกต้องในเวลาที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล (Hagemeyer and Gershenson, 2006)

Hagemeyer and Gershenson (2006) ได้ทำการสรุปถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพในการแก้ปัญหาคุณภาพที่มีวัตถุประสงค์แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.8 เครื่องมือคุณภาพที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ (Hagemeyer and Gershenson, 2006)

Problem solving programs	C&E diagram or matrix	Check sheet	Histogram	Control Plan	Pareto diagram	Scatter diagram	Process flow diagram/ Process map	Design of experiment
The improvement process					×		×	×
Business process improvement			×	×	×		×	
Quality improvement	×	×	×	×	×	×	×	
Process improvement	×	×	×		×	×	×	
Quality improvement through defect prevention			×		×	×	×	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.8 เป็นการแสดงถึงเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่า แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram) และแผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flow diagram/Process map) เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทั้งในกระบวนการการปรับปรุง (The improvement process) การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ (Business process improvement) การปรับปรุงคุณภาพ (Quality improvement) การปรับปรุงกระบวนการ (Process improvement) และการปรับปรุงคุณภาพโดยการป้องกันการเกิดของเสีย (Quality improvement through defect prevention) ส่วนการออกแบบการทดลองเป็นเครื่องมือที่เฉพาะเจาะจงสำหรับใช้ในกระบวนการการปรับปรุงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

Ahmed and Hassan (2003) ได้สรุปถึงข้อจำกัดในการนำเครื่องมือและเทคนิคทางคุณภาพไปประยุกต์ใช้ได้แก่

(1) การขาดความรู้

(2) การขาดการฝึกอบรม

(3) ความยากในการฝึกอบรมให้กับพนักงานที่ไม่มีความรู้

Bamford and Greatbanks (2005) ได้แนะนำถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการนำเครื่องมือและเทคนิคทางคุณภาพไปประยุกต์ใช้ ได้แก่

(1) ความรู้ความเข้าใจในกระบวนการอย่างลึกซึ้ง

(2) การฝึกอบรมเทคนิคการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

(3) การเลือกใช้เครื่องมืออย่างเหมาะสม

(4) การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคง่าย ๆ ในทุกระดับขององค์กรเพื่อช่วยให้เกิดการสื่อสารทำความเข้าใจและการเรียนรู้

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7 QC Tools) เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายและถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม หรือ SME (Gabor, 1990; Ceridwen, 1992) ซึ่งสามารถสรุปคุณสมบัติต่าง ๆ ของเครื่องมือดังกล่าวในแง่ของการจัดหมวดหมู่ ได้แก่ ชนิดของเครื่องมือ ทักษะของผู้ใช้ อินพุต ได้แก่ สิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการนำเครื่องมือไปใช้ เครื่องมืออื่นที่จำเป็นต้องมีการนำเครื่องมือไปใช้ การทำงาน ได้แก่ สิ่งที่การทำงานของเครื่องมือนั้นเกี่ยวข้อง ประโยชน์ของเครื่องมือ การจัดหมวดหมู่ของเครื่องมือ และเอาต์พุต คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือ (Hagemeyer and Gershenson, 2006) ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 คุณสมบัติต่าง ๆ ของเครื่องมือ (Hagemeyer and Gershenson, 2006)

Quality tool	Categorizations		Inputs to tool		Tool work			Outputs of tool
	Type of tool	Skill of user	What is needed for tool use	Quality tools needed prior to using this tool	What the tool works with	Tool function	Tool classification	Physical outcome
C&E diagram	Analytical	Novice	Process knowledge	Process map	Ideas	Generates/groups/implements	Document	Matrix
Check sheet	Analytical	Novice	Data collection	None	Numbers	Counts	Tool	Matrix
Histogram	Statistical	Novice	Data collection	Control charts	Numbers	Counts/measures	Tool	Diagram
Control plan	Clerical	Intermediate	Process knowledge	C&E diagram/process map	Ideas	Generates/groups/implements	Document	Matrix
Pareto diagram	Analytical	Novice	Data collection	Check sheet	Numbers	Counts	Tool	Diagram
Scatter diagram	Statistical	Intermediate	Data collection	None	Numbers	Counts/measures	Tool	Diagram
Process flow diagram	Analytical	Novice	Process knowledge	None	Ideas	Generates/groups/decides/implements	Tool	Diagram
DOE	Statistical	Advanced	Data collection/numerical analysis	Multivariate analysis/C&E diagram	Numbers	Measures	Technique	Matrix

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การแก้ปัญหาคุณภาพ (Quality problem solving)

การแก้ปัญหาคือกระบวนการอย่างมีระบบในการให้ได้มาซึ่งวิธีการแก้ปัญหา การเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหามักจะถูกกำหนดโดยระดับของความซับซ้อนของปัญหาที่พิจารณา เมื่อปัญหาที่พิจารณาไม่มีความซับซ้อนก็สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ ได้ แต่ถ้าปัญหาที่พิจารณามีความซับซ้อนมากขึ้นจำเป็นต้องอาศัยวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมาช่วย ซึ่งวิธีการทั่วไปที่ใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาคือการมุ่งตรงไปที่ขั้นตอนของการกำหนดว่า “ทำอย่างไร” (Hagemeyer and Gershenson, 2006) ซึ่งการเข้าใจถึงสิ่งที่ต้องการได้จากเครื่องมือหรือเทคนิคก่อนที่จะนำไปใช้จะช่วยให้การประยุกต์ใช้จริงประสบความสำเร็จตามเป้าหมาย (Spring *et al.*, 1998)

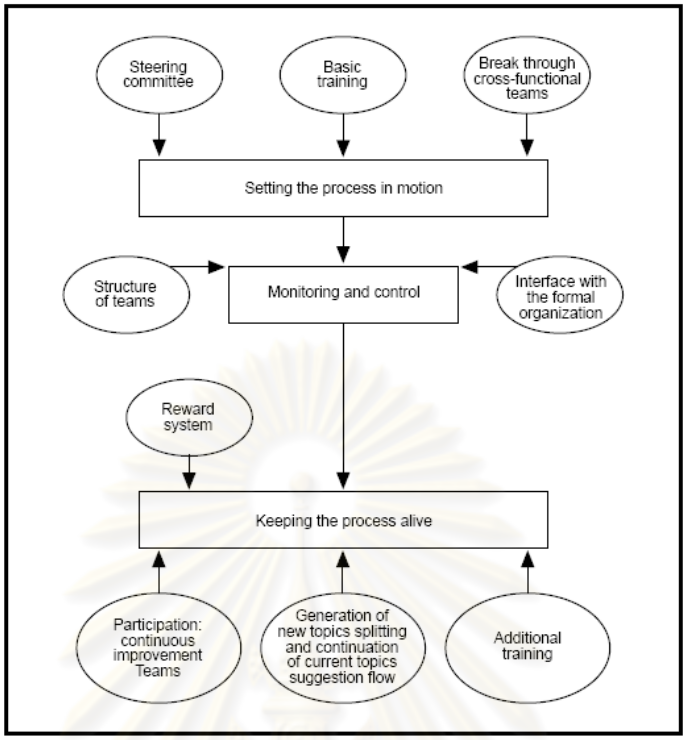
ในบริษัทผู้ผลิตต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์คุณภาพที่เป็นผลมาจากการบูรณาการของอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพ เครื่องมือทางสถิติ และการปรับกลยุทธ์ทางคุณภาพในวงจรของผลิตภัณฑ์ (Groover and Zimmers, 1997) ซึ่งเทคโนโลยีและเครื่องมือทางคุณภาพมีประโยชน์อย่างมากสำหรับกระบวนการผลิตของบริษัทตั้งแต่เริ่มต้นจากกระบวนการรับวัตถุดิบไปสิ้นสุดที่กระบวนการนำผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาด (Alsaleh, 2007)

ปัจจุบันมีกระบวนการแก้ปัญหาคุณภาพจำนวนมาก ซึ่งบางส่วนถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (Hagemeyer and Gershenson, 2006)

- การสร้างกระบวนการปรับปรุง
- การปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจ
- การปรับปรุงคุณภาพ
- การปรับปรุงกระบวนการ
- การปรับปรุงคุณภาพเพื่อป้องกันปัญหาของเสีย

3) การทำงานเป็นทีม (Team work)

ปัจจัยสำคัญที่ช่วยสนับสนุนให้องค์การประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ คือ การให้ความสำคัญกับการสร้างระบบทีมงานคุณภาพเพื่อดำเนินการปรับปรุงโครงการต่าง ๆ ทีมงานสำหรับปรับปรุงคุณภาพมีบทบาทและรูปแบบที่แตกต่างกันในแต่ละองค์กร ทีมงานจะถูกจัดอยู่ในลักษณะของกลุ่มบุคคลผู้มีหน้าสำคัญในการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงคุณภาพซึ่งมีโครงสร้างการทำงานแบบข้ามสายงานได้ (Barad and Kayis, 1994)



รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการทำงานเป็นทีม (Barad and Kayis, 1994)

ขั้นตอนการทำงานเป็นทีม ประกอบไปด้วย 3 ระยะ ดังรูปที่ 2.16

ระยะที่ 1: กำหนดกระบวนการที่จะปรับปรุง

ระยะนี้เป็นระยะเริ่มต้นของการกำหนดโครงสร้างทางการจัดการเพื่อมาสนับสนุนการสร้างทีมงาน ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังนี้

- คัดเลือกคณะกรรมการที่ปรึกษา
- ฝึกอบรมพื้นฐานเกี่ยวกับความรู้ทางคุณภาพ เครื่องมือและเทคนิคพื้นฐานให้กับผู้จัดการหรือพนักงานที่จะนำไปใช้ ซึ่งงานวิจัยของ Barad and Kayis (1994) พบว่า การฝึกอบรมให้ความรู้กับพนักงานเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการที่จะช่วยให้การทำงานเป็นทีมเกิดประสิทธิผลมากที่สุด
- กำหนดสมาชิกในทีมงานที่มีหน้าที่ความรับผิดชอบร่วมกันในโครงการที่ต้องการแก้ปัญหา ซึ่งควรเริ่มต้นด้วยทีมงานจำนวน 1 หรือ 2 ทีม และควรเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากเสร็จสิ้นแต่ละโครงการ

ระยะที่ 2: ตรวจสอบและควบคุมการทำงานในทีม

เมื่อโครงการปรับปรุงจำเป็นที่จะต้องมีการติดต่อประสานงานกันในทีมภายใต้การทำงานปกติภายในองค์กร ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

- โครงสร้างของทีมงานประกอบไปด้วย หัวหน้าทีม ผู้ประสานงาน และสมาชิกในทีม โดยจำเป็นต้องมีการฝึกอบรมความรู้ให้กับสมาชิกในทีมเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
- การสื่อสารกันภายในทีมงานเป็นการให้อิสระในการแสดงความคิด

ระยะที่ 3: รักษากระบวนการให้คงอยู่

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการหยุดนิ่งของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการสร้างทีมงานรุ่นต่อไปเพื่อสานต่อโครงการใหม่ ๆ ตลอดเวลา ดังนี้

- ขยายการมีส่วนร่วมในการปรับปรุงคุณภาพไปสู่พนักงานคนอื่น ๆ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติการของบริษัทซึ่งเกี่ยวข้องกับทีมงานที่ทำการปรับปรุงคุณภาพ อันจะเป็นการช่วยเพิ่มจำนวนทีมงานที่ทำงานร่วมกันเป็นทีมที่เรียกว่า ทีมงานปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous improvement teams: CIT)
- กำหนดหัวข้อประเด็นในการปรับปรุงขึ้นมาใหม่ เป็นกระบวนการที่จัดได้ว่าเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้กระบวนการปรับปรุงดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง
- ฝึกอบรมเพิ่มเติม เป็นการช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจให้เกิดความคิดสร้าง โดยการฝึกอบรมเพิ่มเติมนั้นส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของเปอร์เซ็นต์พนักงานที่มีความรู้ในการทำงานพื้นฐาน และเป็นการรองรับการฝึกอบรมความรู้ทางเทคนิคในระดับที่สูงขึ้นอีกด้วย

การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจนของทีมงานเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ทีมงานประสบความสำเร็จในการปรับปรุงคุณภาพ (Longenecker and Scazzero, 1994) มีงานหนึ่งซึ่งเป็นงานวิจัยของ Watson (1990) ได้ทำการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการกำหนดเป้าหมายกับการเพิ่มประสิทธิภาพและผลลัพธ์ในกระบวนการผลิตขององค์กร ซึ่งการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาจไม่ได้ทำให้ของเสียที่เกิดในกระบวนการลดลงได้ ดังนั้นในงานวิจัยของ Stratton (1990) จึงโต้แย้งว่า การกำหนดเป้าหมายสามารถใช้เป็นขั้นตอนหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพให้ประสบความสำเร็จได้ถ้ามุ่งเน้นและนำไปใช้ในทิศทางที่เหมาะสม

4) การฝึกอบรมพนักงาน (Training)

การฝึกอบรมให้ความรู้กับพนักงานเป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้การปฏิบัติงานและกระบวนการปรับปรุงคุณภาพสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการให้ความรู้พื้นฐานที่เป็นประโยชน์สำหรับนำไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหา

ปัจจุบันการฝึกอบรมทางคุณภาพเป็นการสร้างความโดดเด่นให้เกิดขึ้นกับวัฒนธรรมการทำงานภายในองค์กร (Zagarow, 1992) โดยความพึงพอใจของลูกค้าเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้เกิดการฝึกอบรมทางคุณภาพ เนื่องจากความพึงพอใจของลูกค้ามีระดับที่แตกต่างกันและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา การฝึกอบรมจึงเป็นกระบวนการพื้นฐานที่มีประโยชน์มากในการสร้างความเข้าใจและทักษะที่จะช่วยให้องค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายทางธุรกิจได้ (Hayden,1990) Motwani, Frahm and Kathawala (1994)ได้สรุปว่า ผู้บริหารระดับสูงควรให้ความสำคัญในการกำหนดทิศทางของการปรับปรุงไปยังการฝึกอบรมคุณภาพ ซึ่งจะเกิดประโยชน์สูงสุดถ้าหากพนักงานทุกคนได้เข้ารับการฝึก

Westbrook (1995) ได้ทำการศึกษาถึงการจัดการเกี่ยวกับคุณภาพโดยองค์รวมจากกรณีศึกษาในประเทศญี่ปุ่น พบว่า ในการควบคุมคุณภาพภายในบริษัททั้ง 2 แห่งที่ทำการศึกษานั้นจำเป็นต้องกำหนดหลักสูตรในการฝึกอบรมเกี่ยวกับคุณภาพให้กับพนักงานทั้งพนักงานในระดับปฏิบัติการและวิศวกร และมีแนวโน้มในการฝึกอบรมเพิ่มขึ้นให้กับพนักงานในตำแหน่งอื่น ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานอย่างต่อเนื่อง

5) คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work instruction)

การทำให้เป็นมาตรฐานเป็นพื้นฐานสำคัญในกระบวนการปรับปรุงงานให้มีประสิทธิภาพที่จำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือที่ช่วยในการแสดงขั้นตอนของกระบวนการอย่างมีระบบ ซึ่งระบบเอกสารที่มีประโยชน์สำหรับการปรับปรุงกระบวนการ ก็คือ คู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Brunet and New, 2003) โดยมาตรฐานคุณภาพที่รู้จักและใช้กันโดยทั่วไป คือ ISO 9000 ซึ่งเป็นมาตรฐานหนึ่งของ ISO ในการจัดวางระบบการบริหารเพื่อการประกันคุณภาพที่สามารถตรวจสอบได้โดยผ่านระบบเอกสาร (Wikipedia, 2008) โดยงานวิจัยของ Thawesaengskulthai and Tannock (2008) ได้สรุปว่า การปรับปรุงกระบวนการโดยการสร้างระเบียบวิธีการทำงานที่เป็นมาตรฐานมีระดับความน่าเชื่อถือได้สูงภายใต้ ISO9000

งานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพที่กล่าวมาทั้งหมด อันได้แก่ เครื่องมือคุณภาพ การแก้ปัญหาคุณภาพ การทำงานเป็นทีม และคู่มือขั้นตอนการปฏิบัติงาน เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ผู้วิจัยจะนำไปใช้ในการพัฒนาระบบการปรับปรุงคุณภาพภายในโรงงานเพื่อช่วยให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดเอาไว้

2.5.2 งานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์กราเวียร์

กระบวนการของโรงงานกรณีศึกษาที่ทำการศึกษาภายในงานวิจัยนี้ คือ กระบวนการพิมพ์ที่มีชื่อว่า กระบวนการพิมพ์กราเวียร์ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น โดยอุตสาหกรรมการพิมพ์จำเป็นที่จะต้องพัฒนาเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพ (Piette, Morin, and Maume, 2008) จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ พบว่า ปัจจุบันได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นประเด็นหลัก ๆ คือ การลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และการหาสภาวะที่เหมาะสมขององค์ประกอบภายในกระบวนการ

1) การลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์

ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ส่วนมาก คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากข้อบกพร่องของกระบวนการอันส่งผลกระทบให้เกิดของเสียขึ้น ความสูญเปล่าที่เกิดจากกระบวนการหรือวิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม และความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย

งานวิจัยหนึ่งที่ได้ทำการศึกษาถึงแนวทางในการลดความสูญเปล่าของกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ที่เกิดจากข้อบกพร่องและกระบวนการที่ไม่เหมาะสม คือ งานวิจัยของบุญเกียรติ ดีสุขสถิต (2546) มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียของการพิมพ์บรรจุภัณฑ์ด้วยเครื่องพิมพ์กราเวียร์ โดยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดและทฤษฎีการควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ การตรวจสอบนำเข้า การวัด การกำหนดมาตรฐานการทำงาน การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การสอบเทียบเครื่องมือ และการจูงใจในการควบคุมคุณภาพ มาช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการ อันเป็นประโยชน์ในการลดของเสียที่เกิดขึ้น และส่งผลทำให้ลดต้นทุนในการผลิตลง และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่ง นอกจากนี้ภายในงานวิจัยยังได้นำเทคนิคการวิเคราะห์คุณภาพด้วยเครื่องมือ 7 อย่าง มาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า โรงงานตัวอย่างมีสัดส่วนของเสียลดลงจาก 17.53 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 8.65 เปอร์เซ็นต์

ส่วนงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการลดความสูญเปล่าอันเนื่องมากจากกระบวนการไม่เหมาะสมและการรอคอยในการปฏิบัติงาน คือ งานวิจัยของ ลัดดา เรียงเลิศ (2538) ซึ่งทำการศึกษาเครื่องพิมพ์ระบบกราเวียร์และเครื่องวัดการสะท้อนแสงของสี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการพิมพ์สีในโรงงานผลิตพื้นยางนีโอไลท์ โดยได้ดำเนินการจัดทำค่าอ้างอิงของสี จัดทำระบบการทดสอบหมึกพิมพ์ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต ทดสอบปัจจัยที่คาดว่าจะมีผลต่อการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ และปรับเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานใหม่ ผลที่ได้คือ เวลาที่ใช้ในการปรับแต่งกระบวนการลดลงจากเดิม 74.70 เปอร์เซ็นต์ และประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตเมื่อวัดจากปริมาณผลผลิตที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้น 74.08 เปอร์เซ็นต์

2) การหาสภาวะที่เหมาะสมขององค์ประกอบภายในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบการทดลองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมขององค์ประกอบภายในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ มักเกี่ยวข้องกับการหาค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ ซึ่งส่วนประกอบของเครื่องพิมพ์ที่ทำการศึกษากันส่วนใหญ่ ได้แก่ แม่พิมพ์และหมึกพิมพ์

แม่พิมพ์กราเวียร์ จัดได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดภายในเครื่องพิมพ์ เพราะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดภาพพิมพ์บนผิววัสดุ ซึ่งได้มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ โดย Yin and Kumar (2005) ได้ทำการศึกษาถึงภาพขยายของการส่งผ่านหมึกภายในร่องหมึกหรือสกรีนของแม่พิมพ์ จากปัญหาการที่แม่พิมพ์ที่หมุนอยู่ภายในอ่างหมึกและนำพาหมึกส่งผ่านไปยังวัสดุโดยมีลูกยางช่วยกดทับนั้นไม่สามารถส่งผ่านหมึกไปได้ทั้งหมด โดยจะมีหมึกบางส่วนหลงเหลืออยู่และติดค้างอยู่ภายในสกรีนจนเกิดเป็นลักษณะของแข็งติดแน่นอยู่ภายใน ซึ่งก็จะส่งผลกระทบไปยังคุณภาพของงานพิมพ์ที่ได้ โดยได้ทำการศึกษาด้วยวิธีการทางภาพ คือ สร้างแบบจำลองในลักษณะ 3 มิติ เพื่อแสดงให้เห็นถึงกระบวนการส่งผ่านหมึกของแม่พิมพ์ไปยังวัสดุ เนื่องจากแม่พิมพ์มีร่องสกรีนที่เล็กและหมุนด้วยความเร็วทำให้ไม่สามารถทำการศึกษาได้โดยตรง ผลจากการสร้างแบบจำลองดังกล่าวทำให้มองเห็นภาพว่า ในกรณีที่การพิมพ์เกิดช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์กับผิววัสดุส่งผลให้หมึกติดค้างอยู่ในร่องสกรีน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้โดยสร้างสะพานเชื่อมระหว่างของเหลวเข้าไปภายในเซลล์จากตำแหน่งของวัตถุดิบที่สัมผัสกับผิวแม่พิมพ์เพื่อดึงให้ของเหลวที่ติดค้างอยู่ออกมา

หมึกที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งของกระบวนการ หมึกพิมพ์กราเวียร์มีลักษณะเป็นของเหลวที่มีความหนืดต่ำและสามารถแห้งได้ด้วยการระเหยซึ่งสามารถผสมให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับกระบวนการและข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย (Gravure Education Foundation and Gravure Association of America [GEF & GAA], 2003) จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า งานวิจัยที่วิเคราะห์ถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการใช้งานของหมึกในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์แสดงได้ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 งานวิจัยเกี่ยวกับหมึกพิมพ์กราเวียร์

ผู้วิจัย	รายละเอียดงานวิจัย	ผลที่ได้/การประยุกต์ใช้
อนุชิต ศักดิ์สุริยา (2546)	ศึกษาเส้นโค้งลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำหนักสีโดยเทคนิคการพิมพ์กราเวียร์บนพลาสติก OPP โดยวิธี Electro-Mechanic Engraving เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับเส้นโค้งลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์บนพลาสติก OPP และลดของเสียในขั้นตอนการพิมพ์	เส้นโค้งลักษณะเฉพาะ C และ D ที่สร้างขึ้นสามารถลด Dot gain (เม็ดสกรีนที่มากเกินไป) ในบริเวณสว่าง และเพิ่มเปอร์เซ็นต์เม็ดสกรีน (ส่วนย่อย ๆ ที่ประกอบกันเป็นภาพพิมพ์) บริเวณเงาได้
The U.S. Environmental Protection Agency (EPA, 2001) ร่วมกับมหาวิยาลัย Western Michigan และ Gravure Association of America (GAA)	ศึกษาถึงผลกระทบของอุณหภูมิของหมึกที่ใช้ในการพิมพ์ต่อคุณภาพของงานพิมพ์และปริมาณสารละลายที่ใช้ในระหว่างกระบวนการโดยใช้หมึกชนิด C 2 สี ในการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกบนแม่พิมพ์ขนาด 42 นิ้ว ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 66ºF, 79ºF และ 92ºF ในระหว่างกระบวนการได้ทำการควบคุมค่าความหนืดทุก ๆ 5 นาที และทำการวัดค่าทุก ๆ 20 นาที	สีที่อุณหภูมิสูงกว่า สารละเลยจะมีการระเหยเร็วกว่า ทำให้ต้องใช้ตัวทำละลายมากกว่าในการรักษาความหนืด และระดับอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิห้องซึ่งก็คือ 92ºF ให้ผลลัพธ์ของคุณภาพงานพิมพ์โดยรวมดีที่สุด
Elsayad *et al* (2002)	ศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการส่งผ่านหมึกอันได้แก่ ปัจจัยทางด้านเครื่องจักร กระดาษที่ใช้พิมพ์ และหมึก โดยมีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบปริมาณหมึกที่ได้รับผลกระทบจากแต่ละปัจจัยดังกล่าว ซึ่งการดูดซึมในระดับอะตอมของหมึกที่ถูกส่งผ่านไปถูกนำมาใช้ในการวัดเชิงคุณภาพ	ปริมาณหมึกที่ถูกส่งผ่านไปขึ้นอยู่กับความเร็วในการพิมพ์ แรงกดในการพิมพ์ และความหนืดของหมึก และชนิดของหมึก แต่สำหรับกระดาษที่ขัดมันจะไม่ได้รับผลกระทบจากแรงกดในการพิมพ์
Pudas *et al* (2005)	ศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางธรรมชาติของโลหะภายในหมึกพิมพ์ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการพิมพ์กราเวียร์โดยพิจารณาถึงคุณสมบัติของการติดหมึก แรงต้านทาน ความหนาของชั้นหมึก และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในวัสดุชนิดต่าง ๆ ได้แก่ PET, PP, Melinex, PES และกระดาษ ในการศึกษาได้ทำเลือกใช้หมึก 3 ชนิด จาก 3 บริษัท ได้แก่ XZ-250 จาก Coates Screen, UOA-100 จาก Parelec Inc. และ PD-034 จาก Acheson Ind.	หมึกชนิดแรกสามารถทำให้ผิวของวัสดุที่ผ่านกระบวนการพิมพ์มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับวัสดุที่ผ่านการเหนี่ยวนมมาก่อน ซึ่งสามารถช่วยให้ประสิทธิภาพของการพิมพ์ดีขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาถึงองค์ประกอบอื่นของเครื่องพิมพ์กราเวียร์ที่ส่งผลต่อกระบวนการ โดยโครงงานของมณี เตชาพลาเลิศ และประสาตร์ ตั้งกาญจนศรี (2531) เป็นการศึกษาปัญหาการเกาะติดของหมึกพิมพ์บนพลาสติกไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้เกิดข้อบกพร่องและของเสียขึ้นในกระบวนการ โดยได้ทำการเสนอแนะวิธีการปรับผิวหน้าพลาสติกเพื่อช่วยให้คุณภาพของการพิมพ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกดีขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณแสงแดด จำนวนครั้งในการขัดถู และชนิดของวัสดุที่ใช้ขัดถูที่เหมาะสมมีอิทธิพลต่อระดับการปรับผิวหน้าพลาสติก ส่วนระยะเวลาในการเก็บพลาสติกที่มากขึ้น ส่งผลให้ระดับการปรับผิวหน้าลดลง และเปอร์เซ็นต์การยืดตัวของพลาสติกไม่มีส่วนสัมพันธ์กับระดับการปรับผิวหน้า ส่วนโครงงานของ จุฑามาส มาตย์สถิต, ลดาวัลย์ เพียรทำ และ ชวลิต แสงสวัสดิ์ (2548) ได้ทำการทดลองเพื่อหาแรงดึงที่เหมาะสมของแผ่นฟิล์มพลาสติกสำหรับงานพิมพ์สีกราวัวร์ โดยเริ่มต้นศึกษาจากสายงานการพิมพ์สีฟิล์มว่าติดสีดีหรือไม่ ถ้าดีจึงจะทำการทดสอบหาแรงดึงของฟิล์มพลาสติกโพลีเอธิลีน และโพลีพรอพิลีนในขณะที่แผ่นฟิล์มกำลังผ่านชุดพิมพ์สี เมื่อทราบค่าแรงดึงของฟิล์มขณะพิมพ์สีแล้ว จึงทำการจำลองแรงดึงของฟิล์มขณะติดสี โดยการนำฟิล์มพลาสติกโพลีเอธิลีน แลโพลีพรอพิลีน ที่ไม่ผ่านการพิมพ์สี ไปดึงด้วยเครื่องทดสอบแรงดึง ด้วยแรงดึงเท่ากับแรงดึงที่คำนวณได้ของฟิล์มแต่ละชนิด ของแต่ละกระบวนการผลิต แล้วทำการทดสอบด้วยปากกาทดสอบการติดสี พบว่าแรงดึงมีค่าที่เหมาะสมอยู่ค่าหนึ่งที่จะทำให้สีติดได้ดี แต่ถ้าออกแรงดึงมากหรือน้อยกว่านี้ แนวโน้มของการติดสีจะมีค่าลดลงในทั้งสองกรณี

จะเห็นได้ว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ที่กล่าวมาทั้งหมดส่วนใหญ่จะนำวิธีการออกแบบการทดลองซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างมากสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อหาค่าระดับที่เหมาะสมของปัจจัยที่ทำการพิจารณา เพื่อเป้าหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการให้ดียิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ระยะการกำหนดปัญหา

ระยะนี้เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของงานวิจัยโดยเป็นการเข้าไปสำรวจสภาพปัญหาภายในโรงงานกรณีศึกษา หลังจากที่ได้กำหนดขอบเขตในบทที่ 1 แล้วว่าจะพิจารณาเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ซึ่งจะเริ่มต้นจากการจัดตั้งทีมงานสำหรับแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน ต่อมาจะเป็นการศึกษารายละเอียดของกระบวนการพิมพ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยของโรงงานกรณีศึกษา การนิยามถึงข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว และการคัดเลือกรายการสินค้าที่จะนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางแก้ไข

3.1 ทีมงานสำหรับแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงาน

ในการแก้ปัญหาคุณภาพของโรงงานจำเป็นต้องอาศัยการระดมสมองจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเป็นอย่างดี เพื่อที่จะให้ได้ข้อมูลและสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สำหรับทีมงานของโรงงานกรณีศึกษาในการแก้ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย

1) ผู้จัดการแผนกพิมพ์
2) หัวหน้าฝ่ายวางแผนการผลิต
3) หัวหน้าช่างพิมพ์
4) หัวหน้าช่างบล็อกแม่พิมพ์
5) หัวหน้าเครื่องพิมพ์
6) ผู้วิจัย

โดยสมาชิกในทีมทุกคนมีหน้าที่ในการแสดงความคิดเห็นถึงประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่พิจารณาในที่ประชุม ซึ่งดำเนินการประชุมโดยผู้จัดการแผนกพิมพ์ และผู้วิจัยทำหน้าที่ติดต่อประสานงาน จดบันทึกการประชุม เสนอแนะความคิดเห็น นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลที่ได้จากการประชุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 กระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยของโรงงานกรณีศึกษา

เพื่อให้เข้าใจถึงการทำงานในแผนกพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยจึงได้เข้าไปทำการศึกษารายละเอียดของกระบวนการในส่วนต่าง ๆ ทำให้ทราบว่า กระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยของโรงงานกรณีศึกษามีขั้นตอนไม่แตกต่างจากกระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ กล่าวคือ ใช้ระบบการพิมพ์ที่มีชื่อว่า ระบบการพิมพ์กราเวียร์แบบป้อนม้วน ซึ่งจัดเป็นกระบวนการพิมพ์ร่องลึก (Intaglio printing process) คือ แม่พิมพ์ที่เป็นตัวทำให้เกิดภาพหรือลายเส้นจะถูกกัดเจาะเป็นบ่อเล็ก ๆ จำนวนนับล้านบ่อ เรียกว่า เซลล์ ที่มีความลึก (ในระดับไมครอน) ไม่เท่ากันในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งขังหมึกสำหรับที่จะพิมพ์ลงบนฟิล์มพลาสติก ส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพ แม่พิมพ์ (เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า บล็อก) จะเป็นผิวเรียบและอยู่สูงกว่าบ่อหมึก โดยแม่พิมพ์ที่ใช้ทำมาจากเหล็กรูปทรงกระบอก หรืออาจทำมาจากเหล็กแผ่น แล้วนำมาหุ้มรอบลูกกลิ้งเหล็กอีกชั้นหนึ่ง ซึ่งมีผิวชุบด้วยทองแดง และบ่อหมึกเล็ก ๆ ก็จะถูกกัดลงในชั้นของทองแดงนี้ ตัวอย่างของแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษาแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างแม่พิมพ์

รูปที่ 3.2 การทำให้เกิดภาพลงบนฟิล์มพลาสติกของแม่พิมพ์กราเวียร์

หลักการพิมพ์กราเวียร์ แม่พิมพ์ที่ถูกกัดเป็นภาพแล้ว จะหมุนอยู่ในถาดหมึกเหลว หมึกจะเกาะอยู่ในบ่อหมึกของแม่พิมพ์ที่กัดไว้และจะมีมีดปาดหมึก (Doctor blade) เป็นเหล็กสปริง ยาว ๆ กดแนบ สนิทอยู่กับผิว ของแม่พิมพ์ทำหน้าที่ปาดหมึกออกจากผิว หมึกก็จะติดอยู่กับเฉพาะในบ่อหมึก เมื่อผ่านวัสดุแผ่นเรียบเข้าไปจะมีลูกกลิ้งเหล็กทำหน้าที่กดวัสดุติดกับแม่พิมพ์ หมึกเหลวเมื่อรับแรงอัดก็จะถ่ายทอดหมึกจากแม่พิมพ์ ลงบนผิวของวัตถุเป็นลายเส้นทางกราฟิกออกมา ดังแสดงในรูปที่ 3.2

สำหรับกระบวนการพิมพ์ภายในโรงงานกรณีศึกษานั้นประกอบไปด้วยเครื่องพิมพ์ทั้งหมด 13 เครื่อง โดยที่เครื่องพิมพ์รหัส PR12 ปัจจุบันไม่มีการใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเครื่องพิมพ์ในโรงงานกรณีศึกษา

รหัสเครื่องพิมพ์	จำนวนสีที่พิมพ์
PR01	9
PR02	8
PR03	7
PR04	8
PR05	9
PR06	8
PR07	3
PR08	5
PR09	1
PR10	8
PR11	8
PR13	6

สำหรับรายละเอียดขั้นตอนการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ภายในโรงงานกรณีศึกษาประกอบไปด้วยกระบวนการเตรียมแม่พิมพ์ กระบวนการเตรียมหมึกพิมพ์ กระบวนการตรวจเช็คใบมีดปาดหมึก กระบวนการติดตั้งลูกยาง กระบวนการเตรียมเครื่องพิมพ์ และกระบวนการพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.1 กระบวนการเตรียมแม่พิมพ์

การเตรียมแม่พิมพ์เป็นขั้นตอนการตรวจสอบแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับพิมพ์งาน การประกอบแม่พิมพ์ และการติดตั้งเพลาแม่พิมพ์ขึ้นบนเครื่องพิมพ์ ซึ่งดำเนินการโดยช่างบล็อกแม่พิมพ์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) นำแม่พิมพ์สำหรับใช้พิมพ์งานจากห้องเก็บแม่พิมพ์

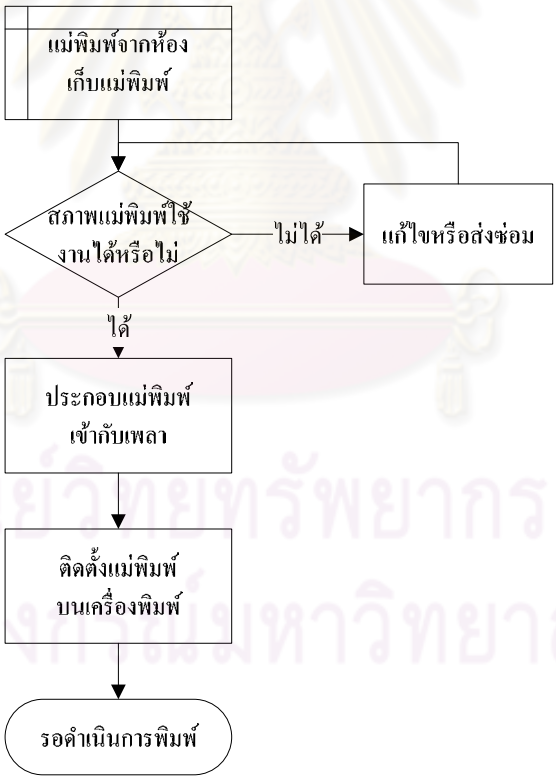
2) ตรวจสอบสภาพแม่พิมพ์ทั้งพื้นผิวและสกรีน ถ้าใช้งานไม่ได้ให้ส่งร้านทำแม่พิมพ์เพื่อซ่อมหรือแก้ไข

3) ประกอบแม่พิมพ์เข้ากับเพลาที่ใช้หมุนแม่พิมพ์บนเครื่องพิมพ์

4) ติดตั้งแม่พิมพ์บนเครื่องพิมพ์

5) รอดำเนินการพิมพ์ต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมแม่พิมพ์แสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมแม่พิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2 กระบวนการเตรียมหมึกพิมพ์

การเตรียมหมึกพิมพ์เป็นขั้นตอนการผสมหมึกเพื่อให้ได้สีตามตัวอย่างงานซึ่งเป็นข้อกำหนดของลูกค้า ดำเนินการโดยช่างบล็อกแม่พิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) แม่สีหรือหมึกเก่าที่ใช้เฉพาะงานจากห้องเก็บหมึก

2) ผสมแม่สีหรือหมึกเก่าด้วย Medium (สีใส) และน้ำมัน

3) เปรียบเทียบสีหมึกกับตัวอย่างโดยใช้เครื่อง IGT ทำให้เกิดเฉดสี และวัดค่าสีโดยเครื่อง Spectroeye ถ้าไม่ได้ก็ทำการปรับแต่งสีหมึกจนกว่าจะได้ค่าสีเหมือนกับตัวอย่าง

4) ติดตั้งถาดหมึกและระบบหมุนเวียนหมึก ได้แก่ ถังสี และท่อต่อจากถังสีลงสู่ถาดหมึก

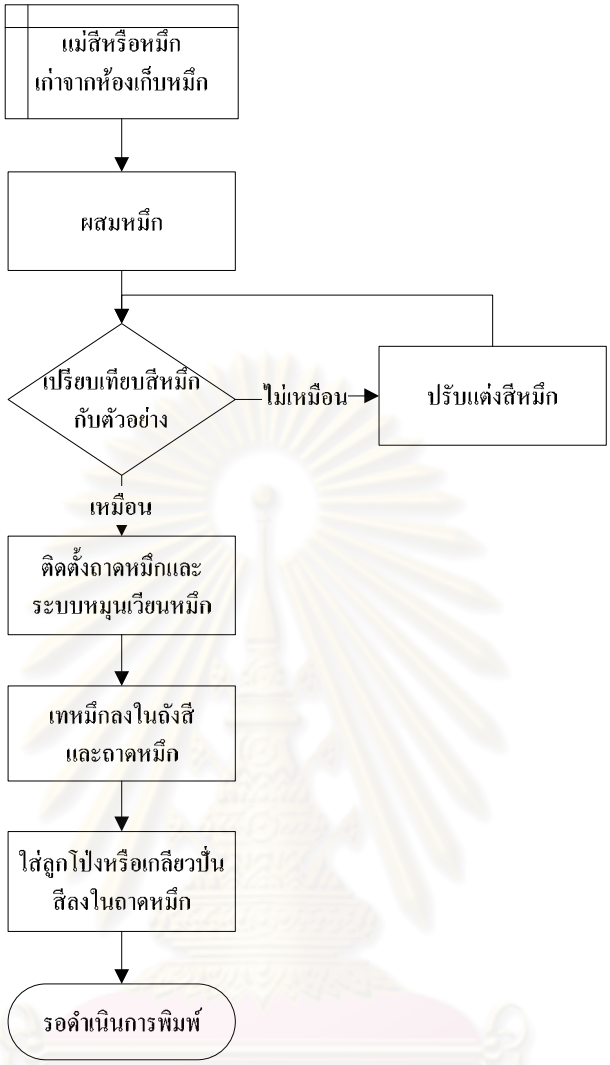
5) เทหมึกลงในถาดหมึกและถังสีให้เต็ม

6) ใส่ลูกโป่งหรือเกลียวปั่นสี (ขึ้นอยู่กับสกรีน ถ้าพื้นที่หมึกมากให้ใช้ลูกโป่ง)

7) รอดำเนินการพิมพ์ต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมหมึกพิมพ์แสดงในรูปที่ 3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมหมึกพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.3 กระบวนการตรวจเช็คใบมีดปาดหมึก

ใบมีดปาดหมึกเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปาดหมึกออกจากสกรีนบนแม่พิมพ์ การตรวจเช็คสภาพของใบมีดจะช่วยทำให้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากหมึก เช่น หมึกเลอะ ไม่เกิดขึ้น ดำเนินการโดยช่างพิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

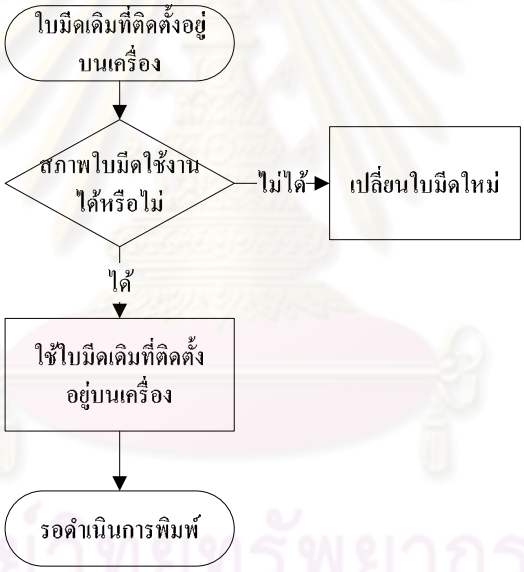
1) ใบมีดเดิมที่ใช้กับงานก่อนหน้าที่ติดตั้งอยู่บนเครื่อง

2) ตรวจสอบการสึกและความคมของใบมีด ถ้าใบมีดใช้งานไม่ได้ให้เปลี่ยนใบมีดใหม่

3) ถ้าใบมีดเดิมยังใช้งานได้ ให้ใช้ใบมีดนั้นสำหรับทำงาน

4) รอดำเนินการพิมพ์ต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจเช็คใบมีดแสดงในรูปที่ 3.5 ดังนี้



รูปที่ 3.5 แผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจเช็คใบมีดในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.4 กระบวนการติดตั้งลูกยาง

ลูกยางเป็นอุปกรณ์ช่วยทำให้เกิดภาพบนแผ่นฟิล์ม โดยทำหน้าที่กดทับฟิล์มเพื่อให้หมึกที่ถูกขังอยู่ในสกรีนบนแม่พิมพ์ติดบนฟิล์มเกิดเป็นภาพ กระบวนการติดตั้งลูกยางดำเนินการโดยช่างพิมพ์ มีรายละเอียดดังนี้

1) นำลูกยางที่มีขนาดเหมาะสมสำหรับพิมพ์งานจากชั้นวางลูกยาง

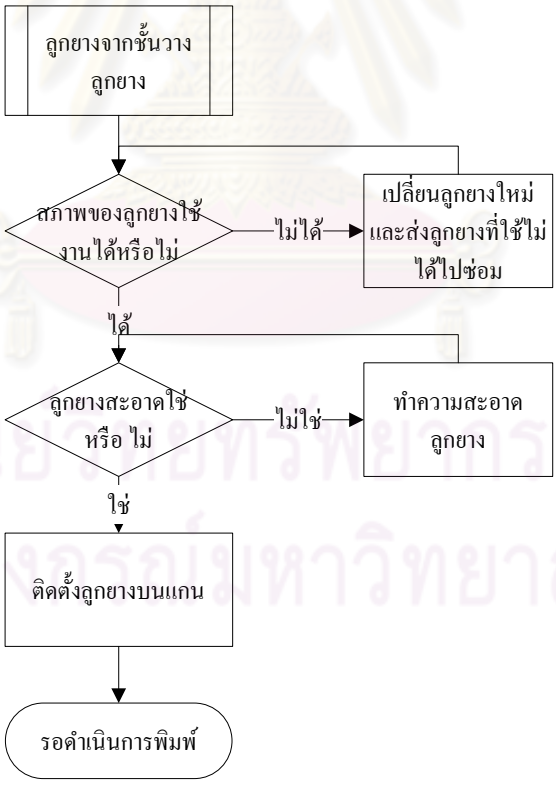
2) ตรวจสอบสภาพผิวของลูกยาง ถ้าผิวลูกยางสึกให้เปลี่ยนลูกยางลูกอื่นมาใช้แทน ส่วนลูกยางที่สึกนั้นให้ส่งซ่อม

3) ตรวจสอบความสะอาดของผิวลูกยาง ถ้ามีเศษสิ่งสกปรกติดอยู่ให้ทำความสะอาดผิวลูกยางด้วยน้ำมัน

4) ติดตั้งลูกยางเข้ากับแกนของลูกยางในแต่ละส่วนพิมพ์

5) รอดำเนินการพิมพ์ต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการติดตั้งลูกยางแสดงในรูปที่ 3.6 ดังนี้



รูปที่ 3.6 แผนภูมิการไหลของกระบวนการติดตั้งลูกยางในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.5 กระบวนการเตรียมเครื่องพิมพ์

กระบวนการเตรียมเครื่องพิมพ์เป็นขั้นตอนการนำม้วนฟิล์มที่ใช้เป็นวัตถุดิบติดตั้งบนเครื่องพิมพ์ และการปรับตั้งค่าต่าง ๆ ก่อนทำการพิมพ์ ซึ่งดำเนินการโดยช่างพิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) นำม้วนฟิล์มที่ใช้สำหรับพิมพ์งานมาจากคลังสินค้า

2) ตรวจสอบคุณสมบัติของม้วนฟิล์ม ได้แก่ ความกว้าง ความยาว ความหนา การระเบิดผิว ถ้าไม่ถูกต้องให้ส่งคืนคลัง สินค้าแล้วเปลี่ยนม้วนฟิล์มใหม่

3) ติดตั้งม้วนฟิล์มขึ้นบนแกนปล่อยม้วน (Unwinder) โดยให้ได้ฉากตรงกับตำแหน่งแม่พิมพ์

4) ร้อยฟิล์มจากแกนปล่อยม้วนผ่านลูกกลิ้งต่าง ๆ ไปสิ้นสุดที่แกนเก็บม้วน

5) กดปุ่มเดินเครื่องเพื่อให้แม่พิมพ์หมุนอยู่ในถาดหมึก

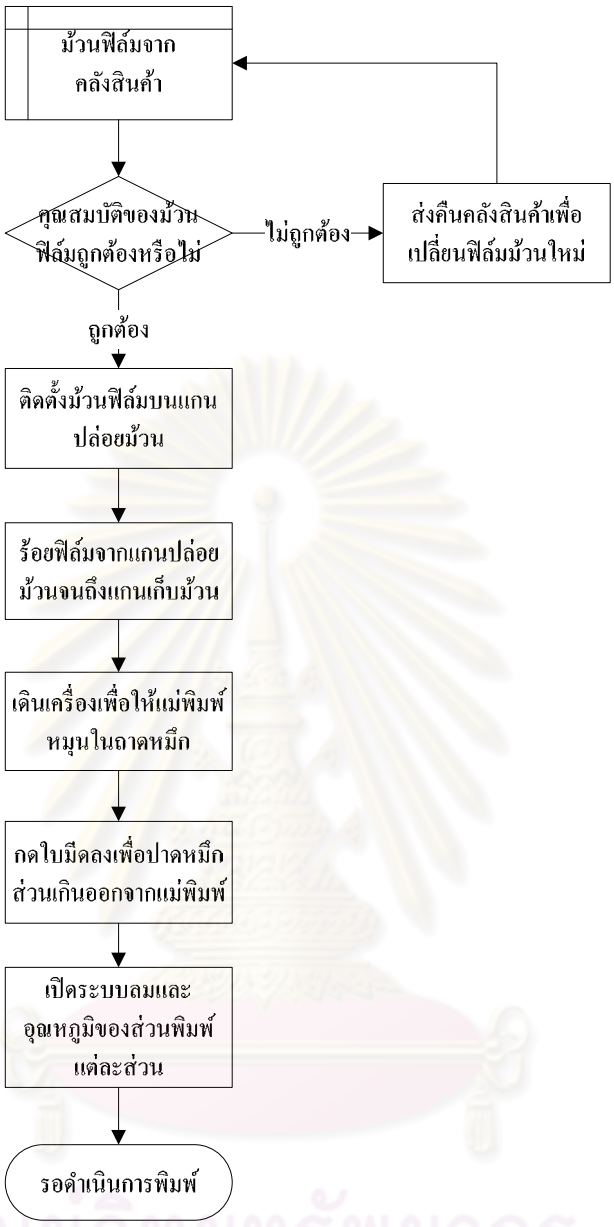
6) กดใบมีดสัมผัสกับแม่พิมพ์เพื่อปาดหมึกส่วนเกินออกสกรีน

7) เปิดระบบลมและตัวทำความร้อนของส่วนพิมพ์แต่ละส่วน

8) รอดำเนินการพิมพ์ต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมแม่พิมพ์แสดงในรูปที่ 3.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 แผนภูมิการไหลของกระบวนการเตรียมเครื่องพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.6 กระบวนการพิมพ์

หลังจากกระบวนการเตรียมเครื่องพิมพ์แล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการพิมพ์ ซึ่งมีรายละเอียดในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1) เริ่มต้นทำการพิมพ์โดยการกดลูกยางให้ฟิล์มสัมผัสกับแม่พิมพ์ จะทำให้ม้วนฟิล์มถูกดึงจากแกนปล่อยม้วนไปยังแกนเก็บม้วน

2) ตรวจสอบความถูกต้องของงานพิมพ์ที่ได้จากแม่พิมพ์ในแต่ละส่วนพิมพ์ ถ้าไม่ถูกต้องให้ทำการปรับแต่งงาน

3) วัดค่าความหนืด (Viscosity) ของหมึกที่ใช้ในแต่ละส่วนพิมพ์ทุกชั่วโมง ถ้าไม่ได้ตามที่กำหนดไว้ให้ผสมสารเติมแต่งสีลงไป ถ้าสีข้นไปให้เติม Medium ถ้าสีเหลวไปให้เติมแม่สี

4) ตรวจสอบปริมาณหมึกที่ใช้ในแต่ละส่วนพิมพ์ว่าใกล้หมดหรือยัง ถ้าใกล้หมดแล้วให้เติมสีลงไปในถังสี

5) ตรวจสอบม้วนฟิล์มที่แกนปล่อยม้วน (Rewinder) ว่าใกล้หมดม้วนหรือยัง ถ้าใกล้หมดม้วนแล้ว ให้เตรียมฟิล์มม้วนใหม่มาต่อ แล้วเตรียมเปลี่ยนม้วนฟิล์มที่พิมพ์แล้วที่แกนเก็บม้วน

6) ตัดปลายม้วนฟิล์มที่พิมพ์ได้แต่ละม้วนให้ QC ตรวจสอบความถูกต้องของรายละเอียดงาน ถ้ามีส่วนใดไม่ถูกต้อง จะแจ้งให้หัวหน้าเครื่องพิมพ์ทราบ เพื่อทำการแก้ไขได้ทันที

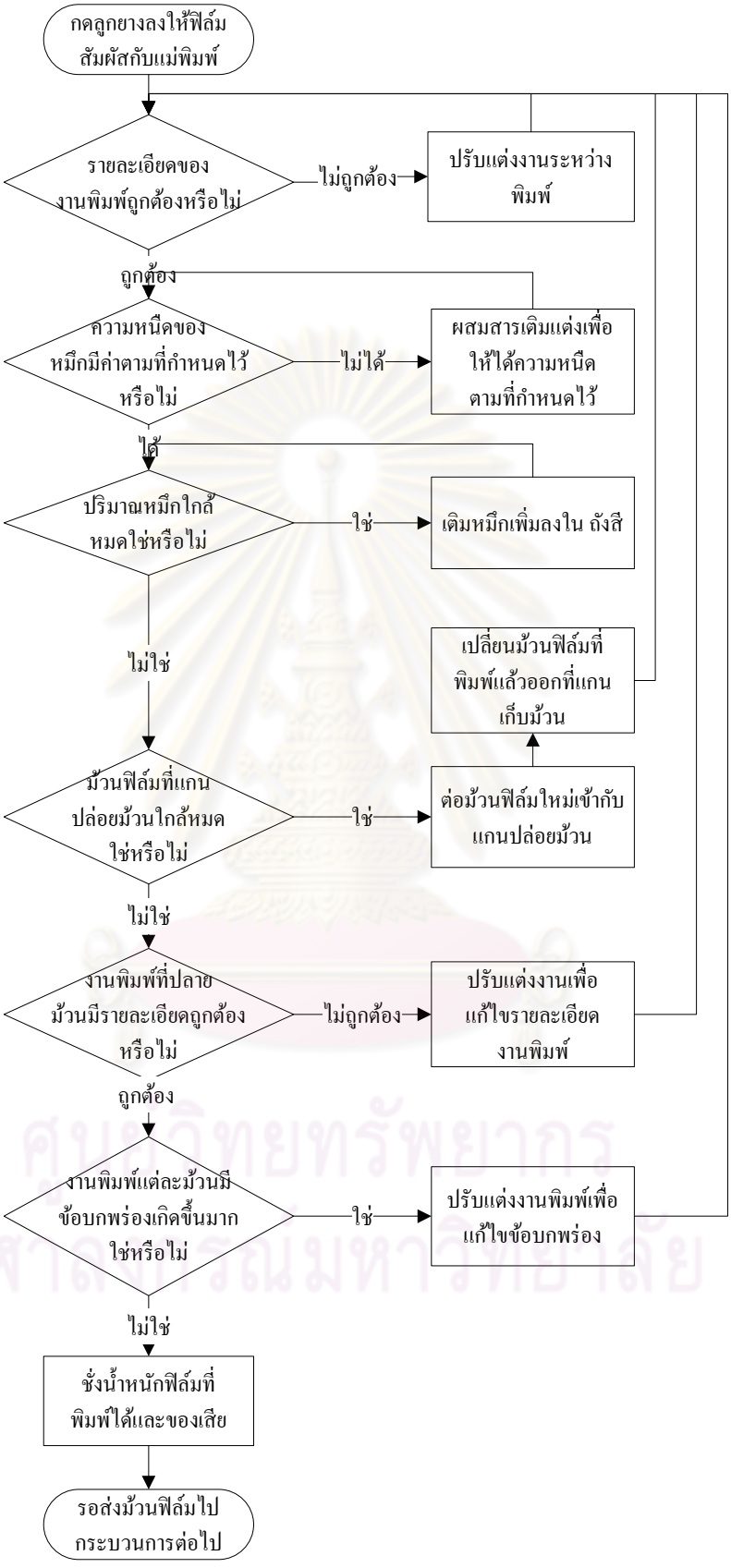
7) นำม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จแล้วไปตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ โดยเครื่อง LOOK ONE ถ้ามีข้อบกพร่องเป็นจำนวนมากจะแจ้งให้หัวหน้าเครื่องทราบเพื่อทำการแก้ไขทันที

8) ชั่งน้ำหนักม้วนฟิล์มที่พิมพ์ได้และของเสีย

9) รอส่งม้วนฟิล์มไปยังกระบวนการต่อไป

สำหรับแผนภูมิการไหลของกระบวนการพิมพ์แสดงในรูปที่ 3.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 แผนภูมิการไหลของกระบวนการพิมพ์ในกระบวนการพิมพ์กราเวียร์ของโรงงานกรณีศึกษา

สำหรับภาพภายในกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ เครื่องพิมพ์ ส่วนป้อนม้วนและแกนปล่อยม้วน ส่วนรับม้วนฟิล์มและแกนเก็บม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จแล้ว และของเสียที่เกิดขึ้น แสดงในรูปที่ 3.9 ถึง 3.12

รูปที่ 3.9 เครื่องพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษา

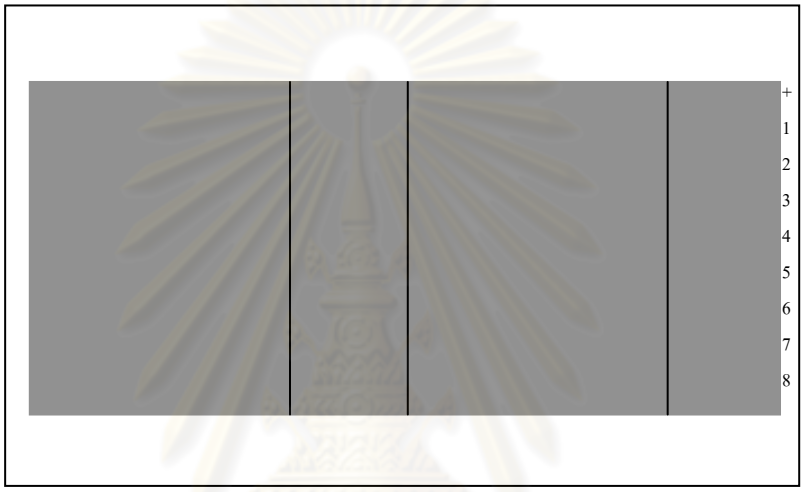
รูปที่ 3.10 ส่วนป้อนม้วนฟิล์มและแกนปล่อยม้วน

รูปที่ 3.11 ส่วนรับม้วนฟิล์มและแกนเก็บม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จแล้ว

รูปที่ 3.12 ของเสียของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์

3.3 ข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว

ข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว เป็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากกระบวนการพิมพ์เกิดความผันแปร ส่งผลให้ตำแหน่งของรายละเอียดต่าง ๆ ในภาพที่พิมพ์ได้ไม่ตรงตามตำแหน่งเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างงานมาตรฐาน ซึ่งสามารถจำแนกข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวได้โดยพิจารณาจากเครื่องหมาย “+” ที่เป็นตัวมาร์คทางด้านขวามือของฟิล์มที่ผ่านการพิมพ์ในแต่ละส่วนพิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 3.13

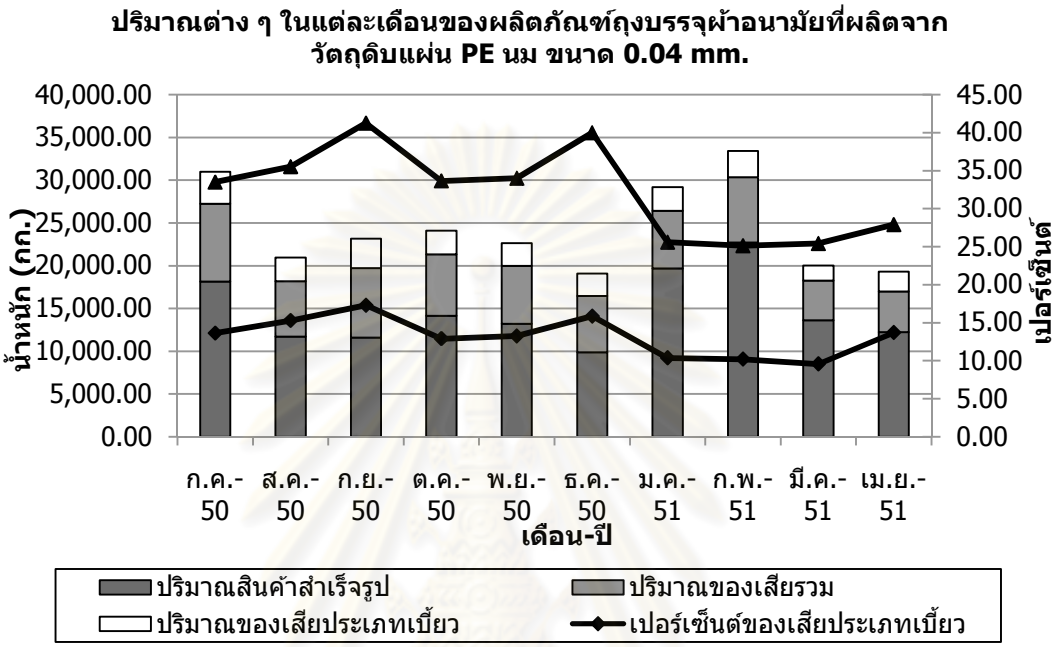


รูปที่ 3.13 ตัวอย่างฟิล์มที่ผ่านการพิมพ์มาจากส่วนพิมพ์แต่ละส่วน

ในการพิมพ์ภาพจากส่วนพิมพ์แต่ละส่วนจะมีรายละเอียดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสีของรายละเอียดตรงส่วนนั้น ตัวอย่างเช่น ส่วนพิมพ์ที่ 1 พิมพ์ภาพส่วนที่เป็นกรอบสี่เหลี่ยมสีเหลือง เครื่องหมาย “+” พร้อมด้วยเลข “1” สีเหลือง ก็จะถูกพิมพ์ขึ้นที่ด้านขวาด้วยเช่นกัน จากนั้นส่วนพิมพ์ที่ 2 พิมพ์ตัวหนังสือสีน้ำเงิน เครื่องหมาย “+” สีน้ำเงินจะถูกพิมพ์ทับกับเครื่องหมาย “+” สีเหลืองที่ได้พิมพ์ขึ้นมาก่อนหน้านี้ พร้อมด้วยเลข “2” สีน้ำเงินก็จะถูกพิมพ์อยู่ถัดลงมาจากเลข “1” จะเป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนพิมพ์ครบทุกส่วนพิมพ์ก็จะได้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.13 โดยที่เครื่องหมาย “+” แต่ละสีที่ถูกพิมพ์ทับลงไปเป็นตัวตรวจสอบการพิมพ์เบี้ยวโดยถ้าเครื่องหมาย “+” ทับกันไม่สนิท แสดงว่า มีการพิมพ์เบี้ยวเกิดขึ้น ภาพนั้นทั้งภาพก็จะจัดเป็นข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว ส่วนตัวเลขที่แสดงบอกให้ทราบถึงลำดับในการพิมพ์ของแต่ละสี

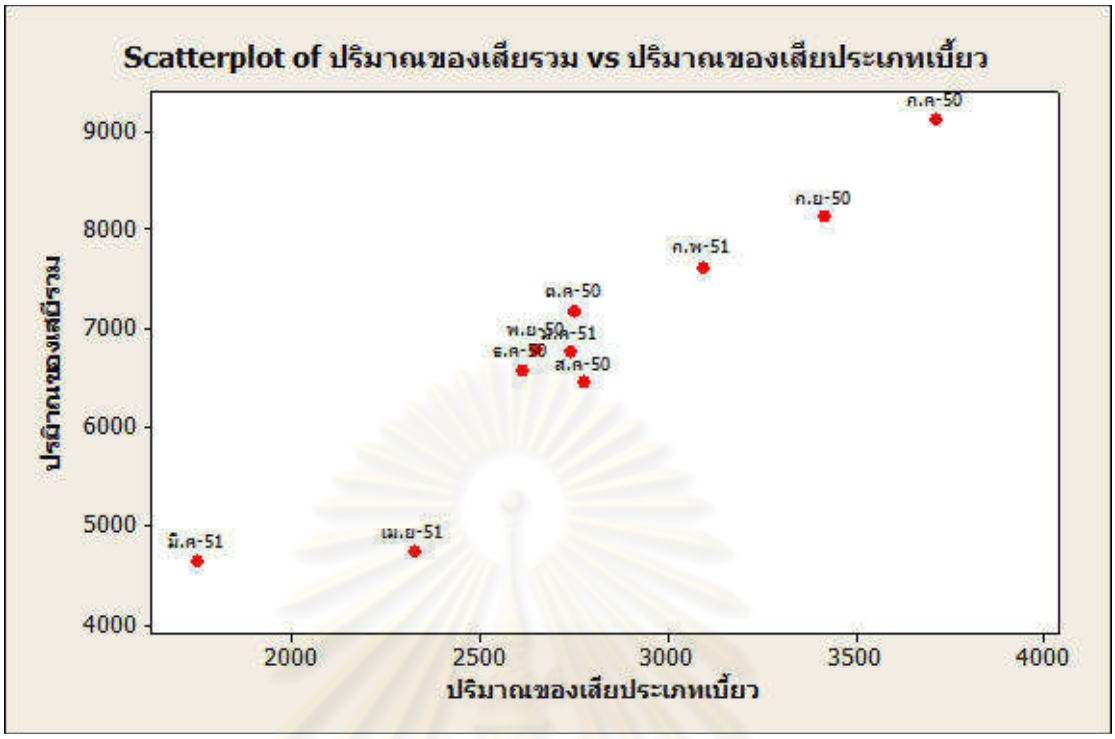
3.4 การคัดเลือกรายการสินค้าเพื่อนำมาศึกษา

ข้อมูลผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ในแต่ละเดือนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 กราฟแสดงปริมาณต่าง ๆ ในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร

จากรูปที่ 3.14 จะเห็นว่า กราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.93 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน มีรูปแบบคล้ายคลึงกันกับกราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.65 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน โดยที่ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยว ปริมาณของเสียรวม และปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,780.87 6,805.02 และ 14,694.33 กิโลกรัมต่อเดือน ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีอิทธิพลต่อปริมาณของเสียรวม กล่าวคือ รูปแบบของข้อมูลปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวส่งผลถึงรูปแบบข้อมูลปริมาณของเสียรวม โดยที่ปริมาณของเสียประเภทอื่น ๆ ที่เหลือมีค่าเกือบจะคงที่ เพื่อตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวจึงได้ทำการพล็อตกราฟแผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยว (แสดงในรูปที่ 3.15) และคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) และค่า P-Value ในการทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ (ตารางที่ 3.2)ได้ดังนี้



รูปที่ 3.15 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร

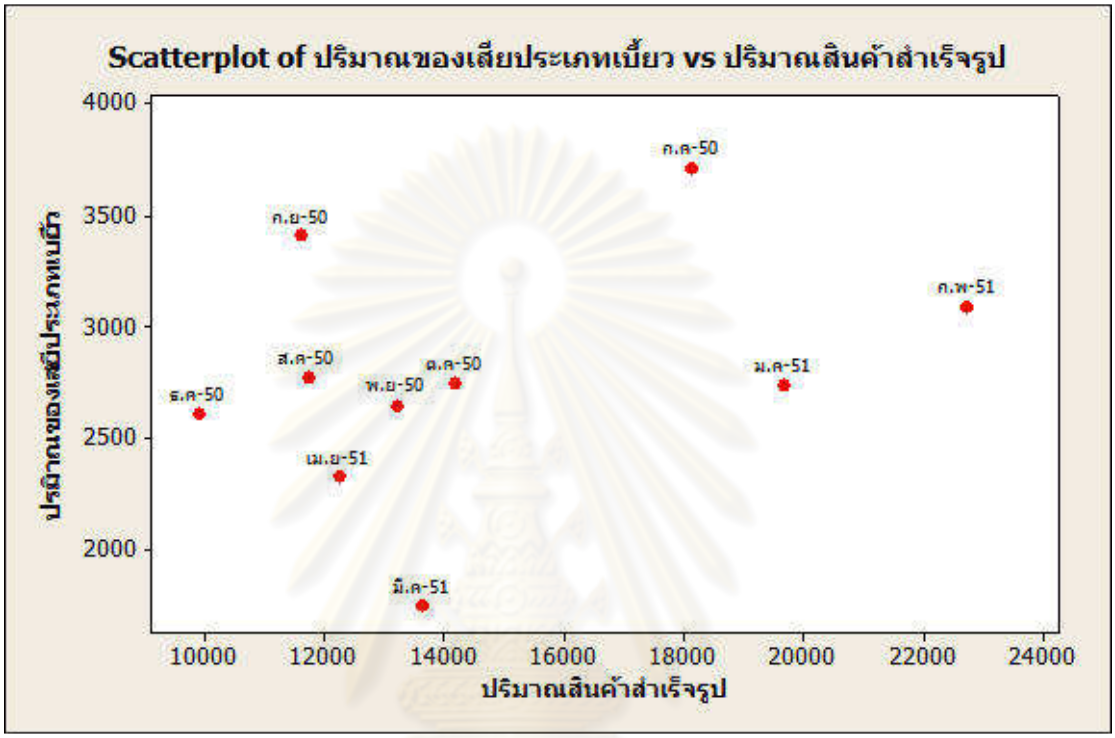
ตารางที่ 3.2 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร

r	P-Value
0.954	0.000

จากตารางที่ 3.2 ค่า r มากกว่า 0.70 ประกอบกับค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณของเสียรวมมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยรูปที่ 3.15 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเสียรวมและปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกต่อกัน กล่าวคือ ถ้าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้ปริมาณของเสียรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน หรือในทางกลับกันถ้าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีค่าลดลง ก็จะส่งผลให้ปริมาณของเสียรวมมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน

สำหรับกราฟปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ในรูปที่ 3.14 มีรูปแบบไม่แน่นอน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 14,335.14

กิโลกรัมต่อเดือน และเมื่อทำการพล็อตแผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูป และคำนวณค่า r และค่า P-Value แสดงได้ดังรูปที่ 3.16 และตารางที่ 3.3 ตามลำดับ



รูปที่ 3.16 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3.3 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร

r	P-Value
0.335	0.344

จากตารางที่ 3.3 ค่า r น้อยกว่า 0.70 ประกอบกับประกอบกับค่า P-Value มากกว่า 0.05 และรูปที่ 3.16 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน

เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีสินค้าที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร เป็นจำนวนมากกว่า 100 รายการ ดังนั้นทีมงานจึงได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือกรายการสินค้าขึ้นมาวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข จากการระดมสมองของทีมงานได้ผลสรุปของเกณฑ์ที่ใช้ในการคัดเลือก ได้แก่

1) เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อเดือนของสินค้ารายการหนึ่ง ๆ มากกว่าหรือเท่ากับเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวรวมเฉลี่ยต่อเดือน (12.93 กิโลกรัมต่อเดือน)

2) ความถี่ในการสั่งผลิตมากที่สุดโดยดูจากจำนวนใบสั่งซื้อ (โดยที่ปริมาณการสั่งผลิตในแต่ละใบสั่งซื้อมีค่าเท่ากัน)

โดยการคัดเลือกจะพิจารณารายการสินค้าที่ผ่านเกณฑ์ข้อ 1) จากนั้นจะใช้เกณฑ์ข้อ 2) เป็นตัวตัดสิน จากฐานข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษา พบว่า รายการสินค้าที่ผ่านเกณฑ์ข้อ 1) และมีจำนวนใบสั่งซื้อมากที่สุด 10 รายการแรก (โดยใช้รหัสสมมติ) แสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลรายการสินค้าถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551 ที่มีเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อเดือนมากกว่าหรือเท่ากับ 12.93% และมีจำนวนใบสั่งซื้อมากที่สุด 10 อันดับแรก

อันดับที่	รหัสสินค้า	จำนวนใบสั่งซื้อ (ใบ)	เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อเดือน
1	A018	16	14.49
2	A074	14	16.59
3	A020	13	17.76
4	A017	13	15.54
5	A076	12	37.26
6	A083	12	15.63
7	A051	12	13.13
8	A073	11	18.14
9	A015	10	27.60
10	A052	10	13.58

จากข้อมูลในตารางที่ 3.4 ประกอบกับการประชุมภายในทีมงานทำให้ได้ข้อสรุปรายการสินค้าที่คัดเลือก คือ สินค้ารหัส A018 เนื่องจากเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อเดือน

เท่ากับ 15.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่า 12.93 เปอร์เซ็นต์ ตามเกณฑ์ข้อ 1) และมีจำนวนใบสั่งซื้อในรอบ 10 เดือนเท่ากับ 16 ใบ ซึ่งมีจำนวนมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าสินค้ารายการนี้มีความถี่ของการสั่งผลิตมากที่สุด

ในการศึกษาจำเป็นต้องทำการคัดเลือกเครื่องพิมพ์เพียงเครื่องเดียว เนื่องจาก แผนกพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษามีงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งเกือบทุกรายการเป็นงานที่มีกำหนดส่งมอบงานเร่งด่วน ดังนั้นในการคัดเลือกเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์งานสินค้ารหัส A018 สำหรับนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ จะพิจารณาจากความถี่ของการสั่งผลิตเป็นหลัก เนื่องจากจะทำให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอในการศึกษาและแก้ปัญหาภายในเวลาอันจำกัด โดยที่ความถี่ของการสั่งผลิตจะพิจารณาจากข้อมูลจำนวนใบสั่งผลิตเฉลี่ยต่อเดือน (โดยปริมาณการสั่งผลิตในแต่ละใบสั่งซื้อมีค่าเท่ากัน) ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวและจำนวนใบสั่งผลิตของสินค้ารหัส A018 ที่พิมพ์บนเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่อง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2551

เครื่องพิมพ์	จำนวนใบสั่งผลิต (ใบ)
PR01	1
PR02	3
PR04	1
PR05	1
PR06	2
PR10	7
PR11	1

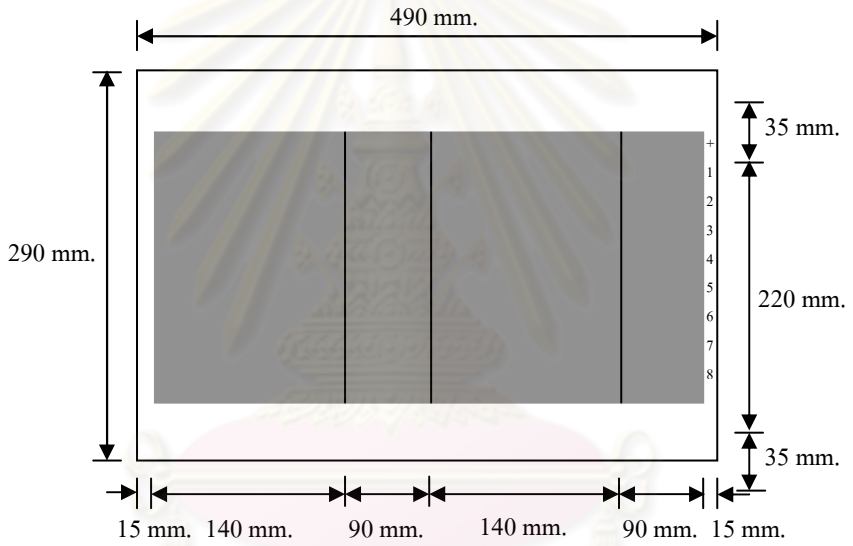
จากข้อมูลในตารางที่ 3.5 ทีมงานได้คัดเลือกเครื่องพิมพ์ PR10 สำหรับนำมาศึกษา เนื่องจากมีจำนวนใบสั่งผลิตสินค้ารหัส A018 ที่พิมพ์บนเครื่อง PR10 มากที่สุด

3.5 สินค้ารหัส A018

รายละเอียดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสินค้ารหัส A018 ประกอบไปด้วยข้อมูลของฟิล์มและแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับผลิต และข้อมูลปริมาณต่าง ๆ ในแต่ละเดือน

3.5.1 ฟิล์มที่ใช้สำหรับพิมพ์งานสินค้ารหัส A018

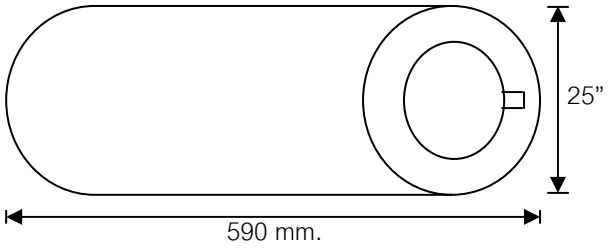
ฟิล์มที่ใช้สำหรับพิมพ์งานเป็นฟิล์มชนิดแผ่น PE นม หนา 0.04 มิลลิเมตร ที่มีความกว้าง 490 มิลลิเมตร และผ่านการระเบิดผิว (Corona treatment) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้การพิมพ์ภาพลงบนแผ่นฟิล์มมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในส่วนของภาพที่พิมพ์ลงบนแผ่นฟิล์มมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ขนาดของฟิล์มและภาพบนฟิล์มของสินค้ารหัส A018

3.5.2 แม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับพิมพ์งานสินค้ารหัส A018

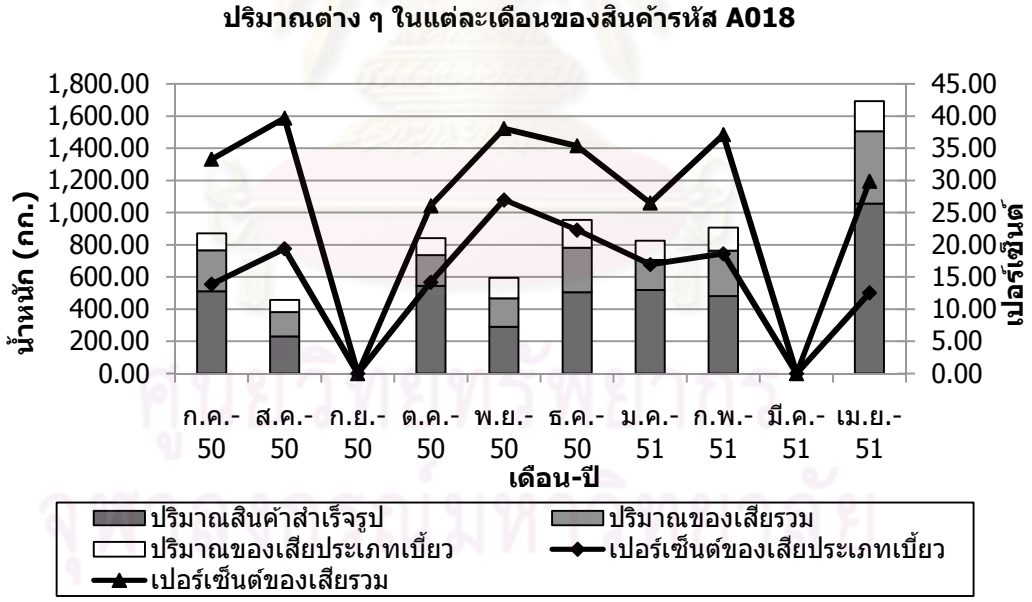
แม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับพิมพ์งานของสินค้ารหัส A018 มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวง มีรูตรงกลาง และตรงรูนั้นมีร่องสำหรับสอดรับกับลิ่มในการยึดกับเพลา เหมือนกับแม่พิมพ์งานอื่น ๆ แต่แตกต่างกันที่ขนาดของแม่พิมพ์และสีของงานที่พิมพ์ โดยแม่พิมพ์ของงาน A018 มีขนาด ϕ25”x590 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.18 และสีที่ใช้มีจำนวนทั้งหมด 8 สี ได้แก่ สีฟ้าผ้าอนามัย สีเหลือง สีแดง สีชมพู สีทอง สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีน้ำเงินพื้น



รูปที่ 3.18 ขนาดบล็อกแม่พิมพ์ของสินค้ารหัส A018

3.5.3 ข้อมูลปริมาณต่าง ๆ ในแต่ละเดือน

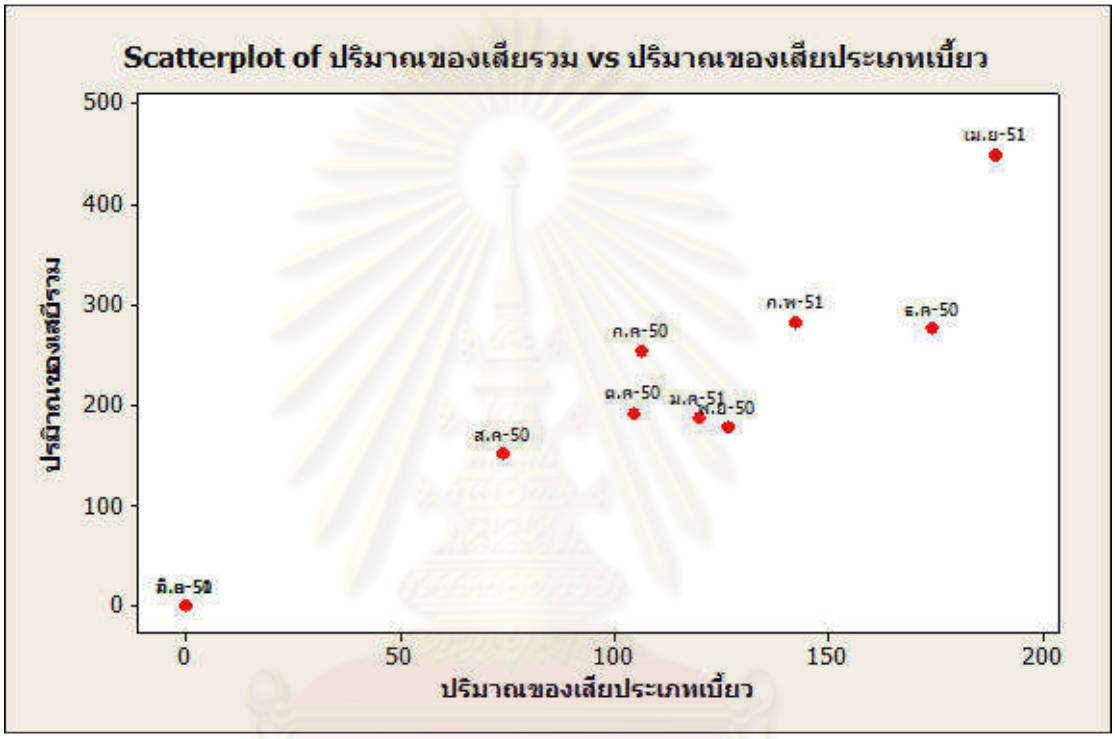
ข้อมูลสินค้ารหัส A018 ซึ่งเป็นสินค้ารายการหนึ่งในกลุ่มผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร ในแต่ละเดือนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 กราฟแสดงปริมาณต่าง ๆ ของสินค้ารหัส A018

รูปที่ 3.19 แสดงให้เห็นว่า กราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.49 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน มีรูปแบบคล้ายคลึงกันกับกราฟเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.00 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน โดยที่ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยว ปริมาณของเสียรวม และปริมาณสินค้าสำเร็จรูป มีค่าเฉลี่ย 103.65 197.28 และ 413.46 กิโลกรัมต่อเดือน

ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีอิทธิพลต่อปริมาณของเสียรวม โดยการตรวจสอบข้อมูลดังกล่าวทำได้โดยการพล็อตกราฟแผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 (รูปที่ 3.20) และคำนวณค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ (ตารางที่ 3.6) เป็นดังนี้



รูปที่ 3.20 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018

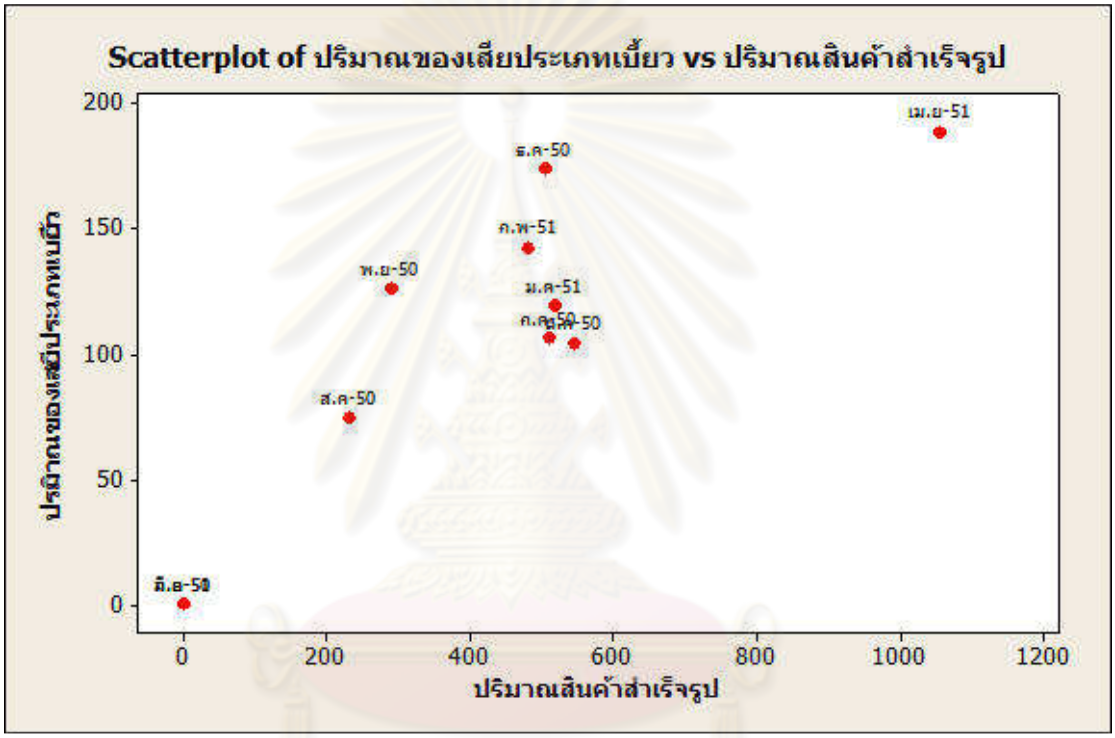
ตารางที่ 3.6 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018

r	P-Value
0.937	0.000

จากตารางที่ 3.6 ค่า r มากกว่า 0.70 ประกอบกับค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณของเสียรวมมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยรูปที่ 3.20 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเสียรวมและปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกต่อกัน กล่าวคือ ถ้าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลให้

ปริมาณของเสียรวมมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน หรือในทางกลับกันถ้าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีค่าลดลง ก็จะส่งผลให้ปริมาณของเสียรวมมีค่าลดลงเช่นเดียวกัน

การตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสินค้าสำเร็จรูปกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ทำโดยการพล็อตแผนภาพการกระจายและคำนวณค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบสมมติฐานว่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่เช่นเดียวกัน ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.21 และตารางที่ 3.7 ตามลำดับ



รูปที่ 3.21 แผนภาพการกระจายระหว่างปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวกับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของสินค้ารหัส A018

ตารางที่ 3.7 ค่า r และค่า P-Value ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเสียรวมกับปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018

r	P-Value
0.869	0.001

จากตารางที่ 3.7 ค่า r มากกว่า 0.70 ประกอบกับค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่าปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีความสัมพันธ์กับปริมาณสินค้าสำเร็จรูปที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยรูปที่ 3.21 แสดงให้เห็นว่า ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวและปริมาณสินค้าสำเร็จรูปของสินค้ารหัส A018 มีความสัมพันธ์กันเชิงบวกต่อกัน หมายความว่า ถ้าสินค้าสำเร็จรูปมีปริมาณมากจะส่งให้ของเสียประเภทเบี้ยวมีปริมาณมากตามไปด้วย

3.6 สรุปผลระยะการกำหนดปัญหา

จากการกำหนดขอบเขตของงานวิจัยในบทที่ 1 ประกอบกับข้อมูลที่ได้จากการเข้าไปสำรวจกระบวนการพิมพ์ภายในโรงงานกรณีศึกษาและการประชุมระดมสมองจากทีมงานทำให้สามารถกำหนดปัญหาได้ว่า ปัญหาที่จะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10 เนื่องจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า รายการสินค้าดังกล่าวมีความถี่ในการสั่งผลิตจากลูกค้ามากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อเดือนมากกว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวรวมเฉลี่ยต่อเดือน ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดจากการระดมสมองของทีมงาน โดยถ้าสามารถหาสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหาของเสียดังกล่าวได้ จะทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาสินค้ารายการอื่น ๆ ต่อไปได้ และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้แผนภาพการกระจายและการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทำให้สามารถทราบว่า ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวมีความสัมพันธ์กับปริมาณของเสียรวมและปริมาณสินค้าสำเร็จรูป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

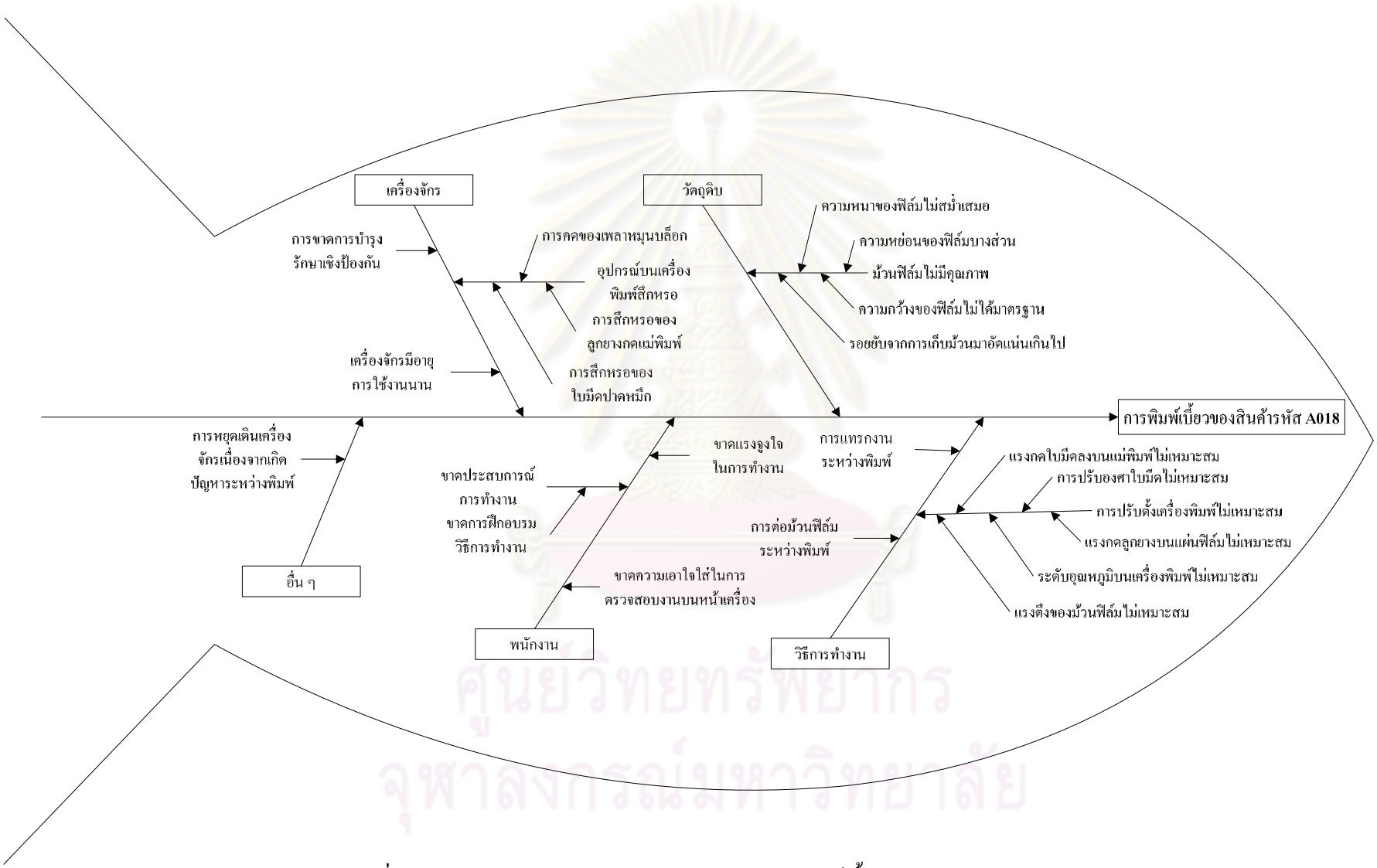
ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

เมื่อทำการสำรวจสภาพปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยภายในโรงงานกรณีศึกษาแล้ว ระยะนี้จะเป็นขั้นตอนของการค้นหาสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว โดยกระบวนการหาสาเหตุหลักของปัญหาอาศัยเครื่องมือ 2 ตัว ได้แก่ แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect diagram) ใช้เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุทั้งหมดที่ทำให้เกิดของเสียจากการพิมพ์เบี้ยว และแผนภาพพาเรโต (Pareto diagram) ใช้แสดงระดับคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามการให้คะแนนระดับความเกี่ยวข้องกันระหว่างสาเหตุกับปัญหาของทีมงาน เพื่อสรุปหาสาเหตุหลักของปัญหา จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure mode and effect analysis: FMEA) เพื่อวิเคราะห์หาระดับความรุนแรง โอกาส และความสามารถในการตรวจจับของสาเหตุแต่ละข้อ เพื่อคัดเลือกไปพิจารณาหาวิธีการแก้ไข

4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากแผนผังแสดงสาเหตุและผล

กระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาได้นำเครื่องมือที่มีชื่อว่า แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect diagram) หรือ แผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) มาช่วยในการแสดงสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการกำหนดในระยะการกำหนดปัญหา โดยอาศัยการระดมสมองภายในทีมงานที่จัดตั้งขึ้น ซึ่งแสดงผลได้ดังรูปที่ 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 แผนผังแสดงสาเหตุและผลของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

ผลจากการระดมสมองที่แสดงไว้ในแผนผังแสดงสาเหตุและผลในรูปที่ 4.1 มีรายละเอียดดังนี้

1) วัตถุดิบ

- ม้วนฟิล์มไม่มีคุณภาพ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเป่าม้วนฟิล์ม และกระบวนการกรอเก็บฟิล์มที่เป่าเสร็จแล้วเข้าเป็นม้วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ คือ ฟิล์มในแต่ละช่วงของม้วนฟิล์มมีค่าความหนาไม่อยู่ในขอบเขตที่ทำให้งานพิมพ์สามารถปรับแต่งเพื่อไม่ให้เกิดการเบี้ยวได้

- ความหย่อนของฟิล์มบางส่วน ทำให้น้ำหนักของแม่พิมพ์ที่กดทับลงไปไม่เพียงพอ ส่งผลให้ภาพที่ออกมามีตำแหน่งบิดเบี้ยวไป

- รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป ส่งผลให้การดึงของม้วนฟิล์มเกิดการติดขัด และตำแหน่งของฟิล์มที่ได้ปรับตั้งไว้ในตอนแรกเปลี่ยนไป

- ความกว้างของฟิล์มไม่ได้มาตรฐาน โดยความกว้างของฟิล์มมีผลต่อการปรับตั้งระยะตำแหน่งของฟิล์มบนแกนและบล็อกแม่พิมพ์ โดยถ้าฟิล์มมีความกว้างน้อยเกินไปจะทำให้การปรับตั้งตำแหน่งของฟิล์มให้ตรงกันตั้งแต่แกนปล่อยม้วนไปจนถึงส่วนพิมพ์ส่วนสุดท้ายทำได้ยาก

2) เครื่องจักร

- เครื่องจักรมีอายุการใช้งานนาน ทำให้เครื่องจักรมีสภาพเก่าและการทำงานของเครื่องจักรเกิดการแปรผันไปตามเวลา

- การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้แก่ มอเตอร์ สายพาน เพลาและแกนต่าง ๆ ไม่ได้รับการบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้การทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้นไม่มีประสิทธิภาพเต็มที่

- อุปกรณ์บนเครื่องพิมพ์สึกหรอ ได้แก่

- การสึกหรอของใบมีดปาดหมึก ส่งผลต่อการทำงานของแม่พิมพ์ คือการปาดหมึกของใบมีดที่สึกทำให้การหมุนของแม่พิมพ์เกิดการสะดุด

- การสึกหรอของลูกยางกดแม่พิมพ์ คือลูกยางมีผิวไม่เรียบสม่ำเสมอเนื่องจากการใช้งานมานาน ทำให้แรงกดลูกยางลงบนแผ่นฟิล์มเพื่อให้แผ่นฟิล์มสัมผัสกับสกรีนบนแม่พิมพ์ไม่สม่ำเสมอ

- การคดของเพลาหมุนบล็อกแม่พิมพ์ ทำให้การหมุนของแม่พิมพ์ไม่ได้ศูนย์กลาง คือ เกิดการเหวี่ยง ภาพที่พิมพ์ได้จึงไม่สม่ำเสมอทั้งตำแหน่งและสี

3) วิธีการทำงาน

- การปรับตั้งเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม หมายถึง การปรับตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนเครื่องพิมพ์ที่ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ในส่วนต่าง ๆ ไม่เหมาะสม ซึ่งค่าพารามิเตอร์เหล่านั้น ได้แก่

- แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม คือ แรงตึงในการดึงม้วนฟิล์มตั้งแต่เริ่มต้นจากแกนปล่อยม้วน โดยบนเครื่องพิมพ์จะมีตัวปรับตั้งค่าแรงตึง (Tension) ระบบ Manual คือ การปรับค่าขึ้นอยู่กับพนักงานที่ทำการพิมพ์ ซึ่งยังไม่ทราบค่าที่เหมาะสมสำหรับงาน

- ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม โดยบนเครื่องพิมพ์มีตัวทำความร้อนอยู่ด้านบนของแต่ละส่วนพิมพ์ ซึ่งความร้อนนี้จะทำให้ภาพที่พิมพ์แห้งและมีความเงา (เป็นไปตามข้อกำหนดของงาน) โดยตัวทำความร้อนนั้นไม่ได้เปิดใช้งานทุกส่วนพิมพ์ ผลของระดับอุณหภูมิจากตัวทำความร้อนที่ไม่เหมาะสมทำให้ฟิล์มหด และภาพที่พิมพ์เบี้ยว

- แรงกดลูกยางบนแผ่นฟิล์มไม่เหมาะสม ซึ่งแรงที่กดลูกยางนี้ควบคุมโดยใช้มือหมุนพวงมาลัยสำหรับควบคุมลูกยาง โดยถ้าแรงที่กดลูกยางมากเกินไปจะทำให้สกรีนติดกับฟิล์มแน่นเกินไป และแรงที่กดลูกยางน้อยเกินไปจะทำให้สกรีนไม่ติดกับฟิล์ม

- แรงกดใบมีดลงบนแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม เช่นเดียวกับแรงกดลูกยาง คือจะถูกควบคุมโดยใช้มือหมุนพวงมาลัยโดยพนักงาน ซึ่งถ้าแรงกดใบมีดมากเกินไปจะส่งผลต่อการหมุนของแม่พิมพ์

- การปรับองศาใบมีดไม่เหมาะสม ทำให้ประสิทธิภาพในการปาดหมึกออกจากสกรีนบนแม่พิมพ์ไม่ดี

- การต่อม้วนฟิล์มระหว่างพิมพ์ โดยเมื่อฟิล์มที่อยู่บนแกนปล่อยม้วนใกล้หมดลงจะต้องทำการต่อม้วนฟิล์มใหม่เข้ากับม้วนฟิล์มเก่า ซึ่งจะทำให้ตำแหน่งการได้ฉากของฟิล์มม้วนใหม่เปลี่ยนไป ทำให้ต้องปรับแก้จนกว่าฟิล์มม้วนใหม่จะได้ฉากตรงกับตำแหน่งแม่พิมพ์

- การแทรกงานระหว่างพิมพ์ คือ การเปลี่ยนงานใหม่มาทำโดยที่งานเดิมยังทำไม่จบส่งผลให้ต้องมีการปรับตั้งเครื่องพิมพ์ใหม่

4) พนักงาน

- พนักงานขาดประสบการณ์การทำงาน เนื่องจาก

- พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน ทำให้ไม่ทราบถึงขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ถูกต้อง และการแก้ปัญหาเมื่อมีของเสียเกิดขึ้น

- พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานไม่เต็มที่

- พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง โดยในการพิมพ์แต่ละส่วนพิมพ์ ต้องมีพนักงานคอยตรวจสอบงานที่พิมพ์ออกมา ซึ่งถ้าพนักงานไม่สนใจในการตรวจสอบงาน เมื่องานเกิดมีปัญหา หรือมีข้อบกพร่องเกิดขึ้น ทำให้ไม่สามารถแก้ไขได้อย่างเหมาะสมและทันท่วงที

- อื่น ๆ ได้แก่

- การหยุดเครื่องจักรเนื่องจากเกิดปัญหาระหว่างพิมพ์ โดยเมื่อเกิดปัญหาในระหว่างพิมพ์ ได้แก่ เครื่องจักรหรืออุปกรณ์มีปัญหา รายละเอียดของงานไม่ถูกต้อง พนักงานไม่เพียงพอ ฯลฯ จะส่งผลให้ในการเดินเครื่องจักรใหม่ทุกครั้งจะมีของเสียเกิดขึ้น ทำให้ต้องปรับตั้งเครื่องจักรทุกครั้งที่มีการเดินเครื่องจักรใหม่หลังจากหยุดเดินไป

4.2 แบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้เพื่อสำรวจหาสาเหตุหลักของปัญหาได้พัฒนาขึ้นมาจากแผนผังแสดงสาเหตุและผลที่ได้จากการระดมสมอง โดยจะนำสาเหตุเหล่านั้นมาแสดงในแบบสอบถาม (ภาคผนวก ข) แล้วให้ทีมงานแต่ละคนให้คะแนนที่แสดงถึงผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 โดยเกณฑ์การให้คะแนน คือ 0-10 โดย

0 หมายถึง ไม่มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

10 หมายถึง มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 มากที่สุด

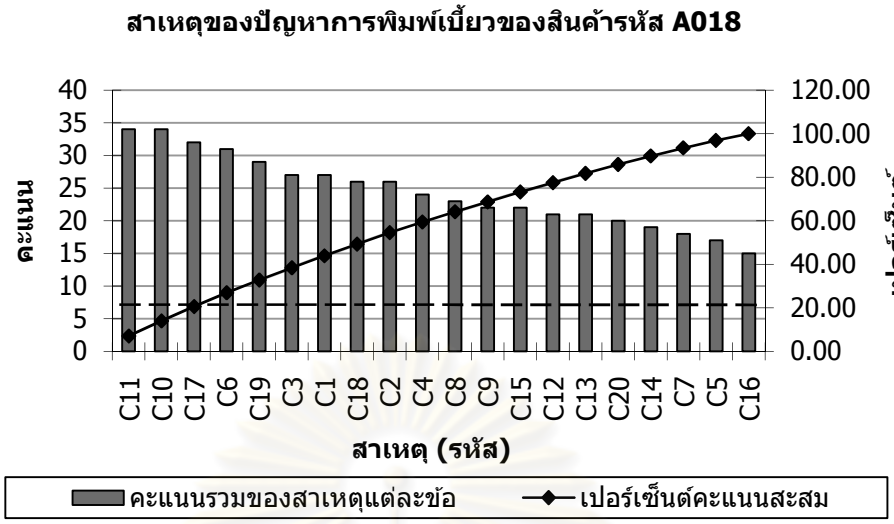
ถ้าคะแนนรวมยิ่งมาก แสดงว่า สาเหตุนั้นส่งผลต่อปัญหามาก ซึ่งผลการให้คะแนนแสดงในตารางที่ 4.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

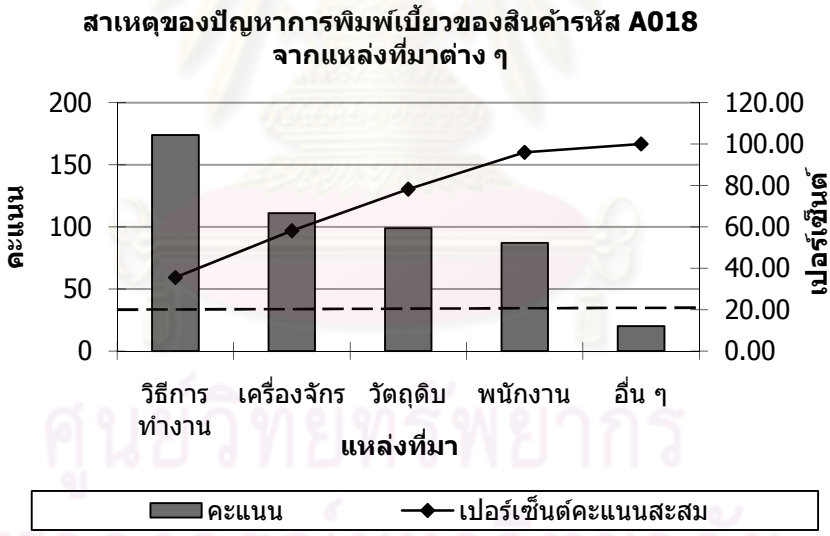
ตารางที่ 4.1 ผลการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัสA018 ของทีมงาน

แหล่งที่มา	ลำดับที่	รหัส	สาเหตุของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018	คะแนน						
				ผู้จัดการแผนก	หน.ฝ่ายวางแผน	หน.ช่างพิมพ์	หน.ช่างบล็อกแม่พิมพ์	ห้วหน้าเครื่องพิมพ์	รวม	รวมจากแหล่งที่มา
วัตถุดิบ	1	C1	ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	5	7	4	4	7	27	104
	2	C2	ความหย่อนของฟิล์มบางส่วน	5	7	4	3	7	26	
	3	C3	รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป	5	7	4	4	7	27	
	4	C4	ความกว้างของฟิล์มไม่ได้มาตรฐาน	4	7	6	1	6	24	
เครื่องจักร	5	C5	เครื่องจักรมีอายุการใช้งานนาน	1	1	6	5	4	17	111
	6	C6	การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	3	9	6	5	8	31	
	7	C7	การสึกหรอของใบมีดปาดหมึก	2	9	5	1	1	18	
	8	C8	การสึกหรอของลูกยางกดแม่พิมพ์	1	8	3	3	8	23	
	9	C9	การคดของเพลาหมุนบล็อก	3	8	3	3	5	22	
วิธีการทำงาน	10	C10	แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม	6	8	6	7	7	34	166
	11	C11	ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม	6	8	6	6	8	34	
	12	C12	แรงกดลูกยางบนแผ่นฟิล์มไม่เหมาะสม	2	8	1	3	7	21	
	13	C13	แรงกดใบมีดลงบนแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	2	9	6	3	1	21	
	14	C14	การปรับองศาใบมีดไม่เหมาะสม	2	9	6	1	1	19	
	15	C15	การต่อม้วนฟิล์มระหว่างพิมพ์	3	8	8	1	2	22	
	16	C16	การแทรกงานระหว่างพิมพ์	1	7	1	4	2	15	
พนักงาน	17	C17	พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน	5	9	8	5	5	32	87
	18	C18	พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน	4	7	7	3	5	26	
	19	C19	พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง	5	9	5	5	5	29	
อื่น ๆ	20	C20	การหยุดเดินเครื่องจักรเนื่องจากเกิดปัญหาระหว่างพิมพ์	5	7	5	2	1	20	20

จากผลการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 สามารถสรุปคะแนนแต่ละสาเหตุของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และสรุปสาเหตุแยกตามแหล่งที่มาได้ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 แผนภาพพาเรโตแสดงคะแนนที่ได้จากการทำแบบสอบถามสมาชิกในทีมงานถึงสาเหตุของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018



รูปที่ 4.3 แผนภาพพาเรโตแสดงสาเหตุของของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 จากแหล่งที่มาต่าง ๆ

จากรูปที่ 4.3 จะเห็นว่า แหล่งที่มา 3 อันดับแรกของสาเหตุปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ได้แก่ วิธีการทำงาน คิดเป็น 35.44 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ เครื่องจักร คิดเป็น 22.61 เปอร์เซ็นต์ และวัตถุดิบ คิดเป็น 20.16 เปอร์เซ็นต์

การคัดเลือกสาเหตุหลักของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 จากการระดมสมองภายในทีมงานได้สรุปเกณฑ์ในการคัดเลือกคือสาเหตุที่มีคะแนนรวม 25 คะแนนขึ้นไป ซึ่งประกอบไปด้วยสาเหตุต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สาเหตุหลักของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

ลำดับที่	รหัส	สาเหตุของของเสียประเภทเบี้ยวในกระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018	คะแนนรวม
1	C11	ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม	34
2	C10	แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม	34
3	C17	พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน	32
4	C6	การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	31
5	C19	พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง	29
6	C3	รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป	27
7	C1	ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	27
8	C18	พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน	26
9	C2	ความหย่อนของฟิล์มบางส่วน	26

4.3 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ

การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบเป็นการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk) โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk priority number: RPN) คือ

S = ความรุนแรง (Severity) พิจารณาจากผลกระทบที่เกิดขึ้นแก่ลูกค้า

เกณฑ์การให้คะแนน คือ 1-10 โดย

1 คือ ความรุนแรงน้อยที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

10 คือ ความรุนแรงมากที่สุดของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหาขึ้น

O = โอกาสที่จะเกิดขึ้น (Occurrence) พิจารณาจากความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่อง

เกณฑ์การให้คะแนน คือ 1-10 โดย

1 คือ ความถี่น้อยที่สุดของการเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาด

10 คือ ความถี่มากที่สุดของการเกิดความล้มเหลวหรือความผิดพลาด

D = ความสามารถในการตรวจจับ (Detection) พิจารณาจากคุณสมบัติด้านความสามารถของระบบการควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน

เกณฑ์การให้คะแนน คือ 1-10 โดย

1 คือ ความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่ดีที่สุด

10 คือ ความสามารถในการตรวจจับปัญหาที่แย่ที่สุด

จากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องร่วมกันโดยทีมงานทำให้ได้ผลการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบที่เป็นข้อสรุปร่วมกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเลข FMEA FMEA-A018-01

หน้าที่ 1 ในจำนวนทั้งหมด 3 หน้า

ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ กระบวนการพิมพ์กราเวียร์โดยเครื่องพิมพ์ PR10 ผู้รับผิดชอบการออกแบบ หัวหน้าช่างพิมพ์ ผู้จัดทำ ทีมงาน FMEA

ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ A018 วัน-เดือน-ปี ที่ครบกำหนดเสร็จสิ้น 29 มี.ค. 51 วันเริ่มต้น 22 มี.ค. 51 วันทบทวนล่าสุด

คณะทำงาน ผู้จัดการแผนกพิมพ์, หัวหน้าฝ่ายวางแผนการผลิต, หัวหน้าช่างพิมพ์, หัวหน้าช่างบล็อกแม่พิมพ์, หัวหน้าเครื่องพิมพ์

กระบวนการ	สภาพการขัดข้องที่เป็นไปได้	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	สาเหตุขัดข้องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อแนะนำวิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/กำหนดเวลาเสร็จ	ผลการแก้ไข				
						การป้องกัน	การตรวจสอบ					การแก้ไข	S	O	D	RPN
กระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018	ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม	ฟิล์มหดในระหว่างพิมพ์	9	การไม่ทราบถึงระดับที่เหมาะสมของอุณหภูมิ	10			10	900	ทำการทดลองเพื่อหาค่าระดับอุณหภูมิที่เหมาะสม						
	แรงดึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม	ฟิล์มดึงหรือหย่อนเกินไปในระหว่างพิมพ์	9	การไม่ทราบถึงค่าแรงดึงที่เหมาะสมของม้วนฟิล์ม	10			10	900	ทำการทดลองเพื่อหาค่าแรงดึงของม้วนฟิล์มที่เหมาะสม						
	พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน	ดำเนินการพิมพ์งานด้วยวิธีที่ไม่เหมาะสม	9	ไม่มีการฝึกอบรมวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง	9			8	648	อบรมวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้กับพนักงาน						
	การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	เครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่ได้รับการบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่เหมาะสม	9	ประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระหว่างพิมพ์งานไม่เต็มที่ และเครื่องจักรอาจเสียในระหว่างพิมพ์งาน	9	การซ่อมบำรุงตามแผนรายเดือนและรายปี		7	567	สร้างแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้จริง						

รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018

หมายเลข FMEA FMEA-A018-01

หน้าที่ 2 ในจำนวนทั้งหมด 3 หน้า

ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ กระบวนการพิมพ์กราเวียร์โดยเครื่องพิมพ์ PR10 ผู้รับผิดชอบการออกแบบ หัวหน้าช่างพิมพ์ ผู้จัดทำ ทีมงาน FMEA

ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ A018 วัน-เดือน-ปี ที่ครบกำหนดเสร็จสิ้น 29 มี.ค. 51 วันเริ่มต้น 22 มี.ค. 51 วันทบทวนล่าสุด

คณะทำงาน ผู้จัดการแผนกพิมพ์, หัวหน้าฝ่ายวางแผนการผลิต, หัวหน้าช่างพิมพ์, หัวหน้าช่างบล็อกแม่พิมพ์, หัวหน้าเครื่องพิมพ์

กระบวนการ	สภาพการขัดข้องที่เป็นไปได้	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	สาเหตุขัดข้องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อแนะนำวิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/กำหนดเวลาเสร็จ	ผลการแก้ไข				
กระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018	พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง	ไม่สามารถแก้ปัญหางานได้ทันเวลา	8	การขาดความสนใจของพนักงานในขณะปฏิบัติงาน	9		หัวหน้าเครื่องพิมพ์ตรวจสอบการทำงานของพนักงานประจำเครื่อง	4	288	อบรมวิธีการปฏิบัติงานที่เหมาะสมให้กับพนักงาน						
	รอยขับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป	การดึงฟิล์มในระหว่างพิมพ์เกิดการติดขัดและตำแหน่งฟิล์มที่ตั้งไว้เปลี่ยนไป	8	กระบวนการเป่าฟิล์ม	7		ทำเครื่องหมายตรงตำแหน่งที่เกิดรอยขับก่อนส่งฟิล์มมาพิมพ์	6	336	ควบคุมคุณภาพกระบวนการเป่าฟิล์ม						

รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018 (ต่อ)

หมายเลข FMEA FMEA-A018-01

หน้าที่ 3 ในจำนวนทั้งหมด 3 หน้า

ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ กระบวนการพิมพ์กราเวียร์โดยเครื่องพิมพ์ PR10 ผู้รับผิดชอบการออกแบบ หัวหน้าช่างพิมพ์ ผู้จัดทำ ทีมงาน FMEA

ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์ A018 วัน-เดือน-ปี ที่ครบกำหนดเสร็จสิ้น 29 มี.ค. 51 วันเริ่มต้น 22 มี.ค. 51 วันทบทวนล่าสุด

คณะทำงาน ผู้จัดการแผนกพิมพ์, หัวหน้าฝ่ายวางแผนการผลิต, หัวหน้าช่างพิมพ์, หัวหน้าช่างบล็อกแม่พิมพ์, หัวหน้าเครื่องพิมพ์

กระบวนการ	สภาพการขัดข้องที่เป็นไปได้	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	สาเหตุขัดข้องที่เป็นไปได้	O	สถานะปัจจุบัน		D	RPN	ข้อแนะนำวิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ/กำหนดเวลาเสร็จ	ผลการแก้ไข				
กระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018	ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	ภาพที่พิมพ์ได้ในแต่ละส่วนพิมพ์ไม่สามารถควบคุมให้เป็นไปตามข้อกำหนดของงาน	8	กระบวนการเป่าฟิล์ม	7		ใช้ปากกาเคมีตรวจสอบตรงส่วนปลายม้วนฟิล์ม	8	448	ควบคุมคุณภาพกระบวนการเป่าฟิล์ม						
	พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน	ประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานไม่เต็มที่	7	พนักงานขาดแรงกระตุ้นในการทำงาน	7			7	343	สร้างแรงจูงใจให้กับพนักงาน						
	ความหย่อนของฟิล์มบางส่วน	น้ำหนักของแม่พิมพ์ที่กดลงบนฟิล์มไม่เพียงพอ	7	กระบวนการเป่าฟิล์ม	7			8	392	ควบคุมคุณภาพกระบวนการเป่าฟิล์ม						

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.4 การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) ของกระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018 (ต่อ)

ในการคัดเลือกสาเหตุที่สำหรับนำไปหาวิธีการแก้ปัญหาจะพิจารณาจากค่า S ซึ่งเป็นตัวบ่งบอกระดับความรุนแรงของผลกระทบที่ได้จากการทำ FMEA ที่มีค่ามากที่สุด (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550) จากรูปที่ 4.4 สาเหตุที่มีค่า S ที่มากที่สุด ซึ่งเท่ากับ 9 แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการคัดเลือกสาเหตุที่ได้จากการทำ FMEA สำหรับนำไปหาวิธีการแก้ปัญหา

อันดับ	สาเหตุ	RPN
1	ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม	900
2	แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม	900
3	พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน	648
4	การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	567

4.4 สรุปผลระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

ในบทนี้ได้นำเครื่องมือทางคุณภาพที่สำคัญ 2 ตัว ได้แก่ แผนผังแสดงสาเหตุและผล และแผนภาพพาเรโต มาใช้ในการหาสาเหตุหลักของปัญหา และใช้เทคนิค FMEA มาช่วยในการคัดเลือกสาเหตุหลักของปัญหาสำหรับนำไปหาวิธีการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล ซึ่งแสดงข้อมูลสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการระดมสมองภายในทีมงาน หลังจากนั้นจึงนำสาเหตุต่าง ๆ มาให้คะแนนความเกี่ยวข้องกันของสาเหตุและปัญหาโดยทีมงาน แล้วสรุปออกมาโดยใช้แผนภาพพาเรโตแสดงผลรวมคะแนนของแต่ละสาเหตุจากมากไปน้อย จากการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกที่คะแนนรวมมากกว่า 25 คะแนนขึ้นไป ทำให้สามารถหาสาเหตุหลักของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ซึ่งประกอบไปด้วย ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน และความหย่อนของฟิล์มบางส่วน จากการทำ FMEA โดยคณะทีมงานทำให้สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาที่จะนำไปหาวิธีการแก้ไขในระยะถัดไป ได้แก่ ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และการขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

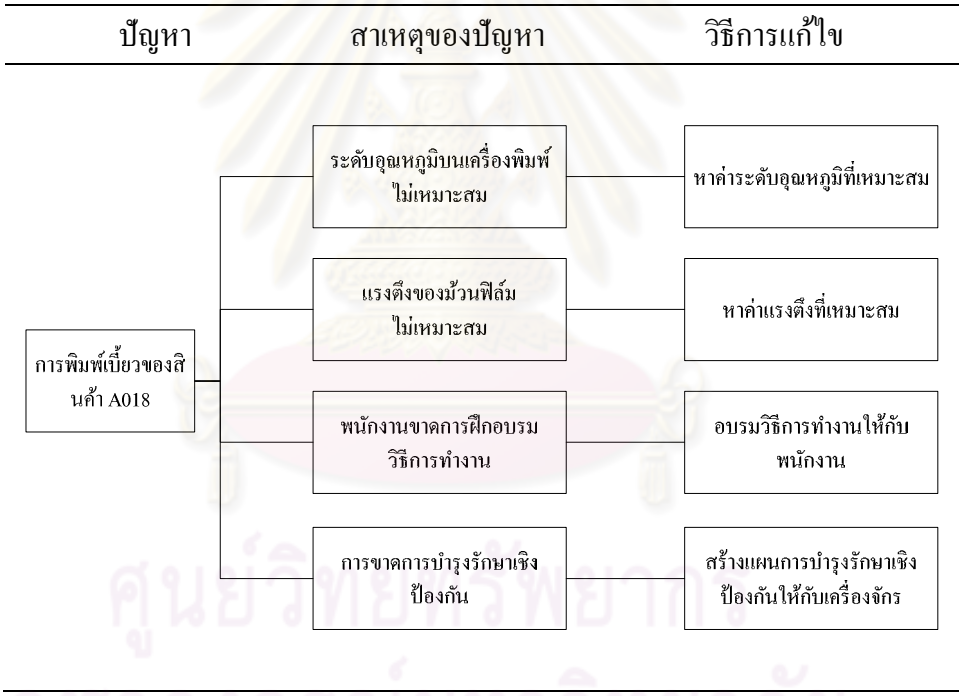
บทที่ 5

ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

หลังจากค้นพบสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้า A018 แล้ว ในระยะนี้จะเป็นการระดมสมองจากทีมงานเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ

5.1 วิธีการแก้ปัญหาแต่ละสาเหตุ

จากสาเหตุหลักของปัญหาที่สรุปได้จากระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา นั้น ทีมงานได้ทำการระดมสมองถึงวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งได้ผลสรุปออกมาดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แผนผังต้นไม้ในการแก้ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

5.1.1 ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม

เนื่องจากเครื่องพิมพ์ PR10 มีส่วนพิมพ์ทั้งหมด 8 ส่วน และสินค้ารหัส A018 มีจำนวนสีหมึกที่ต้องพิมพ์ทั้งหมด 8 สี จึงใช้ส่วนพิมพ์ทั้งหมดของเครื่องพิมพ์ PR10 ทำการพิมพ์ (ส่วนพิมพ์ของเครื่องพิมพ์อาจใช้ไม่ครบทุกส่วน ขึ้นอยู่กับจำนวนสีหมึกของงานที่พิมพ์) โดยที่ข้อกำหนดของงาน A018 ต้องให้งานพิมพ์สีน้ำเงิน และสีน้ำเงินพื้น มีความเงา ซึ่งทั้ง 2 สีนี้อยู่ในส่วนพิมพ์ 2 ส่วนสุดท้าย (ส่วนพิมพ์ที่ 7 และ 8) ก่อนจะถึงแกนเก็บม้วน ดังนั้นในการปรับตั้งค่า

ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำเฉพาะในส่วนพิมพ์ 2 ส่วนสุดท้าย โดยจะทำการทดลองเพื่อหาค่าระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมของทั้ง 2 ส่วน

5.1.2 แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม

แรงตึงของม้วนฟิล์มจะมีตัวปรับอยู่บนตู้ควบคุมถัดจากแกนปล่อยม้วน ทำงานโดยการเข้าไปควบคุมแรงกดฟิล์มที่ Dancer roll ของส่วนปล่อยม้วนโดยค่าแรงตึงที่เหมาะสมมีผลทำให้ฟิล์มสัมผัสกับสกรีนบนบล็อกในตำแหน่งที่ถูกต้อง ซึ่งค่าแรงตึงนี้จะมีการปรับเปลี่ยนโดยพนักงานที่ทำการพิมพ์ สำหรับการแก้ปัญหานี้จะทำโดยใช้การออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าแรงตึงที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์งาน A018

5.1.3 พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน

เนื่องจากพนักงานที่ปฏิบัติงานประจำเครื่องพิมพ์ PR10 รวมถึงเครื่องพิมพ์เครื่องอื่น ๆ ไม่ทราบวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง โดยจะทำงานจากความเคยชิน หรือวิธีการที่เคยปฏิบัติกันมาก่อน ซึ่งอาจมีทั้งวิธีการที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม ดังนั้นในการแก้ปัญหาเรื่องนี้จึงจำเป็นต้องสร้างระเบียบวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องขึ้นมา และทำการฝึกอบรมให้กับพนักงาน โดยจะใช้วิธีการฝึกอบรมก่อนและขณะการปฏิบัติงาน

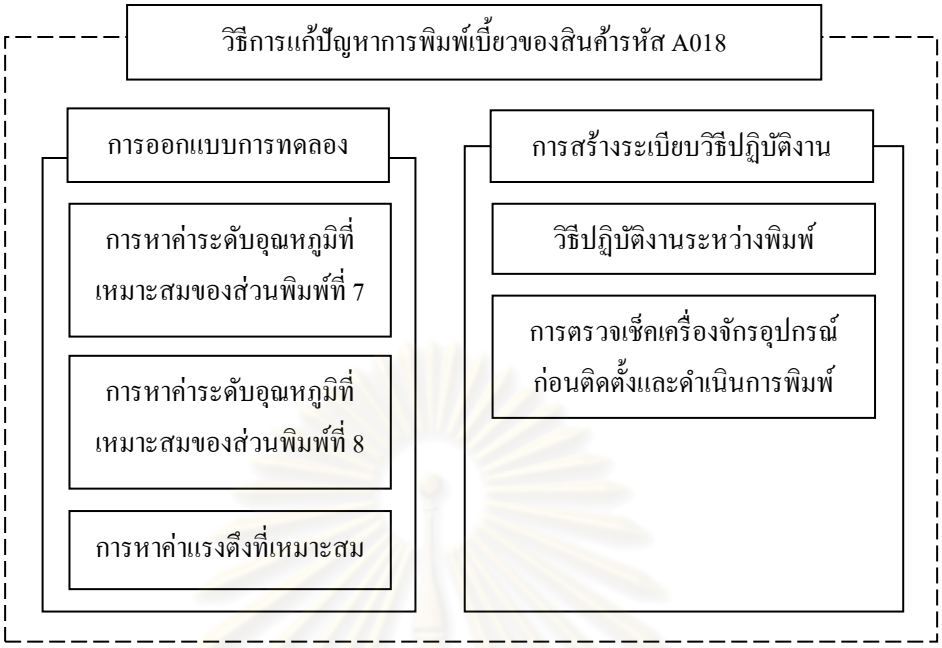
5.1.4 การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เครื่องพิมพ์ PR10 และเครื่องพิมพ์เครื่องอื่นไม่มีการบำรุงรักษาตามระยะเวลาที่เหมาะสม แม้ว่าทางโรงงานกรณีศึกษาจะมีแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นแผนรายปีและรายเดือน แต่ไม่สามารถปฏิบัติได้ตามแผน โดยจะทำการซ่อมเฉพาะเมื่อเครื่องจักร อุปกรณ์ หรือชิ้นส่วนเกิดมีปัญหาหรือเสียเท่านั้น ดังนั้นในการแก้ปัญหานี้จึงต้องอาศัยการตรวจเช็คเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยช่างพิมพ์ ก่อนที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์เหล่านั้นและดำเนินการพิมพ์ โดยอาศัยแผนการตรวจเช็คเครื่องจักรที่อยู่ในแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อให้มั่นใจได้ในระดับหนึ่งว่าเครื่องจักรและอุปกรณ์มีความพร้อมสำหรับการพิมพ์งาน

จากวิธีการแก้ปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถจัดกลุ่มโดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram) ออกได้เป็น 2 กลุ่ม (รูปที่ 5.2) คือ

1) การออกแบบการทดลอง เป็นวิธีการแก้ปัญหาเพื่อหาค่าที่เหมาะสมของพารามิเตอร์ ซึ่งได้แก่ ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ และแรงตึงของฟิล์มจากแกนปล่อยม้วน

2) การสร้างระเบียบวิธีปฏิบัติงาน สำหรับนำไปใช้ในการฝึกอบรมวิธีปฏิบัติงานที่ถูกต้องให้กับพนักงาน ประกอบด้วย ขั้นตอนการตรวจสอบม้วนฟิล์มก่อนพิมพ์ ขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่องจักรอุปกรณ์ก่อนติดตั้งและดำเนินการพิมพ์ และขั้นตอนการปฏิบัติงานระหว่างพิมพ์



รูปที่ 5.2 แผนผังกลุ่มเชื่อมโยงแสดงวิธีการแก้ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

โดยผู้วิจัยได้ใช้ทั้ง 2 แนวทางประกอบกันในการแก้ปัญหา ซึ่งในขั้นแรกจะดำเนินการโดยใช้การออกแบบการทดลองก่อน เพื่อหาค่าระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมของส่วนพิมพ์ที่ 7 และ 8 และค่าแรงตึงที่เหมาะสมของม้วนฟิล์ม จากนั้นจึงนำค่าต่าง ๆ ที่ได้มากำหนดเป็นส่วนหนึ่งในระเบียบวิธีปฏิบัติงานประกอบกับขั้นตอนต่าง ๆ ที่ได้จัดทำขึ้นตามรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป

5.2 การออกแบบการทดลอง

รูปแบบการทดลองที่จะนำมาใช้เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้ คือ การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k (2^k Factorial design) ที่มีปัจจัย 3 ปัจจัย แต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ เนื่องจากการออกแบบการทดลองเช่นนี้ทำให้ใช้จำนวนครั้งของการทดลองน้อยที่สุดที่สามารถจะทำได้ภายในระยะเวลาจำกัด เพื่อศึกษาผลของปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยได้อย่างสมบูรณ์

5.2.1 ปัจจัยที่ทำการศึกษา

ปัจจัยที่สนใจศึกษาในการทดลองมี 3 ปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 และแรงตึงของม้วนฟิล์ม ซึ่งสามารถกำหนดระดับของปัจจัยทั้ง 3 ได้ดังนี้

1) อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7

ส่วนพิมพ์ที่ 7 เป็นส่วนที่พิมพ์ข้อความสีน้ำเงินลงบนผลิตภัณฑ์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ความร้อนเพื่อให้ข้อความที่พิมพ์ทับลงไปบนภาพที่พิมพ์จากส่วนพิมพ์อื่นก่อนหน้านี้มีความชัดเจน โดยระดับอุณหภูมิที่ใช้สำหรับงานที่วัตถุดิบเป็นฟิล์มชนิด PE นม ของส่วนพิมพ์นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 50ºC ถึง 70ºC โดยที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 50ºC จะทำให้สีที่พิมพ์ได้ไม่เงา ซึ่งทำให้งานที่พิมพ์ได้ไม่ตรงตามรูปแบบมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด และที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่า 70ºC จะทำให้ฟิล์มหดจนไม่สามารถดำเนินการพิมพ์ได้ การปรับอุณหภูมิในส่วนพิมพ์นี้ทำได้โดยการหมุนปุ่มปรับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 ที่อยู่บนตู้ควบคุมความร้อนและแสดงสว่างของเครื่องพิมพ์ PR10 (รูปที่ 5.3)

2) อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8

ส่วนพิมพ์ที่ 8 เป็นส่วนที่พิมพ์พื้นสีน้ำเงินลงบนผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีพื้นที่ของหมึกมากที่สุดในจำนวนทุกสี โดยระดับอุณหภูมิที่ใช้สำหรับงานพิมพ์แผ่นฟิล์มชนิด PE นม ของส่วนพิมพ์นี้มีค่าอยู่ระหว่าง 50ºC ถึง 70ºC โดยที่ระดับอุณหภูมิต่ำกว่า 50ºC จะทำให้สีที่พิมพ์ได้ไม่เงา ซึ่งทำให้งานที่พิมพ์ได้ไม่ตรงตามรูปแบบมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนด และที่ระดับอุณหภูมิสูงกว่า 70ºC จะทำให้ฟิล์มหดจนไม่สามารถดำเนินการพิมพ์ได้ การปรับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์นี้ทำเช่นเดียวกับของส่วนพิมพ์ที่ 7 คือ หมุนปุ่มปรับอุณหภูมิที่อยู่บนตู้ควบคุมความร้อนและแสงสว่างของเครื่องพิมพ์ PR10 (รูปที่ 5.3)

รูปที่ 5.3 ตู้ควบคุมความร้อนและแสดงสว่างของเครื่องพิมพ์ PR10

3) แรงตึงของม้วนฟิล์ม

แรงตึงของม้วนฟิล์มถูกควบคุมผ่านตู้ควบคุมแรงตึงที่อยู่บนเครื่องพิมพ์ PR10 (รูปที่ 5.4) โดยติดตั้งอยู่ถัดจากส่วนของแกนปล่อยม้วนฟิล์ม ซึ่งค่าแรงตึงที่ใช้ในการพิมพ์งานบนฟิล์มชนิดแผ่น PE นม มีการปรับอยู่ในช่วง 15 N/mm. ถึง 20 N/mm. โดยค่า 15 N/mm. คือระดับ

แรงตึงที่ต่ำที่สุดที่จะสามารถดำเนินการพิมพ์โดย และค่า 20 N/mm. คือระดับแรงตึงที่สูงที่สุดที่จะสามารถดำเนินการพิมพ์ได้โดยไม่ทำให้ฟิล์มเสียสภาพ

รูปที่ 5.4 ตู้ควบคุมแรงตึงของม้วนฟิล์ม

ปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยที่ทำการศึกษา และระดับของปัจจัยที่ใช้ในการออกแบบการทดลองสรุปไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปัจจัยและระดับของปัจจัยในการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^k

สัญลักษณ์	ปัจจัย	ระดับของปัจจัย		หน่วย
		ต่ำ (-1)	สูง (+1)	
A	อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7	50	70	°C
B	อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8	50	70	°C
C	แรงตึงของม้วนฟิล์ม	15	20	N/mm.

5.2.2 ตัวแปรตอบสนอง (Response variables)

ตัวแปรตอบสนอง คือ ผลลัพธ์ของการออกแบบการทดลอง ซึ่งวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาของเสีย โดยสนใจในของเสียที่เกิดจากการพิมพ์เบี้ยวในสินค้ารหัส A018 ดังนั้นตัวแปรตอบสนอง คือ ปริมาณของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 แต่เนื่องจากทางโรงงานกรณีศึกษาไม่มีหน่วยงานในการตรวจสอบปริมาณของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์โดยตรง ซึ่งของเสียจะถูกตรวจสอบในระหว่างกระบวนการแปรรูปจนถึงกระบวนการคัดเลือกก่อนบรรจุหีบห่อส่งมอบให้กับลูกค้า ซึ่งใช้เวลาดำเนินการนาน และไม่

สามารถบันทึกผลได้ทันที ดังนั้นในการทดลองนี้จึงกำหนดตัวแปรตัวสนองคือ ข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยใช้เครื่อง LOOK ONE ซึ่งเป็นเครื่องที่ใช้สำหรับตรวจหาข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ โดยข้อบกพร่องที่ตรวจสอบได้เปรียบเสมือนเป็นของเสียที่จะถูกตรวจสอบในกระบวนการแปรรูปต่อไป

5.2.3 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทำการทดลองในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย

1) เครื่องพิมพ์ PR10

2) ม้วนฟิล์ม PE นม ขนาดกว้าง 490 มิลลิเมตร ยาว 500 เมตร หนา 0.04 มิลลิเมตร

3) แม่พิมพ์สำหรับงาน A018 จำนวน 8 บล็อก

4) ถาดหมึกจำนวน 8 ถาดหมึก

5) หมึกพิมพ์งาน PE จำนวน 8 สี ได้แก่ สีฟ้าผ้าอนามัย สีเหลือง สีแดง สีชมพู สีทอง สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีน้ำเงินพื้น

6) ถังสีจำนวน 16 ถัง (ส่วนพิมพ์ละ 2 ถัง)

7) เกลียวปั่นสี จำนวน 6 เส้น สำหรับส่วนพิมพ์ 1-6 และลูกโป่ง จำนวน 2 เส้น สำหรับส่วนพิมพ์ 7-8

8) ลูกยางขนาด 24” จำนวน 8 ลูก

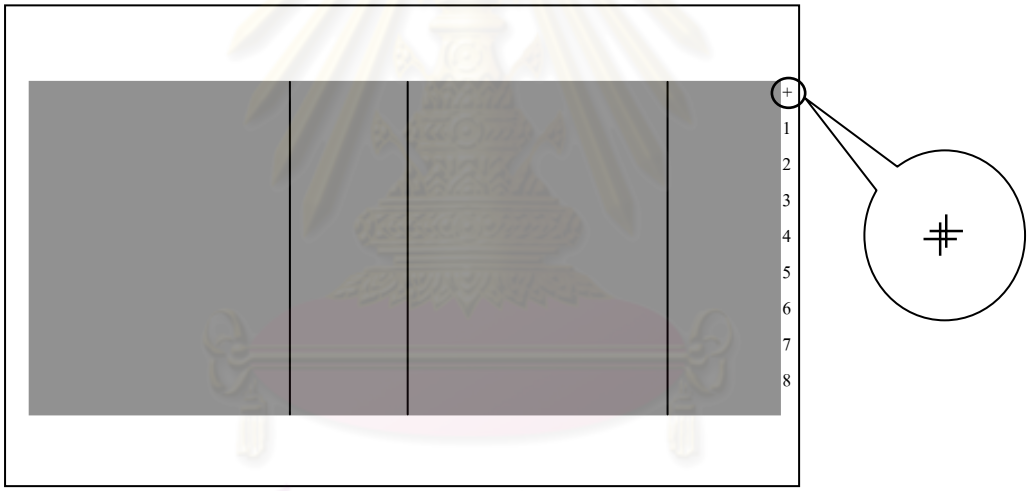
9) ใบมีดปาดหมึกใช้ใบมีดเดิมที่ติดอยู่กับส่วนพิมพ์แต่ละส่วน

10) แกนกระดาษสำหรับเป็นแกนกลางของม้วนฟิล์มที่พิมพ์แล้ว

11) เครื่อง LOOK ONE (รูปที่ 5.5) ใช้สำหรับตรวจหาข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของงานที่พิมพ์ได้แต่ละม้วน โดยอาศัยหลักการของการประมวลผลด้วยภาพ (Image processing) ซึ่งจะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเครื่องหมาย “+” ที่ทับกันไม่สนิท โดยมีระยะห่างระหว่างจุดตัดของเครื่องหมาย “+” แต่ละตัวตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป ดังแสดงในรูปที่ 5.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.5 เครื่อง LOOK ONE



รูปที่ 5.6 ค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งเครื่องหมาย “+” ที่เป็นตัวบ่งบอกถึงข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.4 ปัจจัยที่ควบคุม

การควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ปัจจัยที่ทำการศึกษามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งปัจจัยที่ทำการควบคุมในการออกแบบการทดลองนี้ ได้แก่

1) ความเร็วเครื่องโดยตลอดเท่ากับ 35 rpm

2) ม้วนฟิล์ม PE นม ใช้ฟิล์มที่เป่าในรุ่นเดียวกันเพื่อควบคุมความผันแปรที่เกิดจากรุ่นของวัตถุดิบ

3) แม่พิมพ์ ใช้แม่พิมพ์สำหรับพิมพ์งาน A018 โดยมีระยะห่างระหว่างแม่พิมพ์กับถาดหมึกเท่ากับ 2 เซนติเมตร

4) หมึกพิมพ์ ใช้หมึกพิมพ์ที่ผสมมาล็อตเดียวกัน โดยตรวจสอบค่าสีให้ได้ตรงกับตัวอย่างก่อน ซึ่งในระหว่างดำเนินการพิมพ์จะไม่มีการผสมสีใหม่ แต่จะควบคุมค่าความหนืด (Viscosity) ของหมึกแต่ละสีให้ได้เท่ากันตลอดการพิมพ์ ซึ่งแต่ละสีมีค่าความหนืดดังนี้

ตารางที่ 5.2 ค่าความหนืดของหมึกแต่ละสี

สีหมึก	ค่าความหนืด (วินาที)
สีฟ้าผ้าอนามัย	20
สีเหลือง	20
สีแดง	20
สีชมพู	25
สีทอง	25
สีฟ้า	25
สีน้ำเงิน	20
น้ำเงินพื้น	20

5) ลูกยาง ใช้ลูกยางขนาดเดียวกันในทุกส่วนพิมพ์

6) องศาของใบมีดปาดหมึกทำมุมกับผิวแม่พิมพ์เท่ากับ 45 องศา

7) พนักงานประจำเครื่องพิมพ์จำนวน 4 คน ดูแลประจำส่วนพิมพ์ที่ 6-8 และส่วนแกนเก็บม้วน เพื่อคอยเปลี่ยนม้วนฟิล์มที่พิมพ์ได้

8) พนักงานประจำเครื่อง LOOK ONE จำนวน 1 คน

5.2.5 แผนและลำดับการทดลอง

หลักการที่ใช้สำหรับการออกแบบการทดลอง ได้แก่

- การสุ่ม (Randomization) หมายถึง การทดลองที่ลำดับของการเลือกใช้ม้วนฟิล์มและลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม ซึ่งทำให้ผลของการทดลองมีการกระจายแบบอิสระ และสามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจจะปรากฏในการทดลองได้

- การทำซ้ำ (Replication) เป็นการกำหนดจำนวนครั้งของการทดลอง ซึ่งจะใช้โปรแกรม MINITAB ช่วยในการคำนวณ โดยข้อมูลที่ใช้ประกอบการคำนวณ ได้แก่

- จำนวนของปัจจัย (Number of factors) มีค่าเท่ากับ 3 ปัจจัย

- จำนวนของจุดที่อยู่ตรงมุม (Number of corner points) หมายถึง จำนวนข้อมูลใน 1 เรพลิเคตบริบูรณ์ มีค่าเท่ากับ 8

- ค่าความแตกต่างสูงสุด (Effects) ที่ยอมให้เกิดขึ้นได้มีค่าประมาณ 2 จุด

- ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยว (Standard deviation: σ) ที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจำนวน 50 ข้อมูล มีค่าเท่ากับ 1.45

เมื่อใช้โปรแกรม MINITAB คำนวณหาอำนาจของการทดสอบ (Power of test) และขนาดตัวอย่าง (Sample size) โดยเลือกคำสั่ง “Stat -> Power and Sample Size -> 2-Level Factorial Design” ทำให้ได้ค่าอำนาจของการทดสอบและขนาดตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ค่าอำนาจของการทดสอบและขนาดตัวอย่างจากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม MINITAB

Effect	Reps	Total Runs	Power
2	2	16	0.677089
2	3	24	0.886962
2	4	32	0.962539

จากตารางที่ 5.3 ประกอบกับข้อจำกัดของม้วนฟิล์มชนิด PE นมที่มีอยู่ โดยฟิล์มรุ่นเดียวกันที่ใช้สำหรับงาน A018 ที่มีอยู่ในคลังสินค้าของโรงงานกรณีศึกษามีอยู่จำนวน 25 ม้วน ดังนั้นในการทดลองนี้จะทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ซึ่งมีค่าอำนาจของการทดสอบสูงถึง 0.886962 ถือว่าเพียงพอ ทำให้ต้องใช้ฟิล์ม PE นมทั้งหมดจำนวน 24 ม้วน (3 Replicate = $3\times2^3 = 24$)

- การบล็อก (Blocking) เป็นเทคนิคที่ช่วยเพิ่มความเที่ยงตรงให้แก่การทดลอง ซึ่งผู้วิจัยไม่ได้นำมาใช้ เนื่องจาก ปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาวิเคราะห์จะควบคุมค่าไว้ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อปัจจัยควบคุม ซึ่งค่าเหล่านี้เป็นค่ากำหนดของการทำงานปกติ

แผนและลำดับการทดลองสร้างโดยอาศัยโปรแกรม MINITAB ซึ่งจะทำการสร้างเมตริกซ์สำหรับการออกแบบเชิงแฟกทอเรียล โดยลำดับการทดลองได้จาก RunOrder ที่โปรแกรมสร้างขึ้นซึ่งมีทั้งหมด 24 การทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แผนและลำดับการทดลองที่สร้างจากโปรแกรม MINITAB

StdOrder	RunOrder	Temp1	Temp2	Tension
3	1	50	70	15
21	2	50	50	20
5	3	50	50	20
4	4	70	70	15
1	5	50	50	15
23	6	50	70	20
17	7	50	50	15
10	8	70	50	15
8	9	70	70	20
11	10	50	70	15
7	11	50	70	20
15	12	50	70	20
18	13	70	50	15
16	14	70	70	20
22	15	70	50	20
19	16	50	70	15
6	17	70	50	20
12	18	70	70	15
9	19	50	50	15
20	20	70	70	15
24	21	70	70	20
13	22	50	50	20
14	23	70	50	20
2	24	70	50	15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.6 ผลการทดลอง

หลังจากทำการทดลองตามแผนตารางที่ 5.3 จนครบได้ผลการทดลองเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2^3 ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ที่ได้จากการทดลอง

StdOrder	RunOrder	Temp1	Temp2	Tension	Defect
3	1	50	70	15	11
21	2	50	50	20	8
5	3	50	50	20	10
4	4	70	70	15	13
1	5	50	50	15	9
23	6	50	70	20	15
17	7	50	50	15	7
10	8	70	50	15	11
8	9	70	70	20	18
11	10	50	70	15	13
7	11	50	70	20	16
15	12	50	70	20	12
18	13	70	50	15	13
16	14	70	70	20	17
22	15	70	50	20	12
19	16	50	70	15	13
6	17	70	50	20	15
12	18	70	70	15	12
9	19	50	50	15	5
20	20	70	70	15	10
24	21	70	70	20	14
13	22	50	50	20	9
14	23	70	50	20	13
2	24	70	50	15	9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.8 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

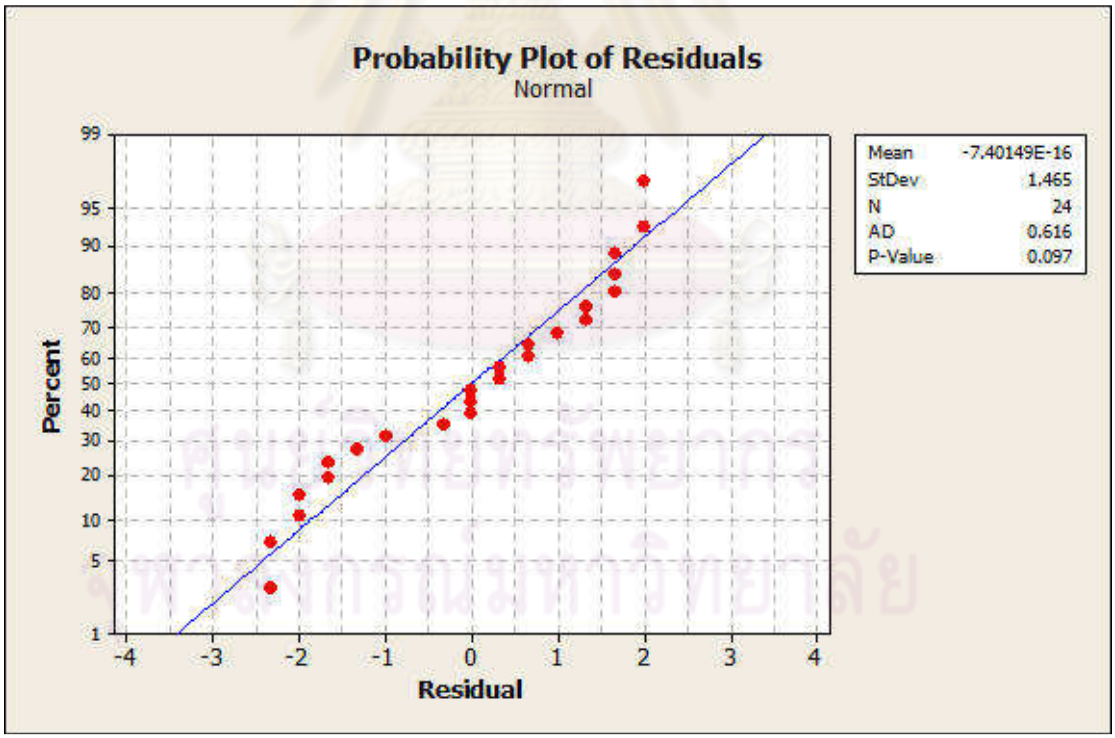
ในการออกแบบการทดลองนั้นจำเป็นต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่สำคัญ คือ NID(0,σ^2) ซึ่งหมายถึงเงื่อนไข 3 ประการ คือ ข้อมูลเป็นแบบสุ่มและมีการกระจายแบบปกติ ข้อมูลมีความเป็นอิสระต่อกัน และมีความเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง โดยการตรวจสอบเงื่อนไขทั้ง 3 ประการมีขั้นตอนดังนี้

1) การทดสอบสมมติฐานของความเป็นปกติ มีสมมติฐานในการทดสอบ คือ

H_0 : ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ

H_1 : ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ

สามารถทดสอบได้โดยการพล็อตค่าส่วนตกค้างของตัวแปรตอบสนอง (จำนวนข้อบกพร่อง) ที่เรียกว่า Normal probability plot ซึ่งเป็นการพล็อตค่าส่วนตกค้าง (Residual) ที่ถูกเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก กับค่าความน่าจะเป็นสะสม $P_k = (k - 1/2)/n$ โดย $P_k \times 100$ อยู่บนแกน y ส่วนแกน x จะเป็นค่าส่วนตกค้าง (ค่าของ $P_k \times 100$ และส่วนตกค้างแสดงอยู่ในตารางที่ ค.2 ในภาคผนวก ค) ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 Normal probability plot ของส่วนตกค้างกับจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018

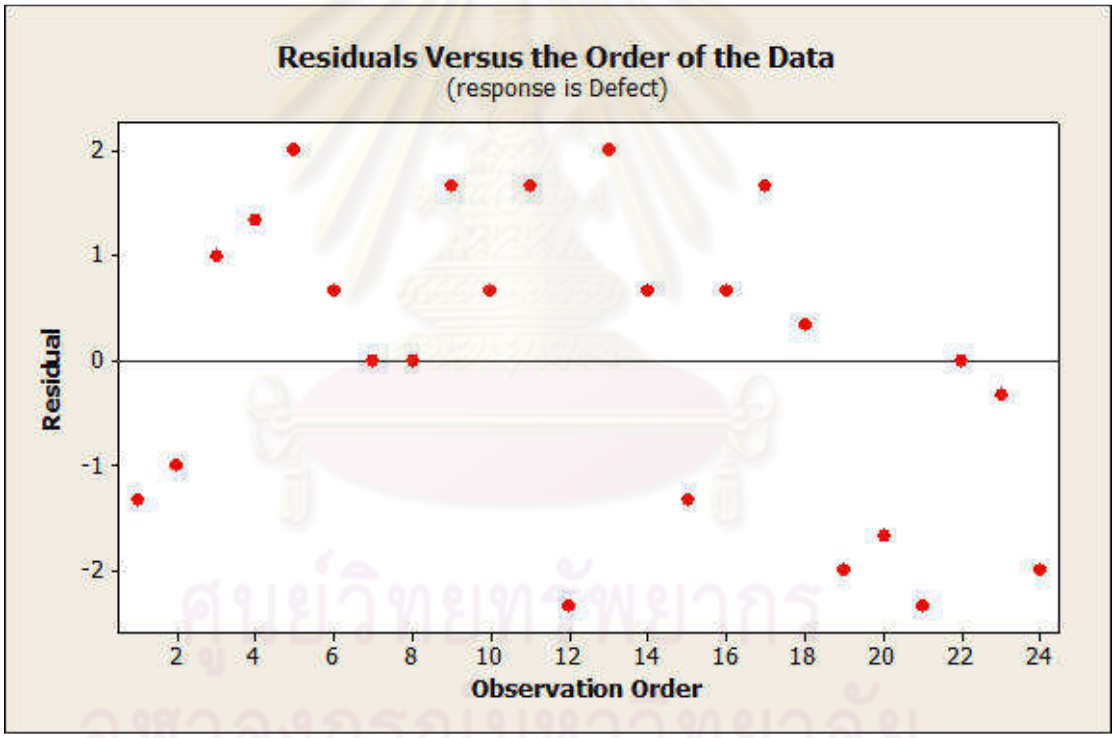
จากรูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นว่ากราฟมีลักษณะเบี่ยงเบนออกไปจากเส้นตรงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และค่า P-Value = 0.097 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าสถิติทดสอบ Anderson-Darling (AD) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.616 ถือว่ามีค่าน้อยเมื่อเทียบกับค่าวิกฤติ หมายความว่า จุดต่าง ๆ ที่แสดงถึงข้อมูลอยู่ห่างจากเส้นตรงที่แสดงความเป็นปกติน้อยด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงไม่มีเหตุผลมากพอที่จะปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า ข้อมูลที่เก็บมาจากการทดลองมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2) การทดสอบสมมติฐานของความสุ่มของข้อมูล มีสมมติฐานในการทดสอบ คือ

H_0 : ลำดับของข้อมูลอยู่ภายใต้ความสุ่ม

H_1 : ลำดับของข้อมูลไม่ได้อยู่ภายใต้ความสุ่ม

สามารถทดสอบได้โดยการสร้างแผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับความต่อเนื่องในการเก็บข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการเก็บข้อมูล

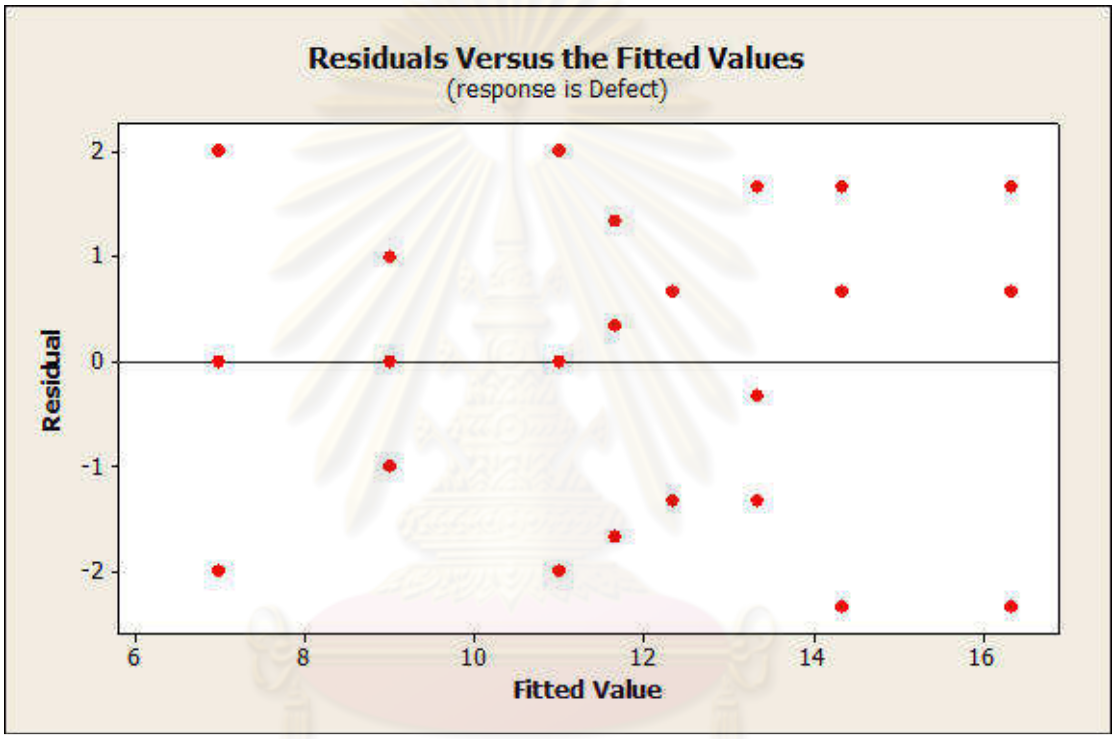
จากรูปที่ 5.8 จะเห็นว่า ค่าของส่วนตกค้างมีการกระจายตัวตามลำดับการเก็บข้อมูลที่ไม่เป็นรูปแบบใด ๆ ดังนั้นจึงไม่มีเหตุผลมากพอที่จะปฏิเสธ H_0 สรุปได้ว่า ลำดับของข้อมูลที่เก็บมาจากการทดลองอยู่ภายใต้ความสุ่ม

3) การทดสอบความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน มีสมมติฐานในการทดสอบ คือ

H_0 : ความแปรปรวนของข้อมูลมีความเสถียร

H_1 : ความแปรปรวนของข้อมูลไม่มีความเสถียร

สามารถทดสอบได้โดยการสร้างแผนภาพการกระจายที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนตกค้างกับค่าที่ถูกฟิต (Fitted value) ของข้อมูลจำนวนข้อบกพร่อง ดังแสดงในรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แผนภาพการกระจายระหว่างส่วนตกค้างกับค่าที่ถูกฟิต

จากรูปที่ 5.9 ส่วนตกค้างมีการกระจายตัวไม่เป็นรูปแบบใด ๆ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวน

5.2.9 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการวิเคราะห์ผลการออกแบบการทดลงด้วยโปรแกรม MATLAB สามารถแสดงผลการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองได้ดังแสดงในตารางที่ 5.5 และแสดงผลของปัจจัยและอันตรกิริยา (Interaction) ที่มีนัยสำคัญออกมาในรูปของกราฟ Normal probability plot และแผนภาพพาเรโต ได้ดังรูปที่ 5.10 และ 5.11 รวมถึงแสดงผลหลักของปัจจัยและอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง คือ จำนวนข้อบกพร่อง ได้ดังรูปที่ 5.12 และ 5.13

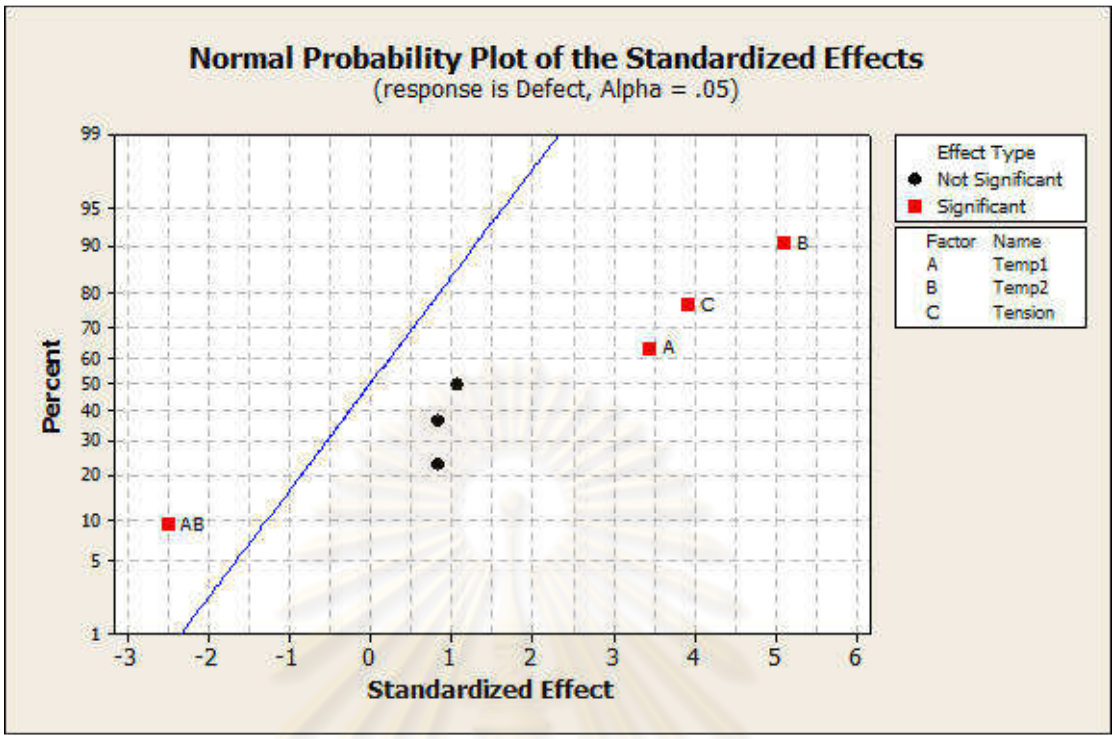
ตารางที่ 5.6 การประมาณค่าผลกระทบและสัมประสิทธิ์ของการทดลองด้วยโปรแกรม MINITAB

Estimated Effects and Coefficients for Defect (coded units)					
Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		11.8750	0.3511	33.82	0.000
Temp1	2.4167	1.2083	0.3511	3.44	0.003
Temp2	3.5833	1.7917	0.3511	5.10	0.000
Tension	2.7500	1.3750	0.3511	3.92	0.001
Temp1*Temp2	-1.7500	-0.8750	0.3511	-2.49	0.024
Temp1*Tension	0.7500	0.3750	0.3511	1.07	0.301
Temp2*Tension	0.5833	0.2917	0.3511	0.83	0.418
Temp1*Temp2*Tension	0.5833	0.2917	0.3511	0.83	0.418

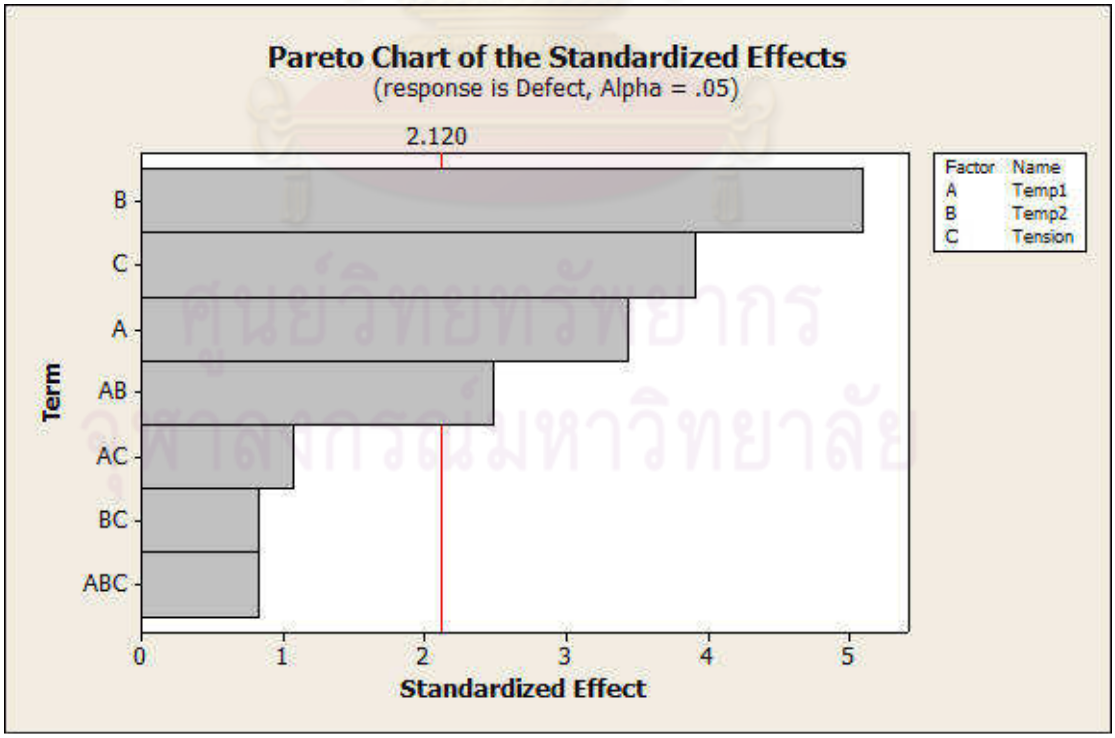
ตารางที่ 5.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลองด้วยโปรแกรม MINITAB

Analysis of Variance for Defect (coded units)						
Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	3	157.458	157.458	52.486	17.74	0.000
2-Way Interactions	3	23.792	23.792	7.931	2.68	0.082
3-Way Interactions	1	2.042	2.042	2.042	0.69	0.418
Residual Error	16	47.333	47.333	2.958		
Pure Error	16	47.333	47.333	2.958		
Total	23	230.625				

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.10 Normal probability plot แสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ



รูปที่ 5.11 แผนภาพพาเรโตแสดงปัจจัยหลักและอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์การออกแบบการทดลองในตารางที่ 5.7 พิจารณาค่า P-Value ของผลหลักของปัจจัย (Main Effects) พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่า ในการทดลองนี้มีผลหลักอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้ารหัส A018 (รูปที่ 5.10) โดยเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.6 สามารถสรุปผลหลักของปัจจัยได้ดังนี้

1) ผลหลักของอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่า P-Value เท่ากับ 0.003 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องของสินค้า A108

2) ผลหลักของอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องของสินค้า A108

3) ผลหลักของแรงตึงของม้วนฟิล์ม มีค่า P-Value เท่ากับ 0.001 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า แรงตึงของม้วนฟิล์มมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องของสินค้า A108

พิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัย (2-Way Interactions) ในตารางที่ 5.7 พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.082 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่ามากกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่า ในการทดลองนี้มีอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัยอย่างน้อย 1 คู่ที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้ารหัส A018 (รูปที่ 5.10) โดยเมื่อพิจารณาจากตารางที่ 5.6 สามารถสรุปผลอันตรกิริยาระหว่าง 2 ปัจจัยได้ดังนี้

1) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 กับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่า P-Value เท่ากับ 0.024 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 กับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องของสินค้า A108

2) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 แรงตึงของม้วนฟิล์ม มีค่า P-Value เท่ากับ 0.301 ซึ่งมากกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 กับแรงตึงของม้วนฟิล์ม ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องของสินค้า A108

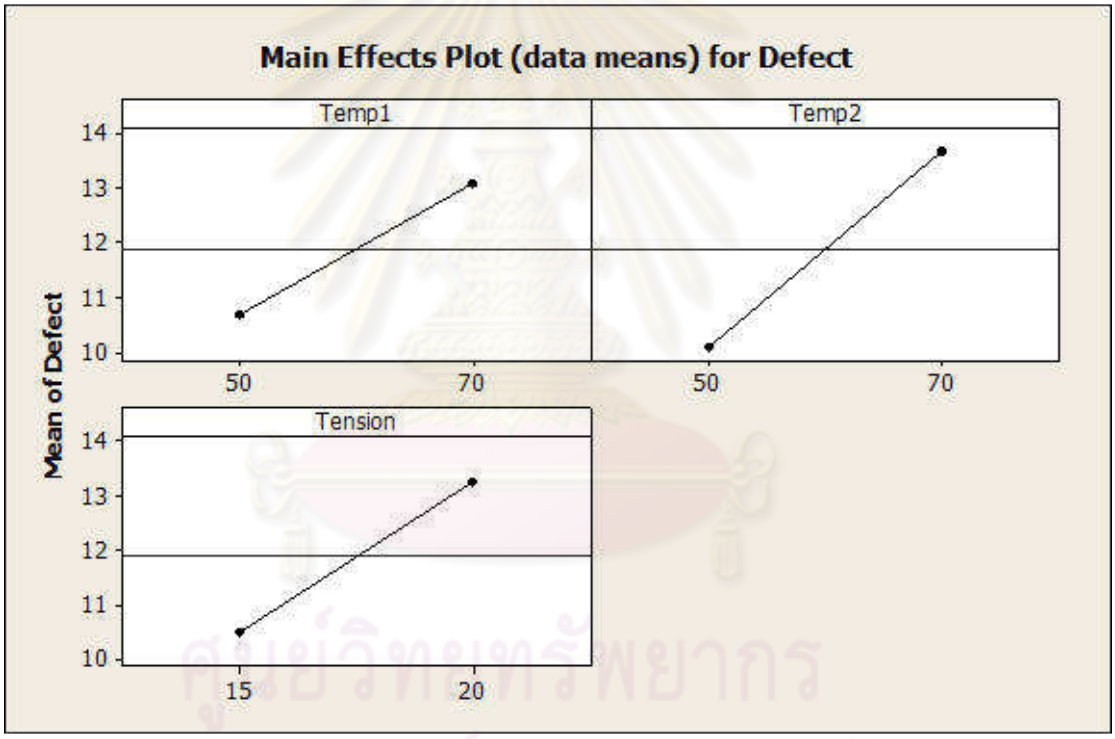
3) อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 กับแรงตึงของม้วนฟิล์ม มีค่า P-Value เท่ากับ 0.418 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสรุปได้ว่า อันตรกิริยาระหว่างอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 กับแรงตึงของม้วนฟิล์ม ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องของสินค้า A108

และพิจารณาค่า P-Value ของอันตรกิริยาระหว่าง 3 ปัจจัย (3-Way Interactions) ในตารางที่ 5.7 พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.418 ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าค่าสถิติทดสอบ F มีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติ หมายความว่า ในการทดลองนี้ไม่มีอันตรกิริยาระหว่าง 3 ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้ารหัส A018

5.2.9 แบบจำลองการถดถอย

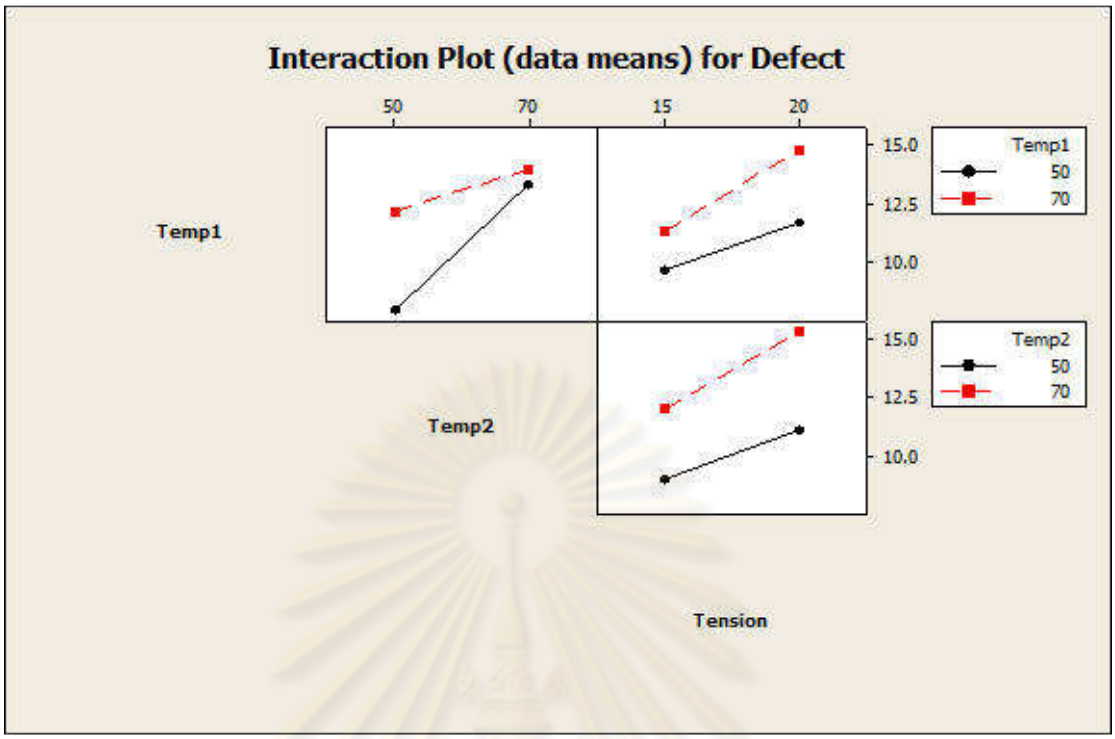
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ทำการศึกษาจึงอาศัยแบบจำลองการถดถอยแบบเชิงเส้น (Linear regression) ช่วยในการหาค่าที่ถูกฟิต โดยใช้สัมประสิทธิ์ของปัจจัยที่ได้จากการวิเคราะห์จากโปรแกรม MATLAB มาแสดงในรูปของสมการและแทนค่าปัจจัยด้วยรหัส (Coded unit) โดย -1 หมายถึง การปรับค่าไปที่ระดับล่าง (Low level) และ +1 หมายถึงการปรับค่าไปที่ระดับบน (High level) โดยในการทดลองที่ผ่านมาสามารถเขียนสมการแบบจำลองการถดถอยโดยใช้ข้อมูลสัมประสิทธิ์ของการทดลองจากตารางที่ 5.6 ได้ดังนี้

$$Y = 11.8750 + 1.2083(Temp1) + 1.7917(Temp2) + 1.3750(Tension) - 0.8750(Temp1*Temp2)$$



รูปที่ 5.12 ผลหลักของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง

เมื่อพิจารณาถึงผลหลักของปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง เนื่องจากปัจจัยทั้ง 3 มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง จากรูปที่ 5.12 ทำให้สามารถหาค่าของปัจจัยที่ส่งผลให้ตัวแปรตอบสนอง คือ จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 มีค่าน้อยที่สุดได้ดังนี้ Temp1 = 50 ºC (-1), Temp2= 50 ºC (-1) และ Tension =15 N/mm.



รูปที่ 5.13 ผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง

เมื่อพิจารณาถึงผลของอันตรกิริยาระหว่างปัจจัยที่มีต่อตัวแปรตอบสนอง เนื่องจากอันตรกิริยาเกิดขึ้นระหว่าง Temp1 และ Temp2 เท่านั้น จากรูปที่ 5.13 พบว่า ที่ Temp1 = 50 ºC (-1) Temp2 ควรจะมีค่าเท่ากับ 50 ºC (-1) เพื่อทำให้ตัวแปรตอบสนองมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งก็สอดคล้องกับค่าของ Temp2 เมื่อพิจารณาผลหลักของปัจจัยที่กล่าวไปก่อนหน้านี้

ดังนั้นจึงได้ค่าปรับตั้งที่เหมาะสมที่สุดของแต่ละปัจจัยดังแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ระดับที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัยเพื่อให้มีจำนวนข้อบกพร่องของสินค้ารหัส A018 น้อยที่สุด

ปัจจัย	ค่า	รหัส
Temp1	50 ºC	-1
Temp2	50 ºC	-1
Tension	15 N/mm	-1

เมื่อนำรหัสของแต่ละปัจจัยจากตารางที่ 5.8 ไปแทนในสมการแบบจำลองการถดถอยทำให้ได้ค่าประมาณการของจำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้ารหัส A018 ในช่วงการทำงานปกติมีค่าดังนี้

Y = 11.8750 + 1.2083(-1) + 1.7917(-1) + 1.3750(-1) – 0.8750(-1)(-1)

= 6.625

กล่าวคือ หากในกระบวนการผลิตจริงมีการปรับตั้งค่าของปัจจัยทั้งสามตัวตามที่กำหนดในตารางที่ 5.8 และควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ให้เป็นไปตามที่กล่าวมาก่อนหน้านี้ จะทำให้จำนวนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับสินค้ารหัส A018 ลดลงโดยเฉลี่ยเหลือประมาณ 7 ตำแหน่งต่อฟิล์ม 1 ม้วน

5.2.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอย

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำลองการถดถอยแบบเชิงเส้นที่ได้จากหัวข้อ 5.2.9 ทำเพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญของการถดถอย โดยมีสมมติฐานดังต่อไปนี้

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$$
$$H_1 : \beta_1 \neq 0 \text{ ; อย่างน้อยที่สุดหนึ่งค่า } j$$

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยแสดงในตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของแบบจำลองการถดถอยด้วยโปรแกรม MINITAB

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	4	175.833	175.833	43.958	15.24	0.000
Residual Error	19	54.792	54.792	2.884		
Total	23	230.625				
S = 1.698 R-Sq = 76.2% R-Sq(adj) = 71.2%						

จากตารางที่ 5.9 ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (R^2) มีค่าเท่ากับ 76.2 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า ความผันแปรทั้งหมดของข้อมูลข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 จำนวน 100 จุด สามารถอธิบายได้ด้วยความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับระดับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 ค่าแรงตึง และอันตรระหว่างระดับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 และ 8 เท่ากับ 76.2 จุด โดยจำนวนที่เหลือไม่สามารถอธิบายได้ว่ามาจากแหล่งความผันแปรใด และค่า R^2 มีค่าใกล้เคียงกับ R^2_{adj} แสดงว่ามีโอกาสน้อยที่จะพบว่ามีพจน์ที่ไม่มีนัยสำคัญได้ถูกเติมลงไปในแบบจำลอง

จากผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนในตารางที่ 5.8 พบว่า ค่า P-Value เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่า แบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นมีนัยสำคัญของการถดถอยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

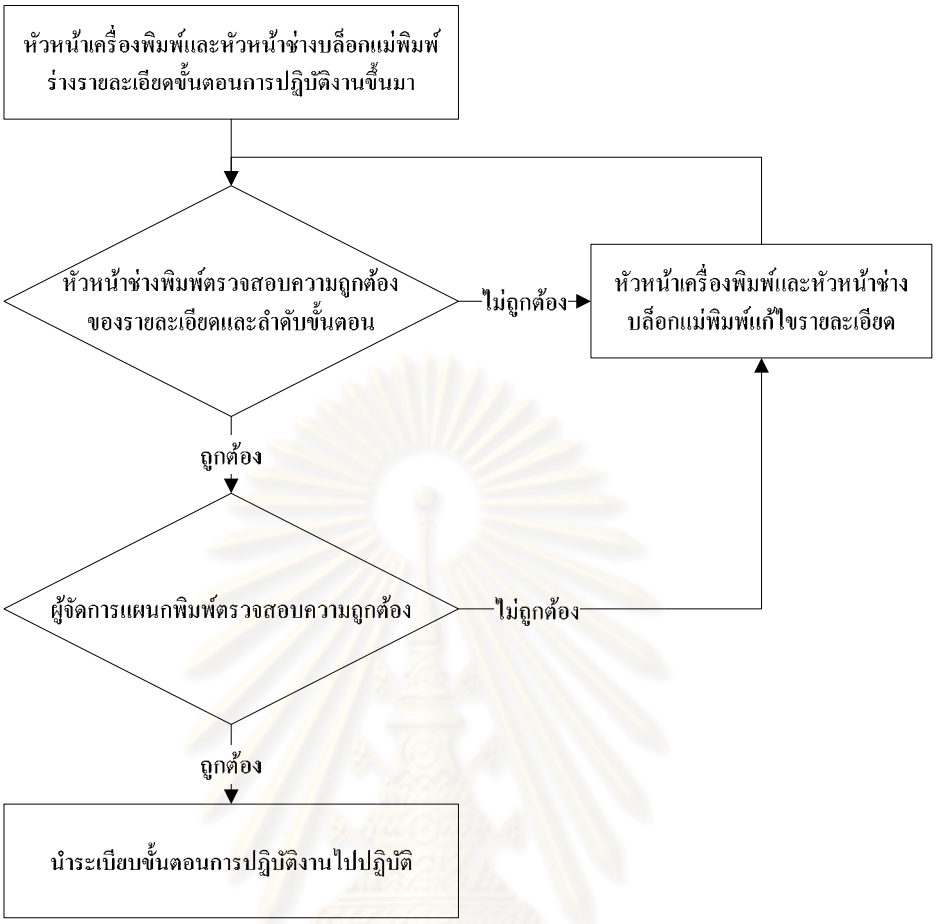
5.3 ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์

จากพื้นฐานการปฏิบัติงานภายในแผนกพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษาซึ่งอาศัยความเคยชินของพนักงาน ทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างไม่มีระเบียบแบบแผน บ่อยครั้งที่เกิดความสับสนหรือไม่แน่ใจในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเปล่าทั้งจากข้อบกพร่องของสินค้าที่เกิดขึ้นกระบวนการที่ไม่เหมาะสม และการอคอย ดังนั้นการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการช่วยลดความสูญเปล่าเหล่านั้น โดยระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความเข้าใจและขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้องสำหรับการพิมพ์งานโดยเครื่องพิมพ์ PR10 เท่านั้น เนื่องจากเครื่องพิมพ์ที่ทำการศึกษาคือเครื่องพิมพ์ PR10 และเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่องมีรายละเอียดของการปรับตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน อีกทั้งระเบียบวิธีปฏิบัติงานดังกล่าวยังสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานในการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานสำหรับเครื่องพิมพ์เครื่องอื่นต่อไปได้

5.3.1 ขั้นตอนการจัดทำระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์

ขั้นตอนการจัดทำระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์เริ่มต้นจากการที่หัวหน้าเครื่องพิมพ์และหัวหน้าช่างบล็อกแม่พิมพ์ร่างรายละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ถูกต้องในแต่ละส่วนเรียงตามลำดับก่อนหลังขึ้นมาเพื่อให้หัวหน้าช่างพิมพ์ตรวจสอบความถูกต้อง ถ้าไม่ถูกต้องให้ส่งกลับไปแก้ไขจนกว่าจะได้รายละเอียดขั้นตอนที่ถูกต้องครบถ้วน จากนั้นจึงส่งให้กับผู้จัดการแผนกพิมพ์ตรวจสอบความเหมาะสมอีกครั้ง แล้วจึงนำระเบียบขั้นตอนนั้นไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง จากขั้นตอนการจัดทำระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่กล่าวมาทั้งหมดแสดงเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 5.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.14 ขั้นตอนการจัดทำระเบียบวิธีปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3.2 รายละเอียดของระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์

ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์เป็นเอกสารที่แสดงถึงขั้นตอนวิธีการทำงานภายในแผนกพิมพ์เฉพาะเครื่องพิมพ์ PR10 สำหรับใช้ในการอบรมให้กับพนักงานเพื่อให้เกิดความชัดเจนในการทำงานแต่ละขั้นตอน โดยระเบียบวิธีการปฏิบัติงานที่จัดทำขึ้นประกอบไปด้วยหัวข้อดังนี้ (รายละเอียดของวิธีการปฏิบัติงานในแต่ละหัวข้อแสดงไว้ในภาคผนวก ง)

1) ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ (WI-PR10-01)
2) ขั้นตอนการตรวจสอบม้วนฟิล์ม (WI-PR10-02)
3) ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์ (WI-PR10-03)
4) ขั้นตอนการเตรียมหมึกพิมพ์ (WI-PR10-04)
5) ขั้นตอนการเตรียมลูกยาง (WI-PR10-05)
6) ขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนพิมพ์ (WI-PR10-06)
7) ขั้นตอนการร้อยฟิล์ม (WI-PR10-07)
8) ขั้นตอนการเตรียมเครื่องพิมพ์ (WI-PR10-08)
9) ขั้นตอนการเดินเครื่องพิมพ์และการปฏิบัติงานระหว่างพิมพ์ (WI-PR10-09)
10) ขั้นตอนการแก้ปัญหางานพิมพ์ (WI-PR10-10)
11) ขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังจบการพิมพ์ (WI-PR10-11)

โดยข้อมูลของค่าระดับอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 และ 8 และค่าแรงตึงของม้วนฟิล์มจะแยกเก็บไว้ในเอกสารข้อมูลอุณหภูมิและแรงตึงของเครื่องพิมพ์ ซึ่งจัดทำขึ้นสำหรับรองรับข้อมูลผลการออกแบบการทดลองที่ประยุกต์ใช้กับสินค้ารายการอื่นในอนาคต เพื่อจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดของเสียน้อยที่สุด

5.4 สรุปผลระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

สำหรับบทนี้ได้ทำการหาวิธีการสำหรับนำมาใช้แก้ปัญหาโดยเริ่มจากการเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาของสาเหตุหลักที่ผ่านการคัดเลือกจากการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) จากบทที่ 4 จากนั้นจึงทำการจัดกลุ่มวิธีการดังกล่าวเข้าด้วยกันโดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง จนสามารถได้วิธีการแก้ปัญหาหลัก ๆ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรก คือ การออกแบบการทดลองสำหรับแก้ปัญหาเรื่องระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์และแรงตึงบนม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม ซึ่งทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดจำนวนข้อบกพร่องขึ้นกับงาน A018 น้อยที่สุด ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50ºC อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50ºC และแรงตึงของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. โดยอาศัยแบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นทำให้สามารถ

ประมาณค่าของตัวแปรตอบสนองหลังการปรับระดับปัจจัยดังกล่าวมีค่าประมาณ 7 จุด และขั้นตอนที่สอง คือ การสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ที่ถูกต้องขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาพนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และการขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ระยะนี้เป็นขั้นตอนของการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากระยะการหาวิธีการแก้ปัญหามาปฏิบัติจริง เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ คือ เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นกับงานของสินค้ารหัส A018 น้อยที่สุดโดยได้ทำการระดมสมองเพื่อสร้างแผนการดำเนินงานสำหรับแก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงานตามแผนดังกล่าว พร้อมด้วยผู้รับผิดชอบและกำหนดเวลาของแผนเป็นดังนี้

ตารางที่ 6.1 แผนการดำเนินงานแก้ปัญหาของสินค้ารหัส A018

ลำดับ	ขั้นตอน	ผู้รับผิดชอบ	กำหนดเวลา
1.	การฝึกอบรมพนักงาน	หัวหน้าช่างพิมพ์	30 ก.ค. 51
2.	การทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน	หัวหน้าเครื่องพิมพ์	30 ก.ค. 51
3.	การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์	หัวหน้าเครื่องพิมพ์	30 ส.ค. 51
4.	การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ	หัวหน้าเครื่องพิมพ์	30 ส.ค. 51
5.	การประเมินผลการปฏิบัติงาน	ทีมงาน	5 ก.ย. 51

6.1 การฝึกอบรมพนักงาน

การฝึกอบรมพนักงานดำเนินการโดยหัวหน้าช่างพิมพ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้พนักงานทราบถึงรายละเอียดของกระบวนการต่าง ๆ และงานที่ตนเองรับผิดชอบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและตรงกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) หัวหน้าช่างพิมพ์ทำความเข้าใจในรายละเอียดของงาน กระบวนต่าง ๆ ที่ต้องดำเนินการและงานที่จะมอบหมายให้กับหัวหน้าเครื่องพิมพ์และพนักงานแต่ละคน

2) หัวหน้าช่างพิมพ์อธิบายข้อมูลและกระบวนการทั้งหมดอย่างละเอียดให้กับหัวหน้าเครื่องพิมพ์และพนักงานแต่ละคนฟัง

3) หัวหน้าช่างพิมพ์มอบหมายหน้าที่ให้กับหัวหน้าเครื่องพิมพ์และพนักงานแต่ละคน

4) หัวหน้าเครื่องพิมพ์พร้อมทั้งพนักงานแต่ละคนทำความเข้าใจในหน้าที่ที่ตนต้องรับผิดชอบ ถ้าเกิดปัญหาหรือข้อสงสัยให้สอบถามกับหัวหน้าช่างพิมพ์

6.2 การทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน

โดยก่อนเริ่มปฏิบัติงานจะให้พนักงานแต่ละคนทบทวนขั้นตอนการทำงานที่ตนเองรับผิดชอบร่วมกัน เพื่อให้สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้อง ซึ่งดูแลโดยหัวหน้าเครื่องพิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) หัวหน้าเครื่องพิมพ์ทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานโดยสรุป

2) หัวหน้าเครื่องพิมพ์สอบถามถึงหน้าที่ความรับผิดชอบและขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานแต่ละคน เพื่อให้แน่ใจว่าพนักงานแต่ละคนจะสามารถปฏิบัติงานในส่วนของตนเองได้อย่างถูกต้อง และถ้าหากพบว่ามีส่วนใดไม่ถูกต้องให้หัวหน้าเครื่องพิมพ์ดำเนินการแก้ไขและทำความเข้าใจกับพนักงานให้ถูกต้อง

3) หัวหน้าเครื่องพิมพ์และพนักงานทุกคนเตรียมดำเนินการพิมพ์

6.3 การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์

ในส่วนนี้เป็นการนำระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ที่ได้จัดทำขึ้นมาในระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา ในส่วนที่หัวหน้าเครื่องพิมพ์และพนักงานแต่ละคนได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ และได้ผ่านขั้นตอนการทบทวนมาแล้วมาใช้กับการปฏิบัติงานจริง ในส่วนนี้ผู้รับผิดชอบคือ หัวหน้าเครื่องพิมพ์ โดยหัวหน้าเครื่องพิมพ์เป็นผู้ควบคุมและปฏิบัติงานร่วมกับพนักงาน

6.4 การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ

แผนภูมิควบคุมกระบวนการสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ที่เกิดขึ้นในระหว่างปฏิบัติงาน โดยหัวหน้าเครื่องพิมพ์รวบรวมข้อมูลมาจากช่างประจำเครื่อง LOOK ONE และทำการสร้างแผนภูมิขึ้น โดยเลือกใช้แผนภูมิควบคุม c ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมจำนวนข้อบกพร่องต่อหน่วยการตรวจสอบที่ใช้เมื่อไม่สามารถจำแนกผลิตภัณฑ์เป็นของเสียได้ เนื่องจากในการตรวจสอบข้อบกพร่องของโรงงานกรณีศึกษาโดยใช้เครื่อง LOOK ONE ยังไม่ใช่กระบวนการจำแนกของเสีย และกระบวนการจำแนกของเสียของโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนโดยจะสามารถทราบปริมาณของเสียก็ต่อเมื่อสินค้านั้น

ถูกแปรสภาพไปเป็นสินค้าสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้ว ซึ่งจะทำให้การแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างดำเนินการพิมพ์ไม่สามารถทำได้อย่างทันท่วงที โดยรายละเอียดของแผนภูมิควบคุมที่ใช้มีดังนี้

1) ความถี่ในการชักสิ่งตัวอย่าง

เนื่องจากกระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบทำตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Made to order) ซึ่งในการผลิตตามใบสั่งซื้อหนึ่ง ๆ จำเป็นต้องมีการปรับตั้งเครื่องจักรใหม่ทุกครั้ง ดังนั้นจึงกำหนดความถี่ของการชักสิ่งตัวอย่างทุกครั้งที่มีใบสั่งซื้อของลูกค้าหรือมีการเดินเครื่องพิมพ์สำหรับพิมพ์งานนั้น และให้ทำการชักตัวอย่างทุกม้วน (1 ใบสั่งซื้อ มีจำนวนสินค้า 25 ม้วน)

2) ขนาดตัวอย่าง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ากระบวนการผลิตของโรงงานกรณีศึกษาเป็นแบบทำตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และรายการสินค้าของโรงงานกรณีศึกษามีจำนวนมากเป็นร้อย ๆ รายการ ซึ่งโดยเฉลี่ยสินค้ารหัส A018 จะมีการสั่งซื้อเฉลี่ย 1-2 ครั้งต่อเดือน ดังนั้นการสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการในช่วงที่นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติจึงให้ใช้ขนาดตัวอย่างเท่ากับจำนวนครั้งที่ลูกค้าสั่งซื้อสินค้ารหัส A018 ภายในกำหนดเวลา

3) วิธีการวัด

ให้พนักงานประจำเครื่องพิมพ์ส่งม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จแล้วแต่ละม้วนไปวัดจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวโดยใช้เครื่อง LOOK ONE ซึ่งจะมีพนักงานประจำเครื่อง LOOK ONE 1 คน

4) กฎการตัดสินใจ

กฎในการตัดสินใจเกี่ยวกับลักษณะรูปแบบของข้อมูลในแผนภูมิควบคุมที่บ่งบอกถึงสภาวะของกระบวนการพิมพ์ที่มีแนวโน้มว่าจะออกนอกการควบคุม ได้แก่

(1) Out of control คือ มีจุดใดจุดหนึ่งหรือมากกว่าออกนอกขีดจำกัดการควบคุมของแผนภูมิควบคุม

(2) Run พิจารณาจาก

- มีจำนวนจุด 7 จุดอย่างต่อเนื่องของแผนภูมิควบคุมอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลางของแผนภูมิควบคุม
- มีจำนวนจุด 6 จุดต่อเนื่องของแผนภูมิควบคุมอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิควบคุม โดยที่มีความสอดคล้องกับเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งต่อไปนี้

- มีจุดอย่างน้อย 10 จุดใน 11 จุดต่อเนื่องอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลางของแผนภูมิควบคุม

- มีจุดอย่างน้อย 12 จุดใน 14 จุดต่อเนื่องอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลางของแผนภูมิควบคุม

- มีจุดอย่างน้อย 16 จุดใน 20 จุดต่อเนื่องอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่งของเส้นกลางของแผนภูมิควบคุม

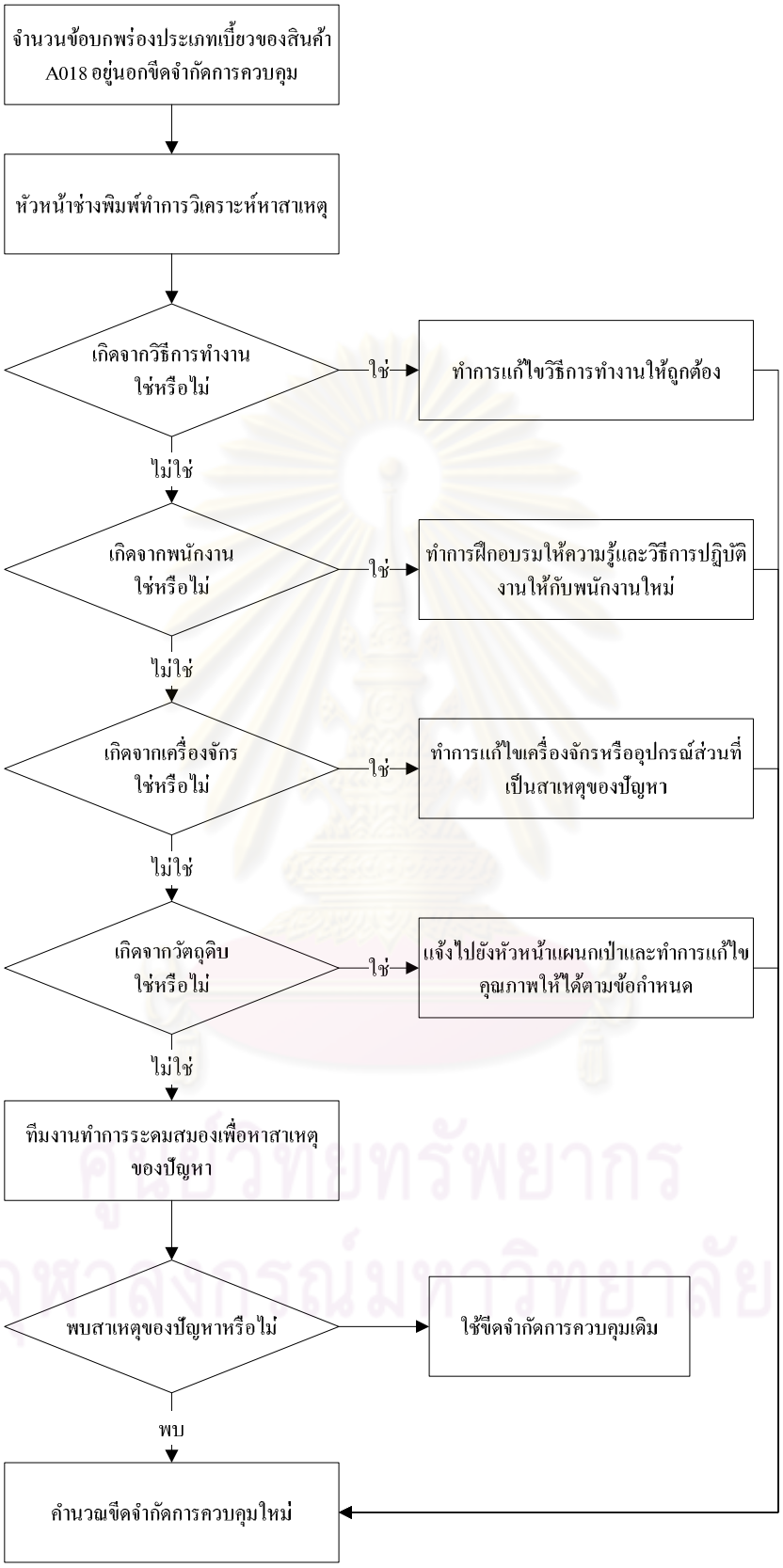
(3) Trend หรือ แนวโน้ม พิจารณาจากการที่กราฟแสดงจุด 7 จุดต่อเนื่อง เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างต่อเนื่องในแผนภูมิควบคุม โดยมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงระดับทีละน้อย

(4) Cycle หรือ วัฏจักร คือรูปแบบที่แสดงถึงการขึ้นลงของข้อมูลอย่างมีระบบในคาบเวลาที่เท่ากัน

5) แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

ถ้ามีจุดใดออกนอกขีดจำกัดการควบคุม (Out of control) ของแผนภูมิควบคุม *c* แล้วต้องหาค่าความแปรผันที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติให้ได้ เพื่อป้องกันไม่ให้สาเหตุดังกล่าวเกิดขึ้นอีก โดยขั้นตอนการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อทำให้กระบวนการเข้าสู่สภาวะการควบคุมโดยเร็วมีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 6.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.1 แผนการแก้ไขและป้องกันเมื่อเกิดสภาวะออกนอกการควบคุม

6.5 การประเมินผลการปฏิบัติงาน

หลังจากที่ได้นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ หัวหน้าช่างพิมพ์เป็นผู้รวบรวมข้อมูลของเสียของสินค้ารหัส A018 ประกอบกับแผนภูมิควบคุมกระบวนการที่สร้างขึ้นสำหรับนำมาใช้ประเมินผลจากการนำขั้นตอนการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ และทำการสรุปผลข้อมูลที่ได้ภายในที่ประชุมของทีมงาน

6.6 สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ในบทนี้ได้ทำการกำหนดแผนการดำเนินงานสำหรับนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการฝึกอบรมพนักงาน การทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ และการประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยได้กำหนดรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงกำหนดเวลาและผู้รับผิดชอบ เพื่อนำไปสู่การประเมินผลการปฏิบัติงานในระยะต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 7

ระยะการประเมินผล

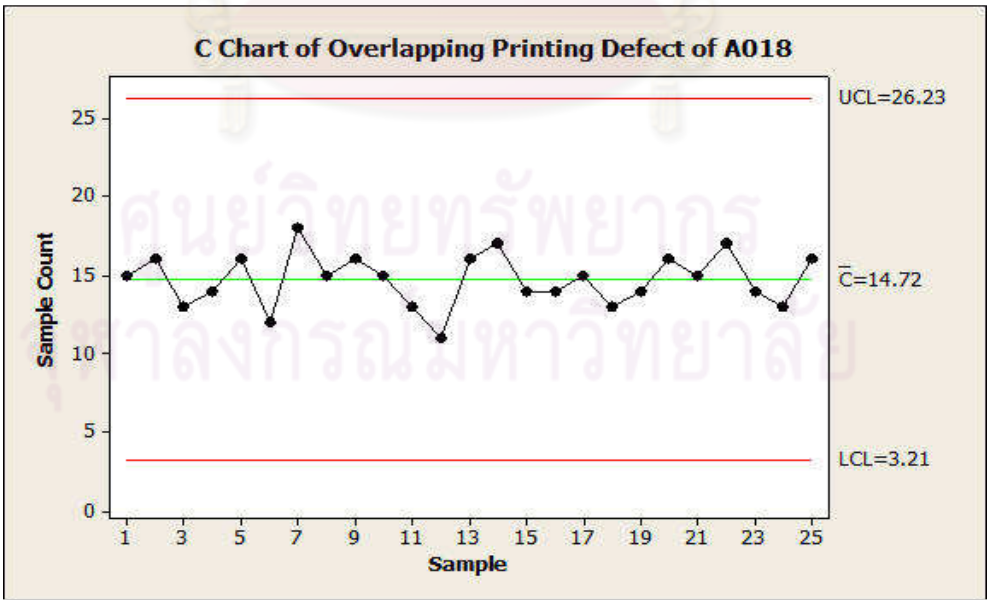
หลังจากนำขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้จากระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา (บทที่ 5) ไปปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานในระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ (บทที่ 6) แล้ว สำหรับระยะนี้เป็นการประเมินผลการปฏิบัติงานจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ ซึ่งข้อมูลที่ได้ประกอบไปด้วยข้อมูลหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ และการประเมินผล

7.1 ข้อมูลหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

หลังจากที่ได้นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติตามแผนการดำเนินงานแล้ว ได้ข้อมูลดังนี้

7.1.1 แผนภูมิควบคุม

หลังจากนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ทำการสร้างแผนภูมิควบคุมดังรายละเอียดที่กล่าวไปก่อนหน้านี้ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ 25 ข้อมูล (ค่าเฉลี่ยจาก 6 ตัวอย่าง เนื่องจากในระหว่างขั้นตอนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติมีการสั่งซื้อสินค้ารหัส A018 จำนวน 6 ครั้ง) ดังรูปที่ 7.1

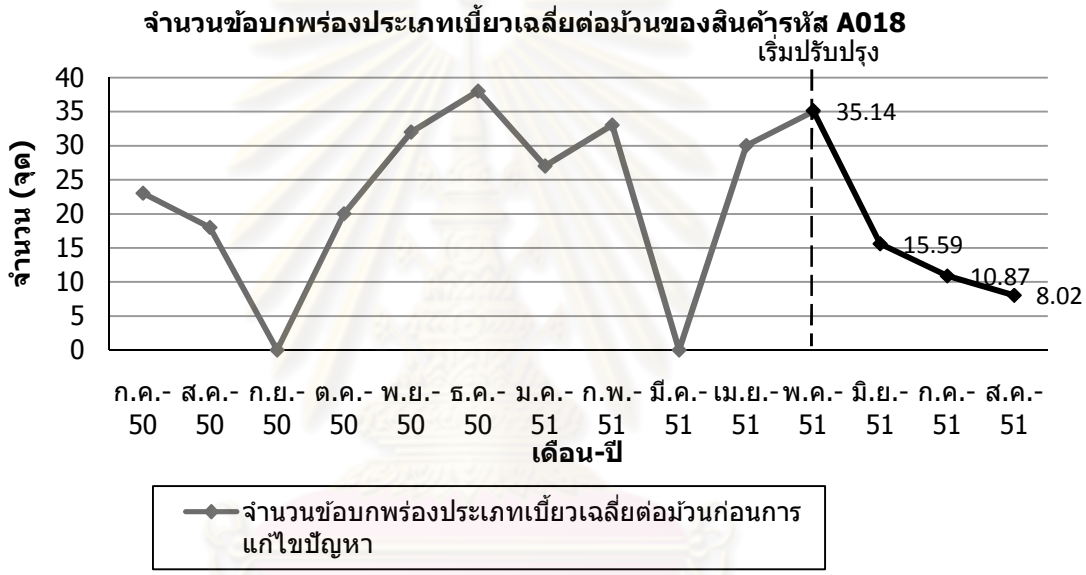


รูปที่ 7.1 แผนภูมิควบคุม *c* ของจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018

จากรูปที่ 7.1 จะเห็นว่า จุดทั้งหมดอยู่ภายในขีดจำกัดของแผนภูมิควบคุม และไม่เป็นไปตามกฎการตัดสินใจทั้ง 4 ข้อดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 6 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการพิมพ์สินค้ารหัส A018 อยู่ภายใต้สภาวะการควบคุมที่ค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเท่ากับ 14.72 จุดต่อฟิล์ม 1 ม้วน

7.1.2 จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018

จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อม้วนของสินค้ารหัส A018 แสดงในรูปที่ 7.2

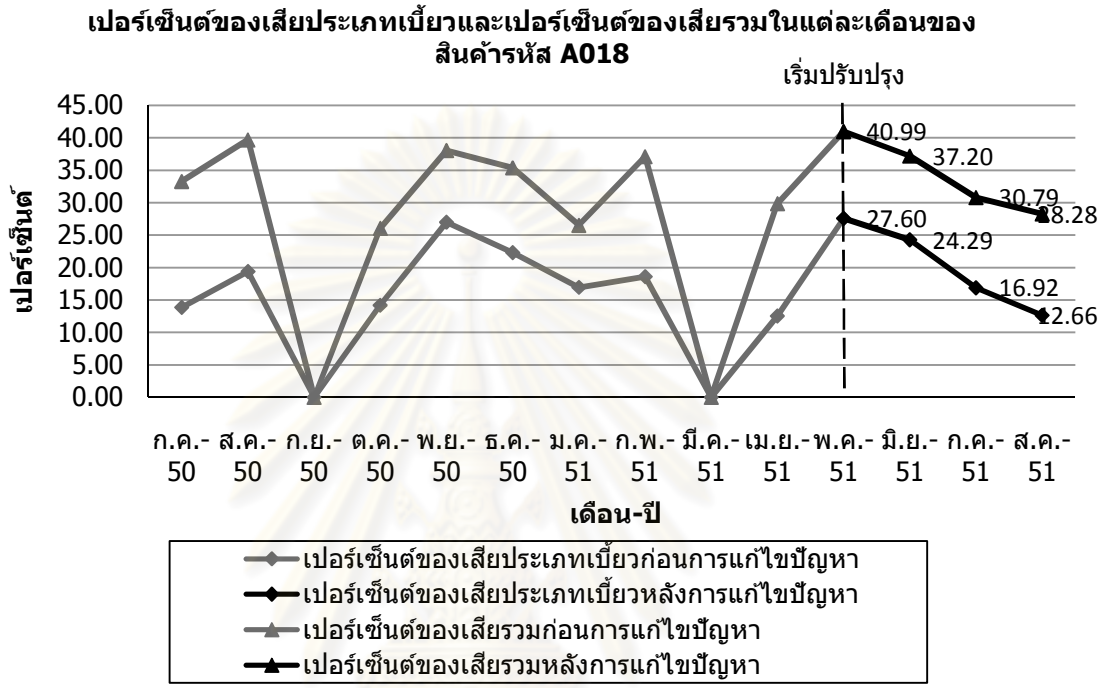


รูปที่ 7.2 กราฟแสดงจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเฉลี่ยต่อม้วนในแต่ละเดือนของสินค้ารหัส A018 ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

จากรูปที่ 7.2 จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ก่อนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2551 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35.14 จุดต่อม้วนต่อเดือน ในขณะที่หลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 มีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งในเดือนสิงหาคม ปีเดียวกัน มีค่าเท่ากับ 8.02 จุดต่อม้วนต่อเดือน

7.1.3 เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมของสินค้ารหัส A018

เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมในแต่ละเดือนของสินค้ารหัส A018 แสดงในรูปที่ 7.3

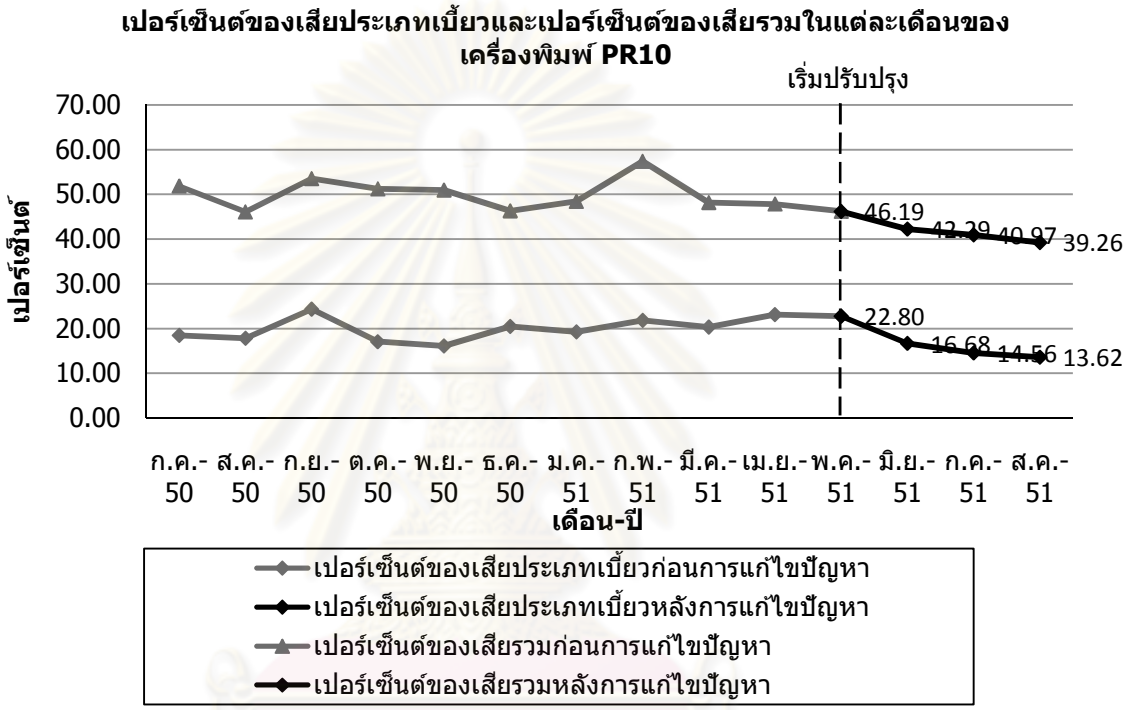


รูปที่ 7.3 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียของสินค้ารหัส A018 ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

รูปที่ 7.3 แสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง โดยก่อนที่จะนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2551 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.60 และ 40.99 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน ตามลำดับ หลังจากที่ได้นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติปรากฏว่าในเดือนสิงหาคม ปีเดียวกัน เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.66 และ 28.28 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน ตามลำดับ

7.1.4 เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมของเครื่องพิมพ์ PR10

เนื่องจากในขั้นตอนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติได้ดำเนินการโดยใช้ระเบียบวิธีการแก้ปัญหาในกระบวนการพิมพ์ที่สร้างขึ้นสำหรับพิมพ์งานโดยเครื่องพิมพ์ PR10 และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมของงานทั้งหมดที่พิมพ์โดยเครื่องพิมพ์ PR10 ในแต่ละเดือนแสดงในรูปที่ 7.4

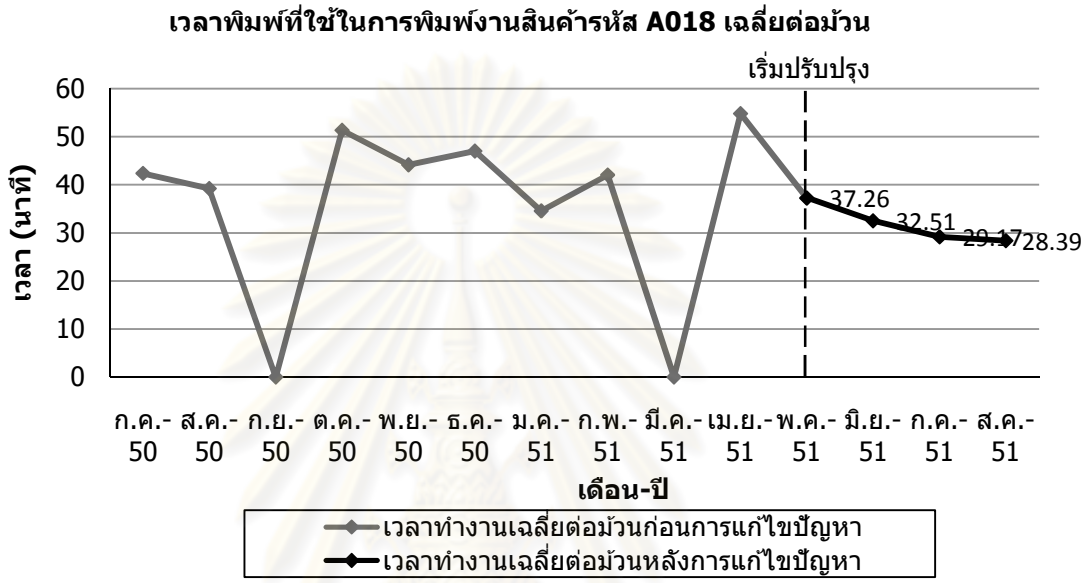


รูปที่ 7.4 กราฟแสดงเปอร์เซ็นต์ของเสียของเครื่องพิมพ์ PR10 ก่อนและหลังการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

จากรูปที่ 7.4 ก่อนการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2551 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.80 และ 46.19 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน ตามลำดับ และหลังจากที่ได้นำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติในเดือนสิงหาคม ปีเดียวกัน พบว่า เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมลดลงเหลือเฉลี่ยเท่ากับ 13.62 และ 39.26 เปอร์เซ็นต์ต่อเดือน ตามลำดับ

7.1.5 เวลาทำงานของเครื่องพิมพ์ PR10

ผลพลอยได้จากการสร้างระเบียบวิธีปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์สำหรับสินค้ารหัส A018 ขึ้นมาและนำมาใช้ปฏิบัติจริงทำให้เวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานเฉลี่ยต่อม้วนมีแนวโน้มลดลง ดังแสดงในรูปที่ 7.5



รูปที่ 7.5 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานสินค้ารหัส A018 เฉลี่ยต่อม้วน

จากรูปที่ 7.5 จะเห็นว่า ก่อนที่จะนำระเบียบวิธีการปฏิบัติงานมาใช้ เวลาพิมพ์งานสินค้ารหัส A018 เฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 37.26 นาทีต่อม้วน และหลังจากปฏิบัติภายใต้ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน เวลาพิมพ์งานสินค้ารหัส A018 เฉลี่ยลดลงเหลือ 28.39 นาทีต่อม้วน

7.2 การประเมินผล

ผลจากการนำวิธีการแก้ไขปัญหาไปปฏิบัติอันประกอบไปด้วย การนำผลที่ได้จากการออกแบบการทดลองมาใช้กำหนดการปฏิบัติงานในส่วนของการปรับตั้งอุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 และ 8 และค่าแรงตึงของม้วนฟิล์ม ร่วมกับการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์สำหรับสินค้ารหัส A018 และกำหนดแผนในการนำไปใช้งานจริง ได้นำเสนอต่อที่ประชุมทีมงานของโรงงานกรณีศึกษา โดยผลของการนำวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวไปใช้ในการปฏิบัติงานของพนักงานในช่วงระยะเวลาที่ดำเนินงานวิจัยแสดงอยู่ในตารางที่ 7.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7.1 ผลของการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ผล	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง
1) จำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเฉลี่ยของสินค้ารหัส A018 (จุดต่อม้วน)	35.14	8.02	27.12
2) เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยของสินค้ารหัส A018 (เปอร์เซ็นต์)	27.60	12.66	14.94
3) เปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส A018 (เปอร์เซ็นต์)	40.99	28.28	12.71
4) เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวเฉลี่ยของเครื่องพิมพ์ PR10 (เปอร์เซ็นต์)	22.80	13.62	9.18
5) เปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของเครื่องพิมพ์ PR10 (เปอร์เซ็นต์)	46.19	39.26	6.93
6) เวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานสินค้ารหัส A018 เฉลี่ย (นาทีต่อม้วน)	37.26	28.39	8.87

โดยผลสรุปภายในทีมงานเป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากว่า ก่อนหน้านี้โรงงานกรณีศึกษายังไม่สามารถแก้ปัญหาเรื่องของเสียได้เลย อีกทั้งยังไม่มีแนวทางในการแก้ไขปัญหา และแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหายังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ต่อในงานอื่น ๆ ซึ่งคาดว่าน่าจะส่งผลให้ของเสียรวมทั้งหมดลดลงได้

7.3 สรุปผลระยะการประเมินผล

จากการประเมินผลการปฏิบัติงานในที่ประชุมทีมงานพบว่า ทีมงานมีความพึงพอใจในผลของการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งส่งผลทำให้สามารถลดจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเฉลี่ยลงได้ 27.12 จุดต่อม้วน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส A018 ลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของสินค้าทั้งหมดที่ผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ PR10 ลดลง 9.18 และ 6.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อีกทั้งยังเกิดผลพลอยได้ทำให้เวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานเฉลี่ยลดลง 8.87 นาทีต่อม้วน

บทที่ 8

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากรายละเอียดภายในงานวิจัยที่ได้ดำเนินการมาทั้งหมด สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

8.1 สรุปผลการวิจัย

ในการปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 1 ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่ ระยะการกำหนดกำหนดปัญหา ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ และระยะการประเมินผล ได้ผลสรุปแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ กับโรงงานกรณีศึกษา และผลที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยในแต่ละระยะ

8.1.1 สรุปผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ

งานวิจัยนี้ได้นำเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ของวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ภายในโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลของการปฏิบัติงานโดยใช้เครื่องมือดังกล่าวจากประสบการณ์ตรงของผู้วิจัยในรายละเอียดดังนี้

1) ความยาก-ง่ายในการนำไปปฏิบัติ
2) ความเหมาะสมของการนำไปใช้
3) ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติ
4) การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังสิ้นสุดงานวิจัย

โดยผลการวิเคราะห์การประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ในรายละเอียดดังกล่าวแสดงได้ในตารางที่ 8.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.1 ผลการประยุกต์ใช้เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ในงานวิจัย

เครื่องมือ/เทคนิคที่ใช้	ความยาก-ง่ายในการนำไปปฏิบัติ	ความเหมาะสมของการนำไปใช้	ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติ	การนำไปประยุกต์ใช้ต่อหลังสิ้นสุดงานวิจัย
แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process flowchart)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	ลำดับขั้นตอนการเชื่อมโยงของกระบวนการที่ชัดเจน	สามารถทำได้
กราฟ (Graph)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	รูปแบบและแนวโน้มของข้อมูล	สามารถทำได้
แผนภาพการกระจาย (Scatter diagram)	มีความยากในระดับปานกลาง เนื่องจากต้องมีการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	มีความเหมาะสม	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สนใจ	สามารถทำได้
การระดมสมอง (Brainstorming)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	การทำงานร่วมกันเป็นทีม และการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากหลาย ๆ คนเข้าด้วยกัน	สามารถทำได้
แผนภาพพาเรโต (Pareto diagram)	มีความยากในระดับปานกลาง เนื่องจากต้องอาศัยความเข้าใจในหลักการและการคำนวณเข้ามาช่วย	มีความเหมาะสม	สัดส่วน 80-20 ของข้อมูล ที่ทำให้สามารถสรุปหาต้นเหตุที่สำคัญในเรื่องพิจารณาได้	สามารถทำได้
แผนผังแสดงสาเหตุและผล (Cause-and-effect diagram)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	สาเหตุในด้านต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ในเรื่องที่พิจารณา	สามารถทำได้
แบบสอบถาม (Questionnaire)	มีความยากในระดับปานกลาง เนื่องจากต้องอาศัยเทคนิคในการตั้งคำถามที่กระชับและรัดกุมเพียงพอ	มีความเหมะสม	ผลการให้คะแนนของคำภามภายในแบบสอบถามที่เป็นข้อสรุปความคิดเห็นของคนส่วนใหญ่ที่ทำแบบสอบถาม	สามารถทำได้
แผนผังต้นไม้ (Tree diagram)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	มีความเหมาะสม	แนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ	สามารถทำได้
แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง (Affinity diagram)	มีความง่ายในการนำไปปฏิบัติ	อาจไม่จำเป็นต้องใช้ก็ได้	การเชื่อมโยงแต่ละแนวคิดเข้ารวมกันเป็นกลุ่ม เพื่อช่วยให้สามารถจัดการได้อย่างเป็นระบบ ไม่สับสน	สามารถทำได้
การออกแบบการทดลอง (Design of experiment)	มีความยากมากในการนำไปปฏิบัติ เนื่องจากต้องอาศัยความรู้และเครื่องมือทางสถิติในการออกแบบและวิเคราะห์ผล	มีความเหมาะสม	ปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการและค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งปัจจัยนั้น	อาจไม่สามารถทำได้ เนื่องจากต้องใช้บุคคลที่มีความรู้ทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.1.2 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยในแต่ละระยะ

ในการปฏิบัติตามขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 1 ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่ (I) ระยะการกำหนดกำหนดปัญหา (II) ระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา (III) ระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา (IV) ระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ และ (V) ระยะการประเมินผล ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

1) สรุปผลระยะการกำหนดปัญหา

ระยะนี้เป็นการกำหนดปัญหาสำหรับนำมาศึกษาในงานวิจัย โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บอยู่ภายในฐานข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาด้วยกราฟและแผนภาพการกระจาย ซึ่งทำให้สามารถกำหนดปัญหาที่จะทำการหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขได้คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวในกระบวนการพิมพ์ผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร รหัสสินค้า A018 จากเครื่องพิมพ์ PR10

2) สรุปผลระยะการหาสาเหตุหลักของปัญหา

ระยะนี้ได้ทำการหาสาเหตุหลักของปัญหาที่พิจารณา โดยเริ่มต้นจากการใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผล ซึ่งแสดงข้อมูลสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการระดมสมองภายในทีมงาน หลังจากนั้นจึงนำสาเหตุต่าง ๆ มาให้ทีมงานให้คะแนนความสัมพันธ์กันระหว่างสาเหตุและปัญหาจากการทำแบบสอบถาม แล้วสรุปออกมาโดยใช้แผนภาพพาเรโตแสดงผลรวมคะแนนของแต่ละสาเหตุจากมากไปน้อย จากการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกที่คะแนนรวมมากกว่า 25 คะแนนขึ้นไป ทำให้สามารถหาสาเหตุหลักของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ซึ่งมีทั้งหมด 9 สาเหตุ ได้แก่ ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน และความหย่อนของฟิล์มบางส่วน และเมื่อทำการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) ทำให้ได้สาเหตุสำหรับนำไปหาวิธีแก้ไข 4 สาเหตุ อันได้แก่ ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน และการขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

3) สรุปผลระยะการหาวิธีการแก้ปัญหา

ระยะนี้ได้เป็นการหาวิธีการสำหรับนำมาใช้แก้ปัญหาโดยเริ่มจากการจัดกลุ่มของวิธีการแก้ปัญหาของสาเหตุหลักแต่ละข้อเข้าด้วยกันโดยใช้แผนผังกลุ่มเชื่อมโยง จนสามารถได้วิธีการแก้ปัญหาหลัก ๆ 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการออกแบบการทดลอง ซึ่งทำให้ทราบถึงค่าของการปรับตั้งปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดจำนวนข้อบกพร่องขึ้นกับงานสินค้ารหัส A018 น้อยที่สุด ได้แก่ อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7 มีค่าเท่ากับ 50ºC อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8 มีค่าเท่ากับ 50ºC และแรงตึง

ของม้วนฟิล์มมีค่าเท่ากับ 15 N/mm. โดยตัวแปรตอบสนองคือจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 และขั้นตอนการสร้างระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ที่ถูกต้องขึ้นใช้เพื่อควบคุมกระบวนการ

4) สรุปผลระยะการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ

ในระยะนี้ได้เป็นการสร้างแผนการดำเนินงานขึ้นมาเพื่อใช้ดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนการฝึกอบรมพนักงาน การทบทวนขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานก่อนเริ่มปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานตามขั้นตอนของระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ การสร้างแผนภูมิควบคุมกระบวนการ และการประเมินผลการปฏิบัติงาน

5) สรุปผลระยะการประเมินผล

ระยะสุดท้ายเป็นการการประเมินผลการปฏิบัติงานภายในที่ประชุมทีมงาน ซึ่งจากผลการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติพบว่า สามารถลดจำนวนข้อบกพร่องประเภทเบี้ยวเฉลี่ยได้ 27.12 จุดต่อม้วน ทำให้เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของสินค้ารหัส A018 ลดลง 14.94 และ 12.71 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของสินค้าทั้งหมดที่ผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ PR10 ลดลง 9.18 และ 6.93 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และเวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานเฉลี่ยลดลง 8.87 นาทีต่อม้วน ซึ่งพบว่า ทีมงานทุกคนมีความพึงพอใจในผลของการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้

โดยการดำเนินงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กล่าวไว้ในบทที่ 1 ได้ดังตารางที่ 8.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8.2 ผลการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

วัตถุประสงค์	เนื้อหาบทที่	การดำเนินงาน	ผลลัพธ์ที่ได้
1) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหาคุณภาพที่เกิดในกระบวนการพิมพ์โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ	3	● กำหนดปัญหาที่จะนำไปพิจารณาหาเหตุหลักของปัญหา	● ประเด็นปัญหาที่พิจารณา คือ ปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร
	4	● หาสาเหตุหลักของปัญหา	● สาเหตุหลักของปัญหา ได้แก่ ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน และความหย่อนของฟิล์มบางส่วน
		● หาสาเหตุที่จะดำเนินการแก้ไข	● สาเหตุที่จะนำไปแก้ไข ได้แก่ ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
2) เพื่อเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยประยุกต์ใช้เทคนิคกาควบคุมคุณภาพ เทคนิคทางการจัดการ และการออกแบบการทดลอง	5	● พัฒนาวิธีการแก้ปัญหา	● การออกแบบการทดลองและการสร้างระเบียบวิธีขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์
	6	● นำวิธีการแก้ปัญหาไปดำเนินการปฏิบัติจริง	● การดำเนินการตามแผนงานที่กำหนด
	7	● ประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ	● เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ลดลง 14.94 % ● เปอร์เซ็นต์ของเสียรวมของสินค้ารหัส A018 ลดลง 12.71 % ● เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้าที่ผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ PR10 ลดลง 9.18 % ● เปอร์เซ็นต์ของเสียรวมเฉลี่ยของสินค้าที่ผลิตด้วยเครื่องพิมพ์ PR10 ลดลง 6.93 % ● เวลาที่ใช้ในการพิมพ์งานเฉลี่ยลดลง 8.87 นาทีต่อม้วน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ข้อจำกัดของงานวิจัยมีดังนี้

1) งานวิจัยนี้มุ่งแก้ปัญหาของเสียประเภทเบี้ยวที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษาเท่านั้น

2) รายการสินค้าที่คัดเลือกมาศึกษามีเพียงรายการเดียวเท่านั้น คือ สินค้ารหัส A018

3) เครื่องจักรที่นำมาใช้ทำการศึกษาและทดลองมีเพียงเครื่องเดียวเท่านั้น คือ เครื่อง PR10

4) ม้วนฟิล์มที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทดลองเป็นม้วนฟิล์มที่ผลิตมารุ่นเดียวกัน

8.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย มีดังนี้

1) การนัดประชุมระหว่างบุคลากรต่าง ๆ ภายในทีมงานค่อนข้างลำบาก เนื่องจากในแผนกพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษามีงานเป็นจำนวนมากและทำไม่ทันโดยตลอด ซึ่งเวลาที่แต่ละคนว่างตรงกันและสามารถนัดประชุมได้มีน้อย

2) การประสานงานระหว่างบุคลากรแต่ละท่านค่อนข้างมีปัญหา เนื่องจากขาดวิศวกรประจำโรงงานในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้จัดการแผนก หัวหน้าช่าง และพนักงานปฏิบัติการ

3) ความไม่เข้าใจและไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานของพนักงานบางคน เนื่องจากความเคยชินในการปฏิบัติงานที่เคยทำมาก่อน จึงทำให้ต้องใช้เวลาในการสื่อสารเพื่อทำความเข้าใจพอสมควร

4) การดำเนินการทดลองไม่สามารถทำครั้งละปัจจัยเพื่อประเมินผลเบื้องต้นของแต่ละปัจจัยที่มีต่อผลตอบสนองได้ เนื่องจากข้อจำกัดของโรงงานที่มีงานเป็นจำนวนมากทำให้เครื่องจักรไม่มีเวลาพอและไม่สามารถใช้จำนวนตัวอย่างได้มาก

5) การปรับตั้งค่าระดับของปัจจัยที่วิเคราะห์ได้จากผลการทดลองในการปฏิบัติงานจริงอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นเนื่องจากความผันแปรของเครื่องจักรหรือขั้นตอนการในการปรับตั้ง ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผลที่ได้จากการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ ทำให้ไม่สามารถลดจำนวนข้อบกพร่องลงได้เท่าที่กับค่าที่ประมาณไว้ ซึ่งในจุดนี้ยังไม่มีเครื่องมือที่จะมาตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการปรับตั้งดังกล่าว

8.4 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยมีความเห็นว่า โรงงานกรณีศึกษาควรมีการดำเนินการเพิ่มเติมในบางประเด็น ดังนี้

1) โรงงานกรณีศึกษาควรสอบถามข้อมูลจากผู้ขายเครื่องพิมพ์ให้กับโรงงานถึงเปอร์เซ็นต์ของเสียปกติที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องจักร เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบและประเมินถึงสมรรถนะในกระบวนการพิมพ์ของโรงงาน ทำให้ทราบว่า ระดับเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นในโรงงานมีค่าใกล้เคียงหรือแตกต่างจากค่าปกติที่ควรจะเป็นอย่างไร

2) จากการนำวิธีการแก้ปัญหาไปปฏิบัติ พบว่า ผลที่ได้ คือ เปอร์เซ็นต์ของเสียประเภทเบี้ยวและเปอร์เซ็นต์ของเสียรวมของสินค้ารหัส A018 มีค่าเท่ากับ 12.66 และ 28.28 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งถือได้ว่ายังเป็นค่าที่สูงอยู่ โดยจากการเข้าไปดำเนินงานวิจัยในโรงงานกรณีศึกษา ผู้วิจัยพบว่า ปัญหาหลักที่เกิดจากพนักงานเป็นปัญหาที่เรื้อรังและไม่สามารถแก้ไขได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนพนักงานบ่อยจากการลาออกของพนักงาน หรือการหยุดงานของพนักงาน รวมถึงการไม่ใส่ใจของพนักงานต่อผลการปฏิบัติงานและปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น ทำให้การแก้ปัญหาของเสียไม่สามารถปฏิบัติให้เกิดผลสำเร็จได้ดีเท่าที่ควร ซึ่งในส่วนนี้ผู้บริหารของโรงงานกรณีศึกษาจำเป็นที่จะต้องทบทวนระบบการจัดการทรัพยากรบุคคลภายในองค์กร เพื่อให้การปฏิบัติงานของพนักงานดำเนินไปในทิศทางเดียวกับแนวทางที่ผู้บริหารต้องการ

3) การดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาของเสียประเภทเบี้ยวของสินค้ารหัส A018 ซึ่งเป็นสินค้ารายการหนึ่งในสินค้าผลิตภัณฑ์ถุงบรรจุผ้าอนามัยที่ผลิตจากวัตถุดิบแผ่น PE นม ขนาด 0.04 มิลลิเมตร นั้นควรนำไปใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สำหรับแก้ปัญหาของเสียของสินค้ารายการอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

4) ในกระบวนการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมายังไม่ได้ทำการแก้ปัญหาอันเกิดจากวัตถุดิบโดยตรง โดยวัตถุดิบที่ผลิตจากแผ่น PE นมเป็นวัตถุดิบที่โรงงานกรณีศึกษาทำการเป่าเอง ดังนั้นจึงควรเข้าไปศึกษาและแก้ปัญหาที่กระบวนการเป่า รวมถึงควบคุมกระบวนการเป่าให้มีคุณสมบัติตรงตามข้อกำหนดสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการพิมพ์และกระบวนการแปรรูปอื่น ๆ

5) โรงงานกรณีศึกษาควรมีผู้ที่มีความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ เนื่องจากโรงงานมีการเก็บข้อมูลอยู่ภายในฐานข้อมูลเป็นอย่างดี แต่ยังไม่ได้นำออกมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2547. **ระบบการควบคุมคุณภาพหน้าที่หน้างาน: คิวซีเซอร์เคิล**. อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. **หลักการการควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2550.

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550. **หลักการการควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2551. **FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ**. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

จุฑามาส มาตย์สถิต, ลดาวัลย์ เพียรทำ และ ชวลิต แสงสวัสดิ์. 2548. **การทดลองเพื่อหาแรงดึงที่เหมาะสมของแผ่นฟิล์มพลาสติกสำหรับงานพิมพ์สีกราวัวร์**. โครงงานบัณฑิตศึกษา สาขาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ทองฟู ศิริวงศ์. 2550. **การจัดการทรัพยากรมนุษย์**. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาการจัดการ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธนาคารนครหลวงไทย. 2550. **ถุงและกระสอบ บรรจุภัณฑ์พลาสติกไทย ...ตลาดในเติบโต... ส่งออกชะลอลง**[Online]. กรุงเทพธุรกิจ. แหล่งที่มา: http://www.bangkokbiznews.com/2007/03/30/WW02_0209_news.php?newsid=62016 [30 มกราคม 2551]

บรรยงค์ โตจินดา. 2542. **องค์การและการจัดการ**. กรุงเทพมหานคร: รวมสาส์น.

บุญเกียรติ ดีสุขสถิต. 2545. **การวิเคราะห์ความสูญเสียของการพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปารเมศ ชุติมา. 2545. **การออกแบบการทอลองทางวิศวกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มณี เตชาพลาเลิศ และ ประสาตร์ ตั้งกาญจนศรี. 2531. **การศึกษาการปรับผิวหน้าพลาสติกเพื่อการพิมพ์บรรจุภัณฑ์**. โครงงานบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

โยชิโนบุ นายาทานิ และคณะ. 2547. **7 new QC tools**. แปลและเรียบเรียงโดย วิฑูรย์ สิมะโชคดี. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

โรงงานอุตสาหกรรม, กรม. 2551. **รายชื่อโรงงานที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบกิจการ ประเภทที่ 53 ณ สิ้นปี 2550**. กรุงเทพมหานคร: กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

ลัดดา เรียงเลิศ. 2538. **การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการพิมพ์สีในโรงงานผลิตพื้นยางนีโอไลท์**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. **การควบคุมคุณภาพ Quality Control**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 2551. **ภาวะอุตสาหกรรมพลาสติก**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม. แหล่งที่มา: http://www.oie.go.th/industrystatus1_th.asp[30 มกราคม 2551]

เสรี ยูนิพันธุ์, จรูญ มหิทธาฟองกุล และดำรง ทวีแสงสกุลไทย. 2528. **เทคนิคการควบคุมคุณภาพ**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุชิต ศักดิ์สุริยา. 2546. **เส้นโค้งลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตน้ำหนักสีโดยเทคนิคการพิมพ์การวัวร์บนพลาสติก OPP**. โครงงานบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Automotive Industry Action Group (AIAG). 2001. **Potential failure mode and effects analysis**. อ้างถึงใน กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. **FMEA การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ**. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2551.

Productivity Improvement Team. 2550. **งานที่เป็นมาตรฐาน (Standard work for the shopfloor).** แปลและเรียบเรียงโดย วิทยา สุหฤทดำรง และยุพา กลอนกลาง. กรุงเทพมหานคร: อี.ไอ.สแควร์ สำนักพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

Ahmed, S., and Hassan, M. 2003. Survey and case investigations on application of quality management tools and techniques in SMIs. **International Journal of Quality & Reliability Management** 20, 7: 795-826.

Alsaleh, N. A. 2007. Application of quality tools by the Saudi food industry. **The TQM Magazine** 19, 2: 150-161.

Bamford, D. R., and Greatbanks, R. W. 2005. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. **International Journal of Quality & Reliability Management** 22, 4: 376-392.

Barad, M., and Kayis, B. 1994. Quality teams as improvement support systems (ISS): An Australian perspective. **Management Decision** 32, 6: 49-57.

Bergman, B., and Klefsjö, B. 1994. **Quality from customer needs to customer satisfaction**. Sweden: McGraw-Hill.

Brassard, M., and Ritter, D. 1994. **The memory jogger II**. 1st ed. MA: GOAL/QPC.

Breyfogle III, F. W. 1999. **Implementing six sigma smarter solutions using statistical methods**. New York: John Wiley & Sons.

Brunet, A. P., and New, S. 2003. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management** 23, 12: 1426-1446.

Ceridwen, J. 1992. Using quality's tools: what's working well?. **The Journal for Quality & Participation** 15, 2: 92-8.

Deming, W. E. 1986. **Out of the crisis**. MA: Massachusetts Institute of Technology, Centre for Advanced Engineering Study.

Elsayad, S., Morsy, F., El-Sherbiny, S., and Abdou, E. 2002. Some factors affecting ink transfer in gravure printing. **Pigment and Resin Technology** 31, 4: 234-240.

Feigenbaum, A. V. 1991. **Total quality control**. 3rd ed-revised. New York: McGraw-Hill.

Foster, S. T. 2007. **Managing quality: Integrating the supply chain**. 3rd ed. New Jersey: Pearson Education.

Gabor, A. 1990. **The man who discovered quality: How W. Edwards Deming brought the quality revolution to American – The Stories of Ford, Xerox and GM**. New York: Times Books.

Garrison, R. H., Noreen, E. W., and Brewer, P. C. 2008. **Managerial accounting**. 12th ed. New York: McGraw-Hill.

Gitlow, H., Gitlow, S., Oppenheim, A., and Oppenheim, R. 1989. **Tools and methods for the improvement of quality**. MA: RICHARD D. IRWIN.

Gravure Education Foundation and Gravure Association of America. 2003. **Gravure process and technology**. KY: Quebecor World Inc.

Groover, M. P., and Zimmers, E. W. 1997. **CAD/CAM: Computer-aided design and manufacturing**. New Jersey: Prentice-Hall.

Hagemeyer, C. H., and Gershenson, J. K. 2006. Classification and application of problem solving quality tools. **The TQM Magazine** 18, 5: 455-483.

Hayden, J. 1992. HRD and quality: The chicken of egg?. **Training & Development** (January 1992): 49-52.

Ishikawa K. 1990. **Introduction to quality control**. London: Chapman&Hall.

Juran, J. M., and Godfrey, A. B. 1999. **Juran's quality handbook**. 5th ed. New York: McGraw-Hill.

Longenecker, C. O., and Scazzero, J. A. 1994. Quality improvement through team goal setting, feedback, and problem solving**. International Journal of Quality & Reliability management** 11, 4: 45-52.

Montgomery, D. C. 2001. **Design and analysis of experiments**. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.

Montgomery, D. C. 2005. **Introduction to statistical quality control**. 5th ed. New Jersey: John Wiley & Sons.

Motwani, J. G., Frahm, M. L., and Kathawala, Y. 1994. Achieving a competitive advantage through quality training. **Training for Quality** 2, 1: 35-40.

Piette, P., Morin, V., and Maume, J.P. 1997. Industrial-scale rotogravure printing tests. **PTS-Streicherei-Symposium** 125, 16: 744-750.

Pudas, M., et al. 2005. Gravure printing of conductive particulate polymer inks on flexible substrates. **Progress in Organic Coatings** 54: 310-316.

Spring, M., McQuater, R., Swift, K., Dale, B., and Booker, J. 1998. The use of quality toolsd and techniques in product introduction: an assessment methodology. **The TQM Magazine** 10, 1: 45-50.

Stratton, A. D. 1990. Kaizen and variability. **Quality Progress** (April 1990): 44-50.

Thawesaengskulthai, N., and Tannock, J. D. T. 2008. Pay-off selection criteria for quality and improvement initiatives. **Internation Journal of Quality & Reliability Management** 25, 4: 366-382.

The U.S. Environmental Protection Agency. 2001. Design for environment gravure partnership. **EPA**. 744-F-01-001 (February 2001): 1-5.

Watson, C. D. 1990. Enhancing group performance: An Examination of the separate and combined effects of group feedback and group goal setting. **Journal of Management Systems** 2, 2: 49-60.

Westbrook, R. 1995. Organizing for total quality case research from Japan**. International Journal of Quality & Reliability Management** 12, 4: 8-25.

Wikipedia. 2008. ISO9000. **Wikitionary**[Online]. Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/ISO_9000[30 Jan 2008]

Wikipedia. 2008. Quality. **Wikitionary**[Online]. Available from: http://en.wiktionary.org/wiki/quality[30 Jan, 2008]

Yin, X., and Kumar., S. 2006. Flow visualization of the liquid-empty process in scaled-up gravure grooves and cells. **Chemical Engineering Science** 61: 1146-1156.

Zagarow, H.W. 1990. The training challenge. **Quality** (August 1990): 6-22.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
รหัสของของเสียแต่ละประเภท

เพื่อให้สามารถแสดงข้อมูลได้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึงได้กำหนดรหัสให้กับของเสียแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นทั้งหมดในโรงงานกรณีศึกษาดังต่อไปนี้

ตารางที่ ก.1 รหัสของของเสียแต่ละประเภท

รหัส	ประเภทของเสีย	รหัส	ประเภทของเสีย
B1	ถุงเป็นเม็ด	SL1	ผ่าเสีย
B2	ถุงหย่อน	SL2	ไส้ (สลิต)
P1	สีไม่ได้มาตรฐาน	SE1	ซีลเสีย
P2	เบี้ยว	SE2	ไส้ (ซีล)
P3	เลอะสี	SE3	ตั้งเครื่องซีล
P4	เส้นสี/เส้นใต้มีด	R1	กรอเสีย
P5	สีถอน	R2	รอยขูด/ขาดข้าง
P6	สีเกาะบล็อก	R3	ปรุเสีย
P7	รอบบล็อก	R4	ตั้งเครื่องกรอ
P8	มีดแตก	C1	ตัดเสีย
P9	สีเหลว/ด่าง	C2	ตั้งเครื่องตัด
P10	แมลง	FR1	กรอเสีย
P11	รอยลูกยาง	FR2	น้ำยาทะลุ
P12	รอยลูกโป่ง	FR3	ถุงหย่อน
P13	ถุงยับ	FR4	ฟองอากาศ
P14	ละเลงสี	FR5	รอยกรอ
P15	สกปรก	FR6	ตั้งเครื่องกรอ
P16	ผ่าข้าง	FC1	ตัดเสีย
P17	สกรีนตัน	FC2	ไส้
P18	หน้าเครื่อง	FC3	ตั้งเครื่องตัด
P19	ม้วนทดสอบ		

ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ของโรงงานกรณีศึกษามีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ ก.2 ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์แต่ละประเภท

รหัส	ประเภทของเสีย	ลักษณะหรือสาเหตุ
P1	สีไม่ได้มาตรฐาน	สีที่พิมพ์ไม่ได้มาตรฐานตามข้อกำหนดของลูกค้า
P2	เบี้ยว	ตำแหน่งภาพและตัวหนังสือที่พิมพ์ไม่ตรงตามตัวอย่าง
P3	เลอะสี	มีสีเลอะติดลงไปบนผลิตภัณฑ์ที่พิมพ์เสร็จแล้ว
P4	เส้นสี/เส้นใต้มีด	ตำแหน่งของเส้นที่พิมพ์ไม่ตรงตามตัวอย่าง
P5	สีถอน	มีรอยที่เกิดจากการพิมพ์ไปติดที่ตำแหน่งอื่น
P6	สีเกาะบล็อก	สีที่พิพม์ไปเกาะบนบล็อก ส่งผลผลิตภัณฑ์ที่พิมพ์มีสีผิดเพี้ยน
P7	รอบบล็อก	บล็อกที่พิมพ์เป็นรอย ทำให้ภาพที่พิมพ์ได้ไม่ครบตามจำนวนใน 1 รอบ
P8	มีดแตก	มีดที่ใช้ปาดสีที่สกรีนแตก
P9	สีเหลว/ด่าง	ความเข้มข้นของสีไม่เหมาะสม
P10	แมลง	มีแมลงติดลงไปบนผลิตภัณฑ์ที่พิมพ์เสร็จแล้ว
P11	รอยลูกยาง/รอยลูกโป่ง	เกิดรอยที่มีลักษณะเหมือนลูกโป่งหรือรอยที่เกิดจากลูกยางบนผลิตภัณฑ์
P12	ถุงยับ	ผลิตภัณฑ์ที่พิมพ์เสร็จแล้วมีรอยยับ
P13	ละเลงสี	หมึกที่ใช้พิมพ์เกิดการผสมกัน
P14	สกปรก	ผลิตภัณฑ์มีรอยสิ่งสกปรกติดอยู่
P15	ผ่าข้าง	เป็นของเสียที่เกิดจากการผ่าข้างโดยใช้เครื่องพิมพ์เพื่อให้ได้ความกว้างของม้วนฟิล์มตามขนาดที่ต้องการ
P16	สกรีนตัน	ตัวสกรีนภายในเครื่องพิมพ์อุดตัน
P17	ลูกยางเบา	แรงที่ลูกยางกดลงบนม้วนฟิล์มน้อยเกินไป ทำให้ฟิล์มสัมผัสกับแม่พิมพ์ไม่มากพอ ส่งผลให้ภาพที่พิมพ์ไม่ชัดเจน
P18	หน้าเครื่อง	เป็นของเสียที่เกิดจากช่วงที่มีการเปลี่ยนม้วนพิมพ์
P19	ม้วนทดสอบ	เป็นม้วนชิ้นงานที่ใช้ทดสอบการพิมพ์เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับตัวอย่างสำหรับให้ลูกค้าปรู๊ฟสี ก่อนทำการพิมพ์จริง

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างแบบสอบถามที่ใช้ในการหาสาเหตุหลักของปัญหา

แบบสอบถามการให้คะแนนปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

ตำแหน่งงานของผู้ตอบแบบสอบถาม_____ วันที่_____

คำชี้แจง กรุณากรอกเครื่องหมาย ✕ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดตามความเป็นจริง

1 หมายถึง ไม่มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018

10 หมายถึง มีผลต่อปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018 มากที่สุด

ลำดับที่	รหัส	สาเหตุของปัญหาการพิมพ์เบี้ยวของสินค้ารหัส A018	คะแนน										
1	C1	ความหนาของฟิล์มไม่สม่ำเสมอ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	C2	ความหย่อนของฟิล์มบางส่วน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	C3	รอยยับจากการเก็บม้วนมาอัดแน่นเกินไป	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	C4	ความกว้างของฟิล์มไม่ได้มาตรฐาน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	C5	เครื่องจักรมีอายุการใช้งานนาน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	C6	ขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	C7	การสึกหรอของใบมีดปาดหมึก	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	C8	การสึกหรอของลูกยางกดแม่พิมพ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	C9	การคดของเพลาหมุนบล็อก	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	C10	แรงตึงของม้วนฟิล์มไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	C11	ระดับอุณหภูมิบนเครื่องพิมพ์ไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	C12	แรงกดลูกยางบนแผ่นฟิล์มไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	C13	แรงกดใบมีดลงบนแม่พิมพ์ไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14	C14	การปรับองศาใบมีดไม่เหมาะสม	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	C15	การต่อม้วนฟิล์มระหว่างพิมพ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	C16	การแทรกงานระหว่างพิมพ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	C17	พนักงานขาดการฝึกอบรมวิธีการทำงาน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	C18	พนักงานขาดแรงจูงใจในการทำงาน	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19	C19	พนักงานขาดความเอาใจใส่ในการตรวจสอบงานบนหน้าเครื่อง	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	C20	การหยุดเดินเครื่องจักรเนื่องจากเกิดปัญหาระหว่างพิมพ์	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์การทดลอง

ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์การทดลองโดยใช้โปรแกรม MATLAB

StdOrder	RunOrder	Temp1	Temp2	Tension	Defect	Fitted Value	Residual
3	1	50	70	15	11	12.3333	-1.33333
21	2	50	50	20	8	9.0000	-1.00000
5	3	50	50	20	10	9.0000	1.00000
4	4	70	70	15	13	11.6667	1.33333
1	5	50	50	15	9	7.0000	2.00000
23	6	50	70	20	15	14.3333	0.66667
17	7	50	50	15	7	7.0000	-0.00000
10	8	70	50	15	11	11.0000	0.00000
8	9	70	70	20	18	16.3333	1.66667
11	10	50	70	15	13	12.3333	0.66667
7	11	50	70	20	16	14.3333	1.66667
15	12	50	70	20	12	14.3333	-2.33333
18	13	70	50	15	13	11.0000	2.00000
16	14	70	70	20	17	16.3333	0.66667
22	15	70	50	20	12	13.3333	-1.33333
19	16	50	70	15	13	12.3333	0.66667
6	17	70	50	20	15	13.3333	1.66667
12	18	70	70	15	12	11.6667	0.33333
9	19	50	50	15	5	7.0000	-2.00000
20	20	70	70	15	10	11.6667	-1.66667
24	21	70	70	20	14	16.3333	-2.33333
13	22	50	50	20	9	9.0000	0.00000
14	23	70	50	20	13	13.3333	-0.33333
2	24	70	50	15	9	11.0000	-2.00000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.2 ค่าความน่าจะเป็นสะสม $P_{\mathrm{k}} = (\mathrm{k} - 1/2)/\mathrm{n} \times 100$ และค่าส่วนตกค้าง (Residual) ในการสร้าง Normal probability plot

Order (k)	$P_{\mathrm{k}} = (\mathrm{k} - 1/2)/\mathrm{n} \times 100$	Residual
1	2.0833	-2.33333
2	6.2500	-2.33333
3	10.4167	-2.00000
4	14.5833	-2.00000
5	18.7500	-1.66667
6	22.9167	-1.33333
7	27.0833	-1.33333
8	31.2500	-1.00000
9	35.4167	-0.33333
10	39.5833	0.00000
11	43.7500	0.00000
12	47.9167	0.00000
13	52.0833	0.33333
14	56.2500	0.66667
15	60.4167	0.66667
16	64.5833	0.66667
17	68.7500	0.66667
18	72.9167	1.00000
19	77.0833	1.33333
20	81.2500	1.66667
21	85.4167	1.66667
22	89.5833	1.66667
23	93.7500	2.00000
24	97.9167	2.00000

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์

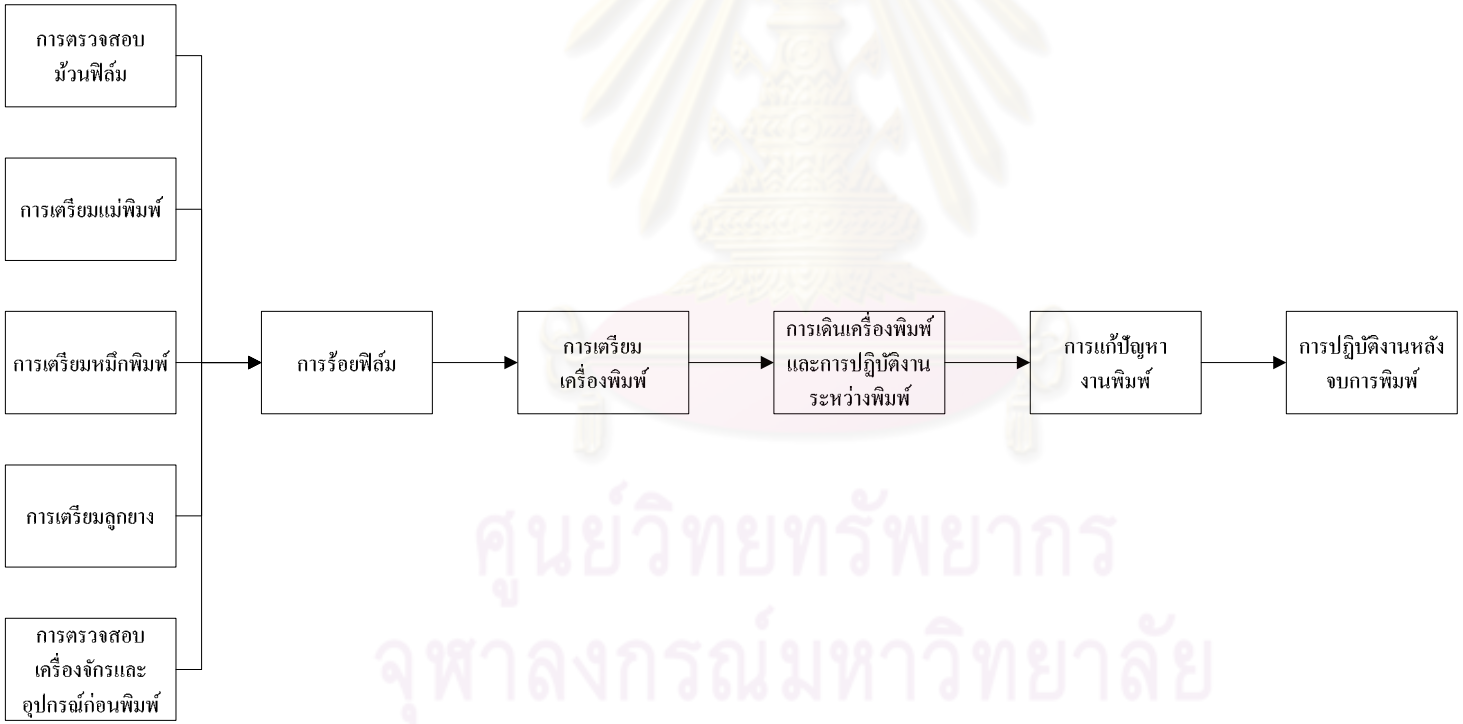
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์สำหรับเครื่องพิมพ์ PR10 ประกอบไปด้วยเอกสารดังนี้

1) ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ (WI-PR10-01)
2) ขั้นตอนการตรวจสอบม้วนฟิล์ม (WI-PR10-02)
3) ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์ (WI-PR10-03)
4) ขั้นตอนการเตรียมหมึกพิมพ์ (WI-PR10-04)
5) ขั้นตอนการเตรียมลูกยาง (WI-PR10-05)
6) ขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนพิมพ์ (WI-PR10-06)
7) ขั้นตอนการร้อยฟิล์ม (WI-PR10-07)
8) ขั้นตอนการเตรียมเครื่องพิมพ์ (WI-PR10-08)
9) ขั้นตอนการเดินเครื่องพิมพ์และการปฏิบัติงานระหว่างพิมพ์ (WI-PR10-09)
10) ขั้นตอนการแก้ปัญหางานพิมพ์ (WI-PR10-10)
11) ขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังจบการพิมพ์ (WI-PR10-11)
12) ข้อมูลอุณหภูมิและแรงตึงของเครื่องพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-01	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานเป็นดังนี้

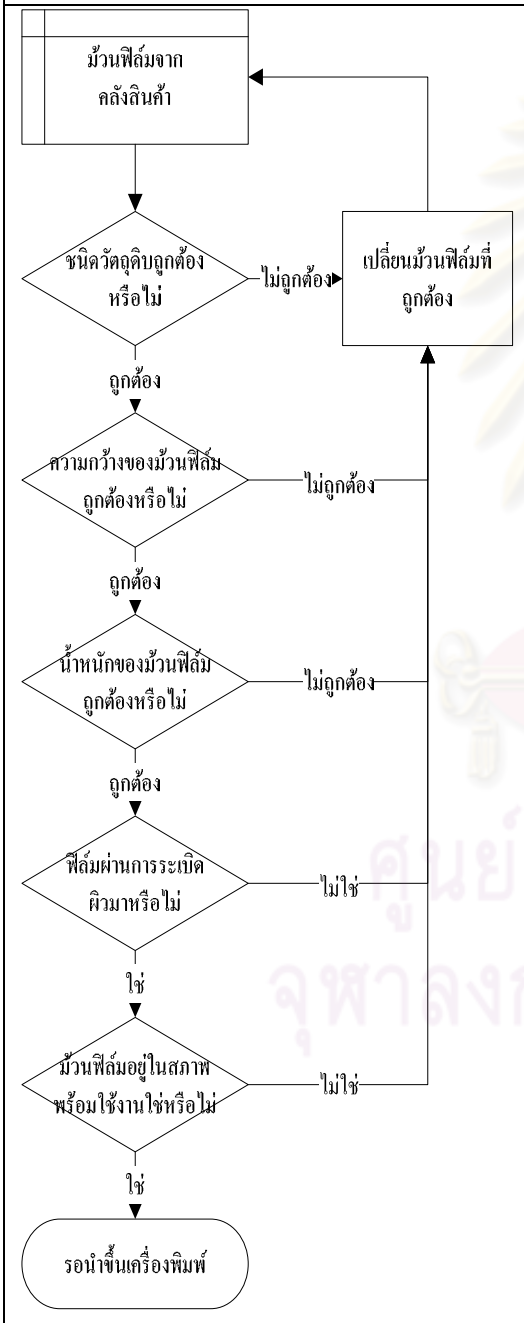


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

177

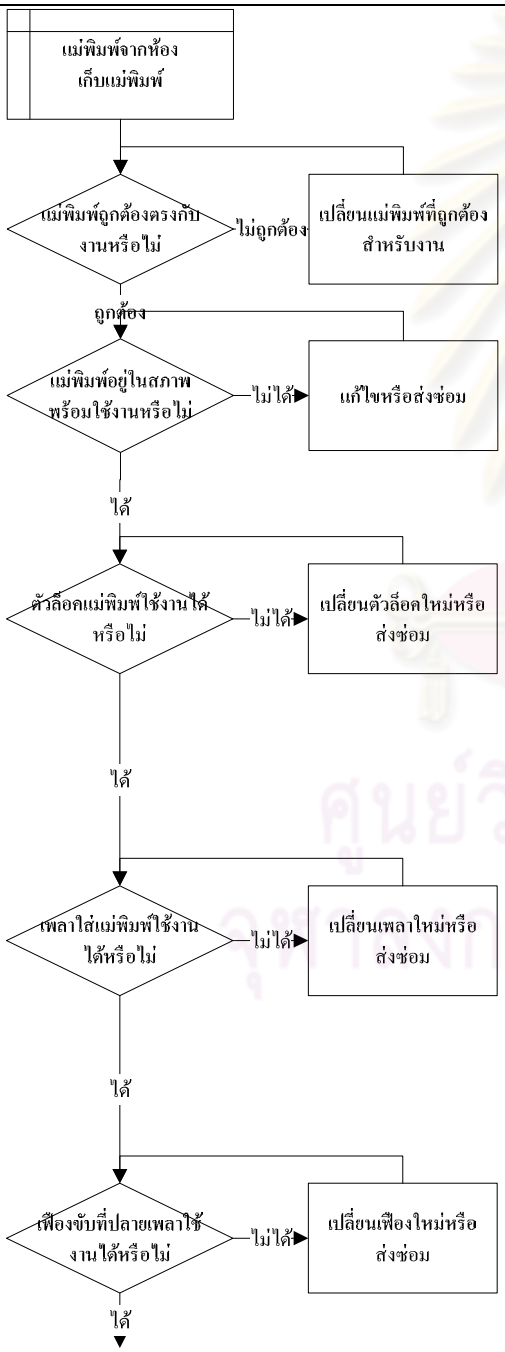
บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-02	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการตรวจสอบม้วนฟิล์ม		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. เอกสารที่ต้องใช้ประกอบ ไดแก่ ใบสั่งผลิต, ใบ Work In Process
3. วิธีปฏิบัติ:

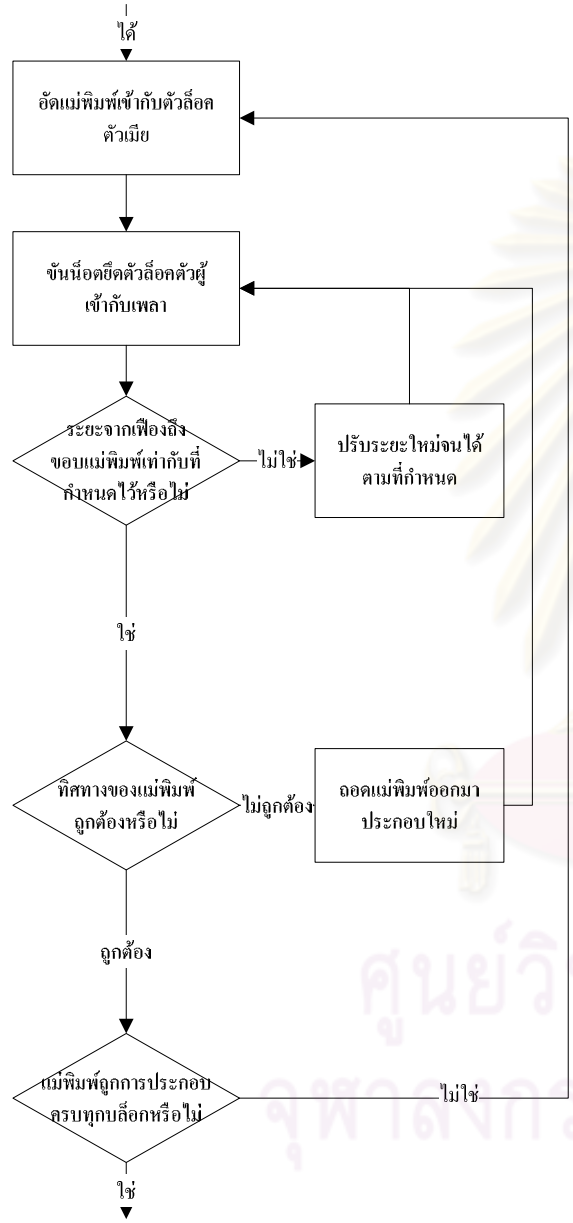
กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. เบิกม้วนฟิล์มจากคลังสินค้ามายังแผนกพิมพ์ 2. ตรวจสอบชนิดฟิล์มว่าถูกต้องตาม “ใบสั่งผลิต” หรือไม่โดยดูจากเอกสาร “ใบ Work In Process” ที่ส่งมาพร้อมกับฟิล์ม ถ้าไม่ถูกต้องให้ส่งคืนคลังสินค้าแล้วเปลี่ยนฟิล์มมาใหม่ 3. ตรวจสอบความกว้างของม้วนฟิล์มว่าถูกต้องตามใบสั่งผลิตหรือไม่โดยใช้ตลับเมตรวัด ถ้าไม่ถูกต้องให้ส่งคืนคลังสินค้า แล้วเปลี่ยนฟิล์มมาใหม่ 4. ตรวจสอบน้ำหนักของม้วนฟิล์มว่าถูกต้องตามใบสั่งผลิตหรือไม่ โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก ถ้าไม่ถูกต้องให้ส่งคืนคลังสินค้าแล้วเปลี่ยนฟิล์มมาใหม่ 5. ตรวจสอบการระเบิดผิวของฟิล์มว่าฟิล์มผ่านการระเบิดผิวมาหรือไม่และระเบิดที่ผิวด้านในหรือด้านนอกโดยใช้ปากกาเคมีขีดไปที่ผิวฟิล์ม ถ้าเส้นน้ำหมึกหายเป็นด้านที่ไม่ระเบิดผิว แต่ถ้าไม่หายเป็นด้านที่ระเบิดผิว ถ้าฟิล์มยังไม่ผ่านการระเบิดผิวมาให้ส่งคืนคลังสินค้าแล้วเปลี่ยนฟิล์มมาใหม่ 6. ตรวจสอบสภาพทั่วไปของม้วนฟิล์ม ได้แก่ รอยยับและการอัดม้วนมาแน่นหรือไม่ ถ้ามีรอยยับจำนวนมากหรือฟิล์มอัดม้วนมาไม่แน่นพอให้ส่งคืนคลังสินค้าแล้วเปลี่ยนฟิล์มมาใหม่ 7. รอนำฟิล์มขึ้นแกนปล่อยม้วนของเครื่องพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-03	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. เอกสารที่ต้องใช้ประกอบ ไดแก่ ใบสั่งผลิต, ข้อมูลระยะจากเฟืองถึงขอบแม่พิมพ์
3. สิ่งที่ต้องทำ: ประกอบแม่พิมพ์ด้วยความระมัดระวัง อย่าให้แม่พิมพ์หล่น กระแทก หรือมีรอยขีดข่วน
4. วิธีปฏิบัติ:

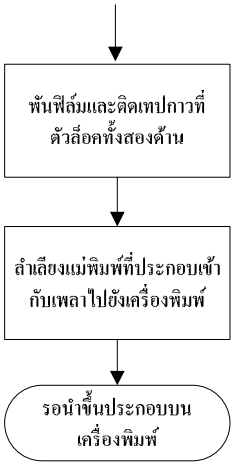
กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. เบิกแม่พิมพ์ที่ใช้สำหรับพิมพ์งานจากห้องเก็บแม่พิมพ์ 2. ตรวจสอบความถูกต้องของแม่พิมพ์กับงานโดยดูจากเอกสาร “ใบสั่งผลิต” ถ้าแม่พิมพ์ไม่ถูกต้องให้ส่งคืนแล้วเปลี่ยนแม่พิมพ์มาใหม่ 3. ตรวจสอบสภาพพื้นผิวแม่พิมพ์ว่าไม่มีรอยบุบ รอยขีดข่วน หรือรอยถลอก และตรวจเช็คสภาพของร่องลิ่มว่าอยู่ในสภาพดีไม่มีรอยสึก ถ้าไม่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ให้ส่งแก้ไขหรือส่งซ่อม 4. ตรวจสอบสภาพตัวล็อคแม่พิมพ์ทั้งตัวผู้และตัวเมีย โดยตัวล็อคตัวผู้ให้ดูสภาพทั่วไปและรูเกลียวน็อตที่ใช้ล็อคว่าใช้งานได้ดีหรือไม่ และตัวล็อคตัวเมียให้ดูสภาพทั่วไปและลิ่มที่ใช้สำหรับล็อคแม่พิมพ์ต้องไม่มีรอยสึก ถ้าไม่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ 5. ตรวจสอบสภาพเพลาใส่แม่พิมพ์ว่าไม่มีการคดงอและไม่มีรอยสึกที่บริเวณผิวและรูสำหรับยึดน็อต ถ้ามีปัญหาที่จะส่งผลต่อการทำงานของเพลากับแม่พิมพ์ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนเพลาใหม่ 6. ตรวจสอบเฟืองขับที่ปลายเพลาว่าฟันเฟืองไม่มีการสึกที่จะส่งผลต่อการหมุนเฟืองบนเครื่อง ถ้าเฟืองไม่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนเฟืองใหม่	ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-03	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 2
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	7. อัดแม่พิมพ์เข้ากับเพลาโดยหันด้านที่มีร่องลิ่มเข้าหาตัวล็อคตัวเมียจนแน่น 8. เลื่อนตัวล็อคตัวผู้เข้าติดกับปลายแม่พิมพ์อีกด้าน ขันน็อตล็อคให้ตรงกับตำแหน่งของรูที่อยู่บนเพลาจนแน่น 9. ตรวจสอบระยะจากเฟืองถึงขอบแม่พิมพ์โดยดูจากเอกสาร “ข้อมูลระยะจากเฟืองถึงขอบแม่พิมพ์” ถ้าไม่ได้ให้ปลดล็อคแม่พิมพ์ตัวผู้และปรับระยะแม่พิมพ์ตัวเมียจนได้ระยะจากเฟืองถึงขอบแม่พิมพ์ตามที่กำหนดจากนั้นจึงยึดตัวล็อคตัวผู้เข้ากับแม่พิมพ์อีกครั้ง 10. ตรวจสอบทิศทางการวิ่งของแม่พิมพ์โดยดูจากทิศทางของสกรีนรูปสามเหลี่ยมที่เป็นเครื่องหมายบนปลายแม่พิมพ์ ถ้าทิศทางไม่ถูกต้องให้ปลดตัวล็อคตัวผู้แล้วถอดแม่พิมพ์ออกจากตัวล็อคตัวเมียแล้วกลับด้านใหม่ 11. ตรวจสอบว่าแม่พิมพ์ทุกบล็อกได้รับการประกอบอย่างถูกต้องครบถ้วนใช่หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ทำขั้นตอนที่ 7-10 ซ้ำจนครบแม่พิมพ์ทุกบล็อก	ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

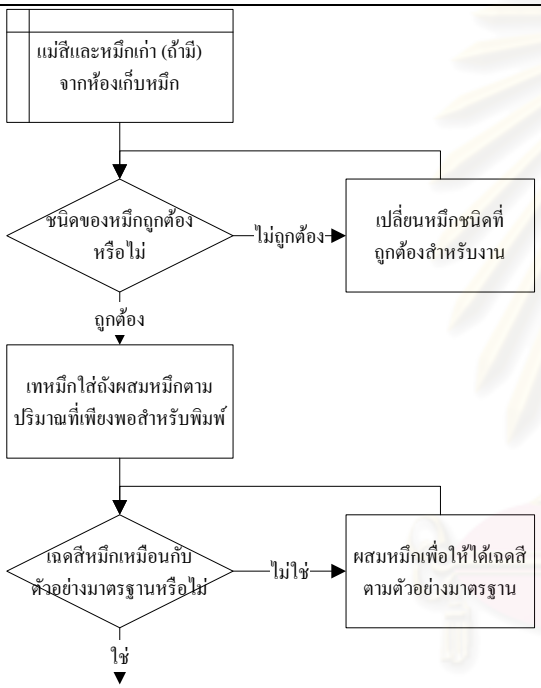
บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-03	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 3
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมแม่พิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	12. พันฟิล์มบริเวณตัวประกอบกับเพลาทั้งสองด้าน และติดเทปกาวอีกชั้นหนึ่ง เพื่อป้องกันหมึกสีเข้าบล็อกในระหว่างการพิมพ์ 13. ลำเลียงแม่พิมพ์ที่ประกอบเข้ากับเพลาเรียบร้อยแล้วไปยังเครื่องพิมพ์ 14. รอนำขึ้นประกอบเข้ากับเครื่องพิมพ์	ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์

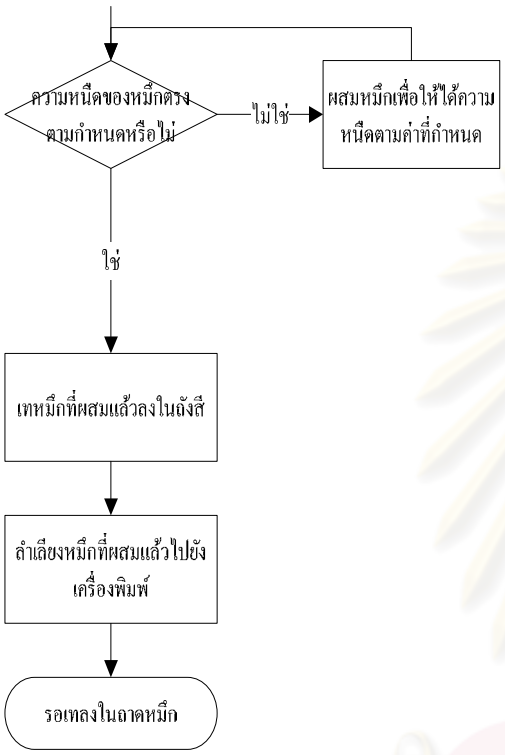
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-04	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมหมึกพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. เอกสารที่ต้องใช้ประกอบ ไดแก่ ใบสั่งผลิต, ใบบันทึกข้อมูลหมึกพิมพ์งาน
3. สิ่งที่ต้องทำ: - ผสมสีเท่ากับปริมาณที่พอใช้สำหรับพิมพ์งานเท่านั้น
   - ลำเลียงถังสีด้วยความระมัดระวัง อย่าให้หกเลอะเทอะ
4. วิธีปฏิบัติ:

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. เบิกแม่สีจากห้องเก็บหมึก ถ้ามีหมึกเก่าที่เคยใช้พิมพ์งานมาก่อนให้เบิกหมึกเก่าออกมาด้วย 2. ตรวจสอบชนิดของหมึกจากฉลากที่ข้างถังว่าถูกต้องตรงกับงานที่ใช้หรือไม่โดยดูจากเอกสาร “ใบสั่งผลิต” ถ้าไม่ถูกต้องให้เปลี่ยนหมึกชนิดที่ถูกต้องมาใช้ 3. เทหมึกลงในถังผสมหมึกตามปริมาณที่เพียงพอสำหรับพิมพ์งาน 4. นำหมึกไปหยดใส่ฟิล์มผ่านเครื่องไอจีที (IGT) เพื่อทำให้เกิดเฉดสี จากนั้นตรวจสอบค่าสีว่าตรงกับตัวอย่างมาตรฐานที่ลูกค้ากำหนดไว้หรือไม่ โดยใช้เครื่องสเป็คโตรอาย (Spectroeye) วัดค่าสีของเฉดสีที่ฟิล์มกับงานมาตรฐาน (L+สว่าง, L-มืด, A+แดง, A-เขียว, B+เหลือง, B-น้ำเงิน) ถ้าค่าสีแตกต่างไปจากค่าสีของงานมาตรฐานให้ทำการผสมสี โดยถ้าสีเข้มไปให้เติมมีเดียม (Medium) ถ้าสีอ่อนไปให้เติมแม่สี	ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์

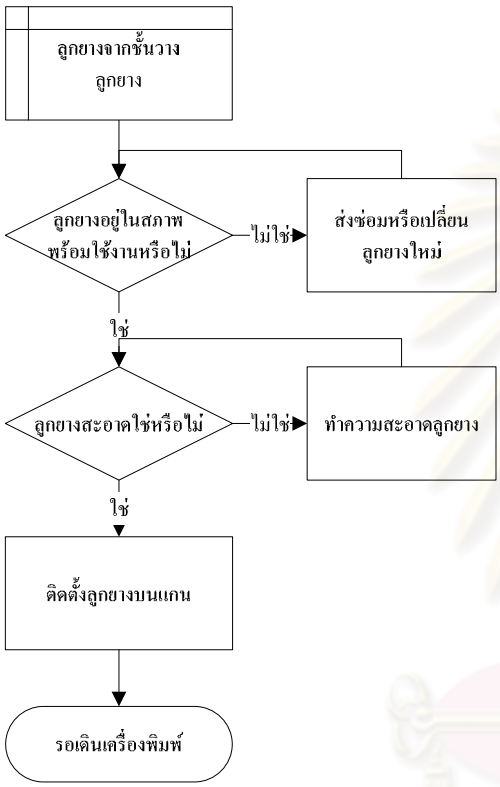
บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-04	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 2
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมหมึกพิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	5. ใช้ถ้วยวัดความหนืดเบอร์ 3 จุ่มลงในถังแล้วยกขึ้นเพื่อให้สีไหลลงมาเป็นเส้น เมื่อสีขาดเป็นช่วงให้เริ่มจับเวลา โดยค่าความหนืดแต่ละสีของงานแต่ละงานดูจากเอกสาร “ใบบันทึกข้อมูลหมึกพิมพ์งาน” ถ้าค่าความหนืดน้อยเกินไปให้เติมแม่สี ถ้าค่าความหนืดมากเกินไปให้เติมน้ำมัน 6. เทหมึกที่ผสมแล้วลงในถังสีแต่ละถัง 7. ลำเลียงหมึกที่ผสมแล้วไปยังเครื่องพิมพ์ 8. รอเทหมึกลงในถาดหมึก	ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์ ช่างบล็อกแม่พิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-05	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมลูกยาง		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. วิธีปฏิบัติ:

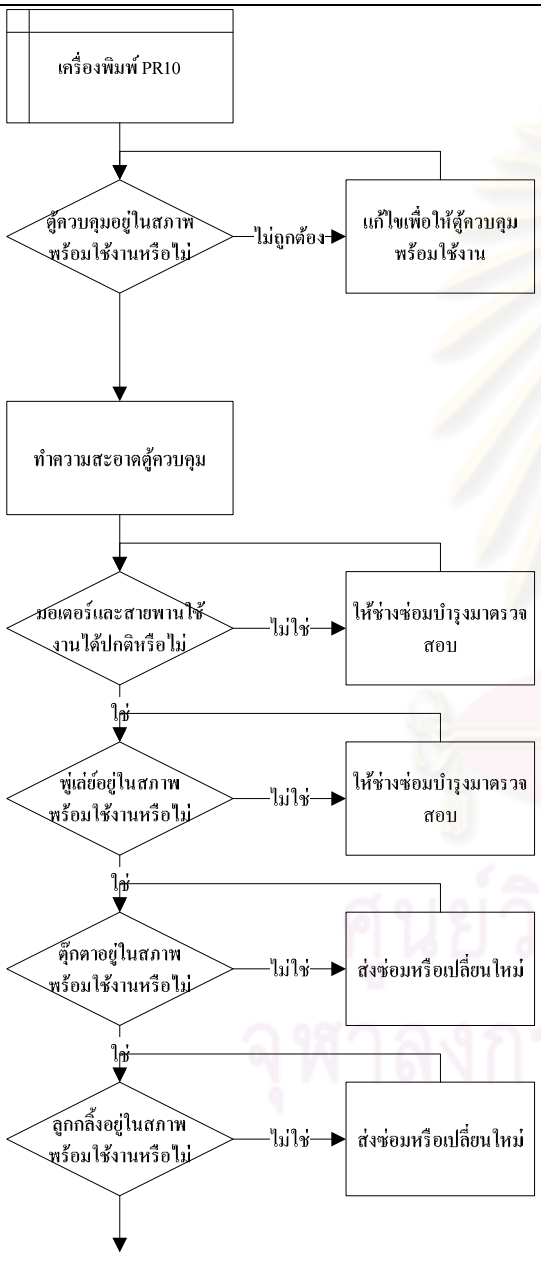
กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. นำลูกยางขนาดที่เหมาะสมโดยดูจากความกว้างของฟิล์ม (ขึ้นอยู่กับขนาดลูกยางที่มีอยู่) มาจากชั้นวางลูกยาง 2. ตรวจสอบสภาพผิวลูกยางว่ามีผิวเรียบหรือไม่มีรอยสึกและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนลูกยางใหม่ 3. ตรวจสอบความสะอาดของลูกยาง ถ้ามีลูกยางไม่สะอาดหรือมีเศษสิ่งสกปรกติดอยู่ให้ทำความสะอาดลูกยางโดยใช้ผ้าเช็ดที่ผิวลูกยาง 4. ติดตั้งลูกยางโดยร้อยลูกยางเข้ากับแกนโดยให้ลูกยางอยู่ตำแหน่งกึ่งกลางแม่พิมพ์แล้วขันน็อตยึดลูกยางให้แน่น 5. รอเดินเครื่องพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

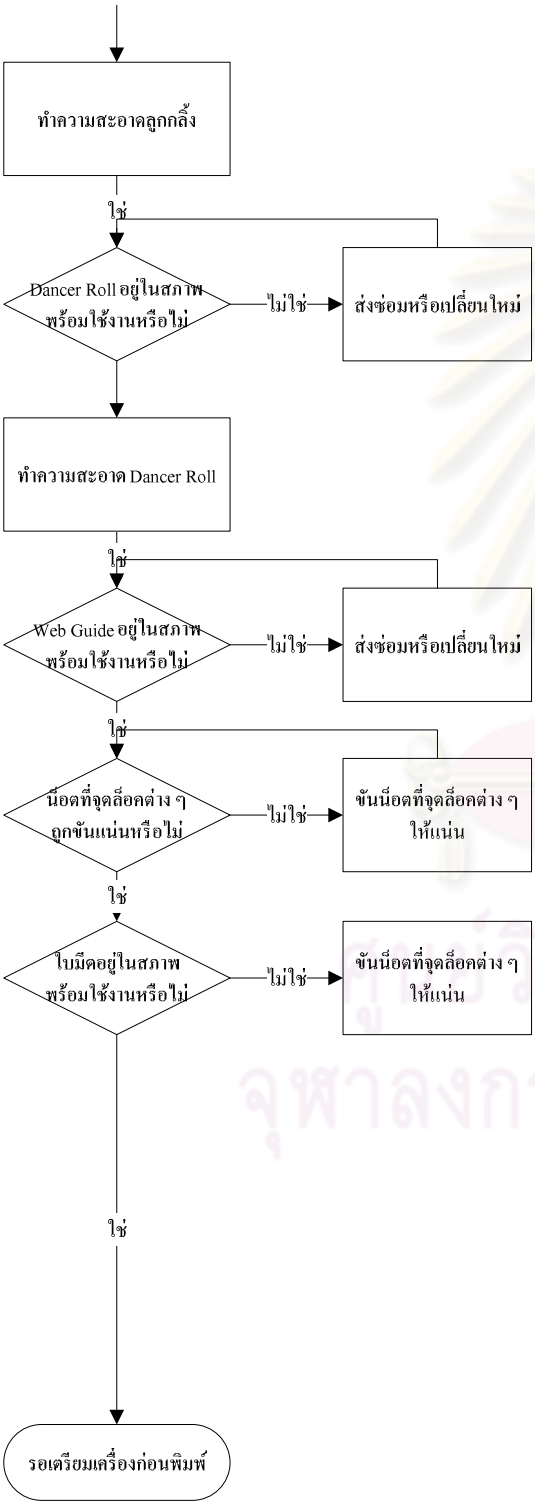
บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-06	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10

2. วิธีปฏิบัติ:

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. เครื่องพิมพ์ PR10 2. ตรวจสอบตู้ควบคุมแรงตึงฟิล์ม ตู้ควบคุมความร้อนและแสงสว่าง และตู้ควบคุมลมและมอเตอร์ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่ให้ส่งทำการแก้ไขหรือถ้ามีปัญหาที่แก้ไขไม่ได้ให้เรียกช่างซ่อม 3. ทำความสะอาดบริเวณภายนอกตู้ควบคุมต่าง ๆ 4. ตรวจสอบมอเตอร์และสายพานทั้งที่แกนปล่อยม้วนและแกนเก็บม้วนว่าอยู่ในสภาพปกติดีหรือไม่ ถ้าไม่ให้เรียกช่างซ่อมบำรุงมาตรวจสอบ 5. ตรวจสอบพู่เลย์ว่าใช้งานได้ปกติหรือไม่ ถ้าไม่ให้เรียกช่างซ่อมบำรุงมาตรวจสอบ 6. ตรวจสอบตุ๊กตาว่าใช้งานได้ปกติหรือไม่ ถ้าไม่ให้เรียกช่างซ่อมบำรุงมาตรวจสอบ 7. ตรวจสอบลูกกลิ้งว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-06	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 2
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องจักรและอุปกรณ์ก่อนพิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	8. ทำความสะอาดลูกกลิ้งโดยการเช็ดด้วยผ้าเพื่อลดปัญหาเศษสิ่งสกปรกที่ติดอยู่กับลูกกลิ้งอยู่ร่วงลงไปในถาดสีหรือชิ้นงาน 9. ตรวจสอบแดนเซอร์โรล (Dancer Roll) ของทั้งส่วนป้อนม้วน และส่วนเก็บม้วน ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ 10. ทำความสะอาดแดนเซอร์โรล (Dancer Roll) ของทั้งส่วนป้อนม้วนและแกนเก็บม้วน โดยการเช็ดด้วยผ้า 11. ตรวจสอบเว็บไกด์ (Web Guide) ว่าทำงานได้ปกติดีหรือไม่ ถ้าไม่ให้ส่งซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่ 12. ตรวจสอบน็อตที่จุดล็อคต่าง ๆ ว่ายึดแน่นหรือไม่ ถ้าไม่ให้ใช้ประแจขันล็อคน็อตให้แน่น 13. ตรวจสอบการสึกและความคมของใบมีดปาดหมึก ถ้าใบมีดใช้งานไม่ได้ให้เปลี่ยนใบมีดใหม่ โดยตัดใบมีดให้ยาวกว่าแม่พิมพ์ด้านละ 1 นิ้ว คลายน็อตด้านบนตัวหนีบใบมีด แล้วสอดใบมีดเข้าไปโดยที่แผ่นรองมีดอยู่ด้านบนใบมีด และขันน็อตในแน่น เมื่อประกอบใบมีดเสร็จแล้วให้ทำการขัดใบมีด โดยใช้กระดาษทรายเบอร์ 600 โดยการขัดตามแนวยาวของใบมีดแล้วเช็ดด้วยน้ำมัน สำหรับด้านคมมีดจะมีลักษณะเป็นมุมแหลม 14. รอเตรียมเครื่องก่อนพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

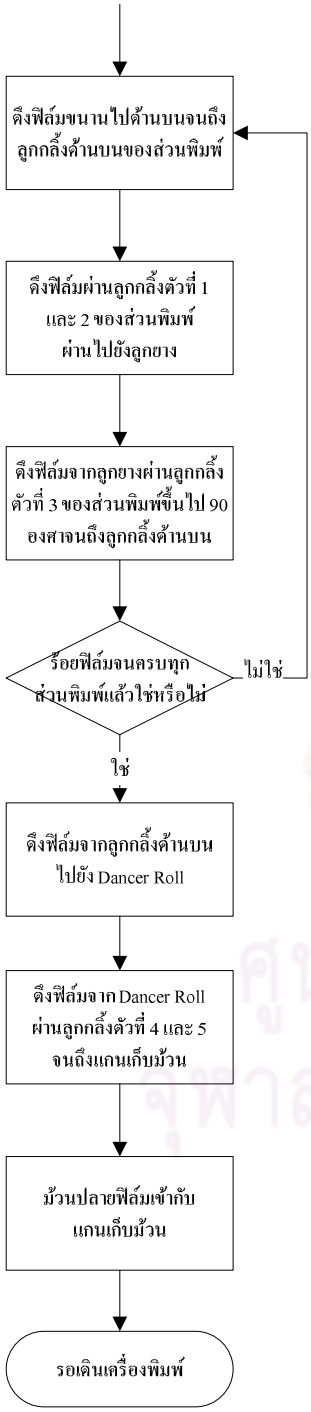
บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-07	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการร้อยฟิล์ม		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10

2. วิธีปฏิบัติ:

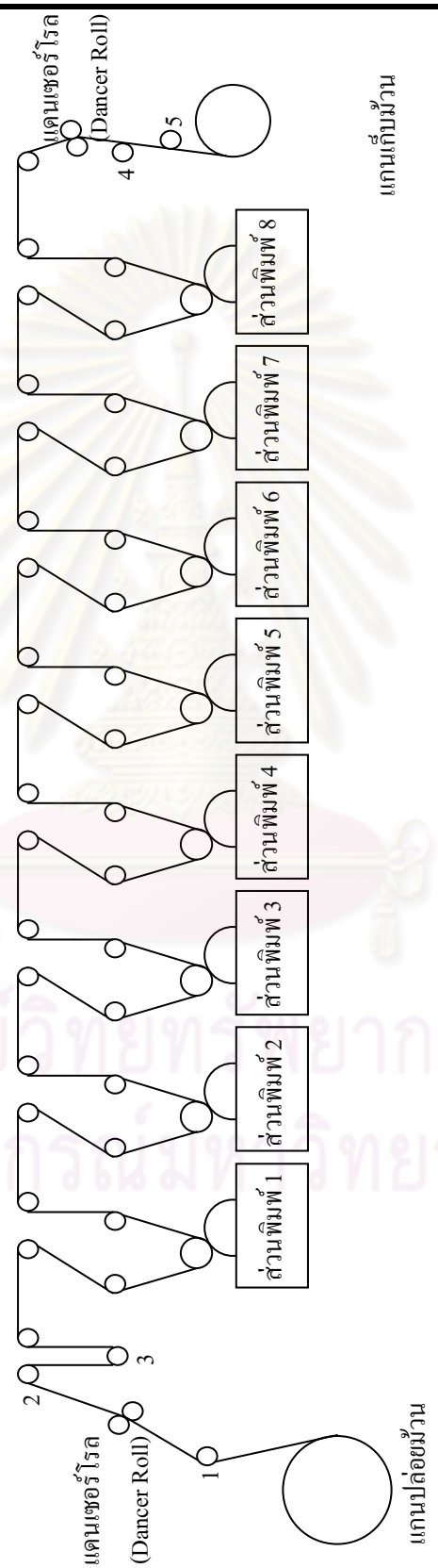
กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. ม้วนฟิล์มที่ผ่านกระบวนการตรวจสอบ 2. นำม้วนฟิล์มใส่ในแกนปล่อยม้วนพร้อมล็อคตัวประกอบทั้ง 2 ด้าน ถ้าผิวระเบิดอยู่ด้านในให้ใส่ม้วนคว่ำ ถ้าผิวระเบิดอยู่ด้านนอกให้ใส่ม้วนหงาย โดยที่ม้วนฟิล์มอยู่กึ่งกลางแกน 3. ร้อยฟิล์มผ่านเว็ปไกด์ (Web Guide) และลูกกลิ้งตัวที่ 1 ของเครื่องพิมพ์ไปยังแดนเซอร์โรล (Dancer Roll) ของส่วนปล่อยม้วน 4. ร้อยฟิล์มจากแดนเซอร์โรล (Dancer Roll) ของส่วนปล่อยม้วนไปยังลูกกลิ้งตัวที่ 2 ของเครื่องพิมพ์ 5. ดึงฟิล์มจากลูกกลิ้งตัวที่ 2 ลงมา 90 องศา ผ่านลูกกลิ้งตัวที่ 3 ของเครื่องพิมพ์ 6. ดึงฟิล์มจากลูกกลิ้งตัวที่ 3 ขึ้นไป 90 องศา ผ่านลูกกลิ้งด้านบนของเครื่องพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-07	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 2
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการร้อยฟิล์ม		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	7. ดึงแผ่นฟิล์มขนานกับลูกกลิ้งด้านบนจนถึงลูกกลิ้งด้านบนของส่วนพิมพ์ที่เริ่มพิมพ์ (ถ้าส่วนพิมพ์ไหนไม่ใช้ให้ดึงฟิล์มผ่านไป) 8. ดึงฟิล์มผ่านลูกกลิ้งตัวที่ 1 และ 2 ของส่วนพิมพ์ผ่านลูกยางกดแม่พิมพ์ 9. ดึงฟิล์มจากลูกยางผ่านลูกกลิ้งตัวที่ 3 ของส่วนพิมพ์ขึ้นไป 90 องศาจนถึงลูกกลิ้งด้านบน 10. ตรวจสอบว่าฟิล์มได้ถูกร้อยผ่านส่วนพิมพ์ทุกส่วนที่ใช้แล้วใช่หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ให้ทำซ้ำขั้นตอนที่ 7-9 11. ดึงฟิล์มจากลูกกลิ้งด้านบนไปยังแดนเซอร์โรล (Dancer Roll) ของส่วนเก็บม้วน 12. ดึงฟิล์มจากแดนเซอร์โรล (Dancer Roll) ของส่วนเก็บม้วนผ่านลูกกลิ้งตัวที่ 4 และ 5 ของเครื่องพิมพ์จนถึงแกนเก็บม้วน 13. ม้วนปลายฟิล์มเข้ากับกระบอกกระดาษที่ร้อยอยู่ในเพลาแกนเก็บม้วน 14. รอเดินเครื่องพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-07	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 3
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการร้อยฟิล์ม		

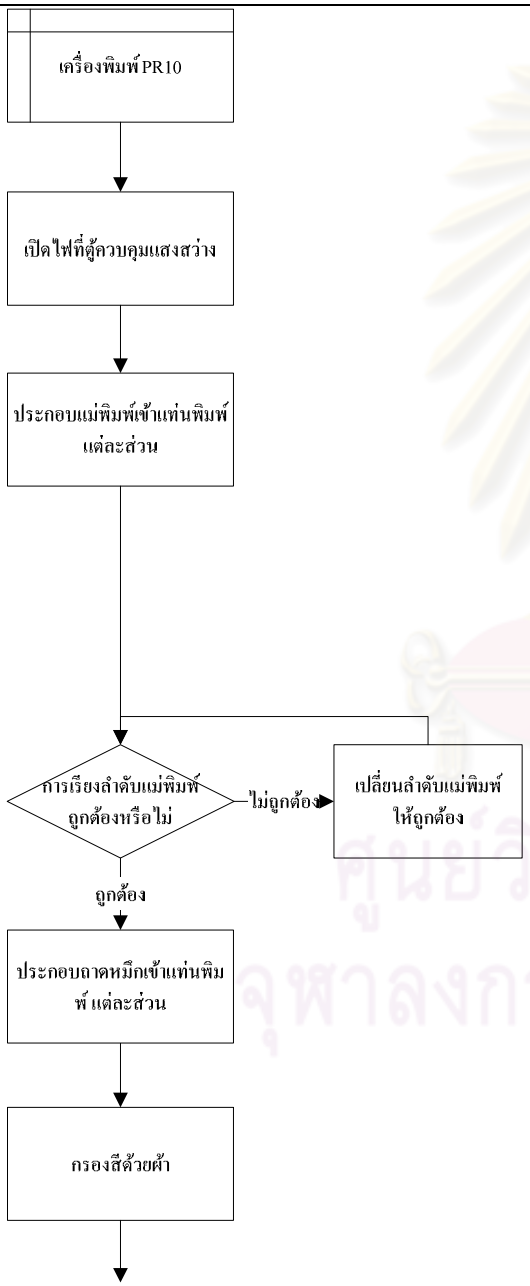


รูปตัวอย่างการร้อยฟิล์ม

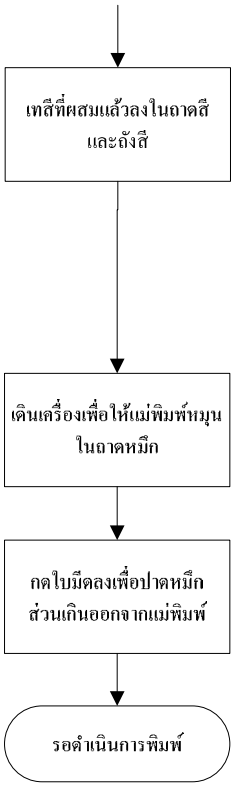
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-08	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมเครื่องพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. เอกสารที่ต้องใช้ประกอบ ไดแก่ ใบบันทึกข้อมูลหมึกพิมพ์งาน
3. วิธีปฏิบัติ:

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. เครื่องพิมพ์ PR10	ช่างพิมพ์
	2. เปิดไฟที่ตู้ควบคุมความร้อนและแสงสว่าง	ช่างพิมพ์
	3. ประกอบแม่พิมพ์เข้าแท่นพิมพ์โดยวางแบริ่งให้ตรงกับตำแหน่งตุ๊กตา และวางเฟืองขับเพลาแม่พิมพ์เข้ากับเฟืองขับหลักของแท่นพิมพ์ โดยตั้งตำแหน่งของฟันเฟืองขับเพลาให้เท่ากับเฟืองขับหลัก จากนั้นหมุนฟันเฟืองขับเพลาให้ขบกันพอดี	ช่างพิมพ์
	4. ตรวจสอบลำดับการเรียงแม่พิมพ์ โดยเรียงลำดับตามสีที่พิมพ์โดยดูจากเอกสาร “ใบบันทึกข้อมูลหมึกพิมพ์งาน” ถ้าไม่ถูกต้องตามนี้ให้เรียงลำดับใหม่	ช่างพิมพ์
	5. ประกอบถาดหมึกเข้ากับแท่นพิมพ์ โดยปรับระดับของถาดหมึกให้ห่างจากบล็อกประมาณ 2-3 เซนติเมตร	ช่างพิมพ์
	6. กรองสีด้วยผ้าที่มีความละเอียดของผ้าอย่างต่ำ 100 เมส	ช่างพิมพ์

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-08	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 2
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเตรียมเครื่องพิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	7. เทสีที่ผสมแล้วลงในถาดสีพร้อมกับลูกโป่ง (สำหรับสีที่มีพื้นที่สีมาก) และเกลียวปั่นสี (สำหรับสีอื่นที่เหลือ) โดยให้ทิศทางการหมุนของลูกโป่งและเกลียวปั่นสีหมุนทิศทางเข้าหาบล็อก และเทสีที่เหลือลงในถังสีที่ต่อท่อไหลลงสู่ถาดสีเพื่อให้เกิดระบบหมุนเวียนหมึก 8. กดปุ่มเดินเครื่องที่ตู้ควบคุมลมและมอเตอร์ด้วยความเร็ว 35 rpm เพื่อให้แม่พิมพ์หมุนอยู่ในถาดหมึก 9. กดใบมีดลงเพื่อปาดหมึกส่วนเกินสกรีนออกจากแม่พิมพ์ โดยให้ใบมีดทำมุม 45 องศากับผิวแม่พิมพ์ 10. รอดำเนินการพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

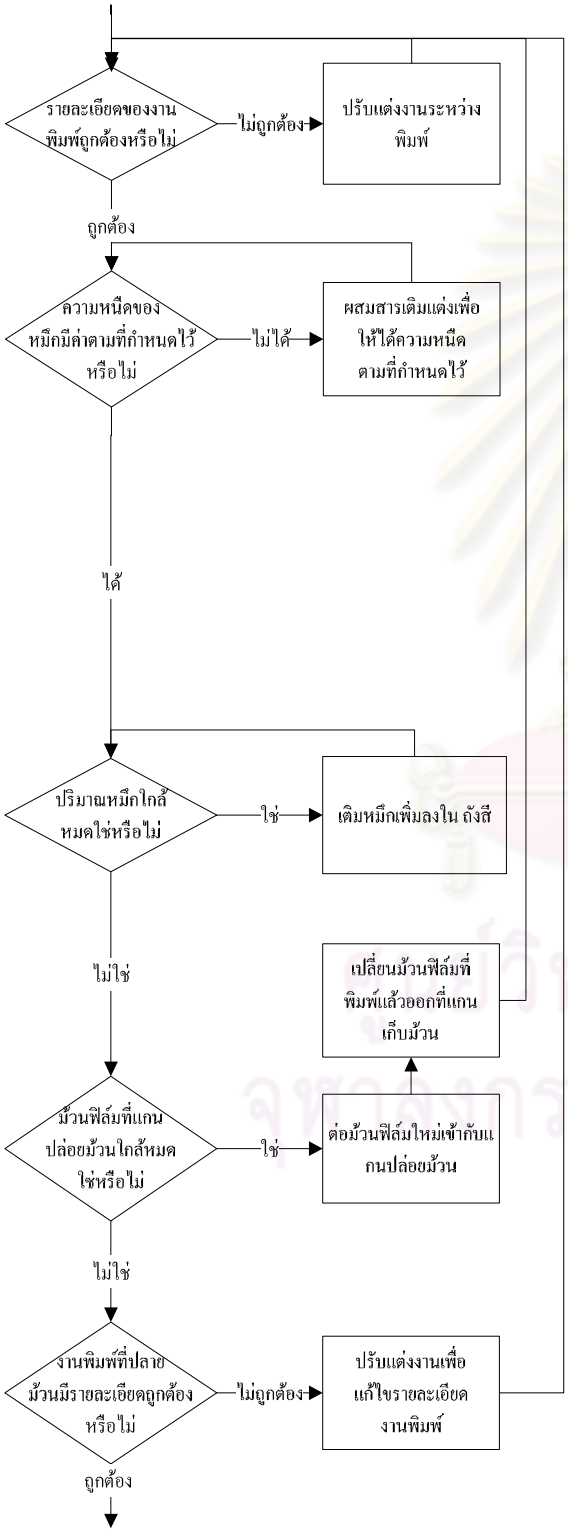
บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-09	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเดินเครื่องพิมพ์และการปฏิบัติงานระหว่างพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. เอกสารที่ต้องใช้ประกอบ ไดแก่ ใบบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและแรงตึงของเครื่องพิมพ์, ใบบันทึกข้อมูลหมึกพิมพ์งาน
3. สิ่งที่ต้องทำ: เมื่อหมึกไม่เพียงพอ ให้แจ้งช่างบล็อกแม่พิมพ์ทำการผสมหมึกเพิ่ม ห้ามช่างพิมพ์ผสมหมึกเอง
4. วิธีปฏิบัติ:

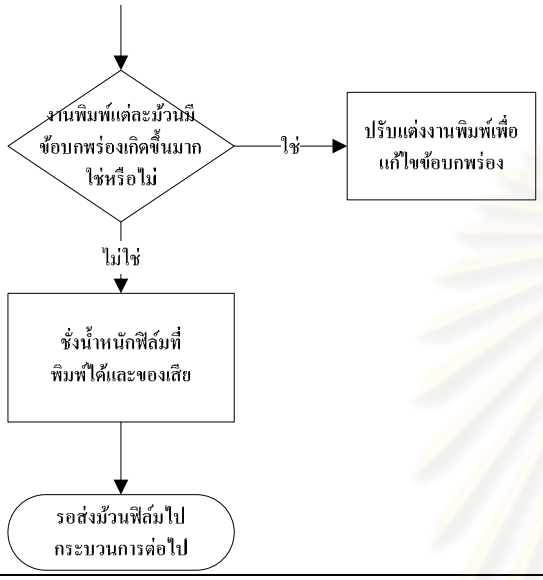
กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	1. เครื่องพิมพ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมเครื่องพิมพ์และพร้อมสำหรับพิมพ์งาน 2. เปิดระบบลมที่ตู้ควบคุมลมและมอเตอร์ 3. ปรับอุณหภูมิในแต่ละส่วนพิมพ์โดยดูจากเอกสาร “ใบบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและแรงตึงของเครื่องพิมพ์” 4. ปรับค่าแรงตึงที่ตู้ควบคุมแรงตึงโดยดูจากเอกสาร “ใบบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและแรงตึงของเครื่องพิมพ์” 5. เริ่มต้นทำการพิมพ์โดยการกดลูกยางให้ฟิล์มสัมผัสกับแม่พิมพ์ จะทำให้ม้วนฟิล์มถูกดึงจากแกนปล่อยม้วนไปยังแกนเก็บม้วน 6. ตรวจสอบตำแหน่งของฟิล์มในแต่ละส่วนพิมพ์ว่าตรงกับตำแหน่งที่ทำเครื่องหมายไว้บนแม่พิมพ์หรือไม่ โดยดูที่เครื่องหมาย + บนภาพที่พิมพ์ได้ซึ่งใช้ภาพแรกเป็นหลัก ถ้าเครื่องหมาย + ที่เกิดจากส่วนพิมพ์ใดซ้อนทับกับเครื่องหมาย + ของภาพแรกไม่สนิทให้ปรับที่ตัวสไลด์บล็อกจนเครื่องหมาย + ตรงกับของภาพแรกจนครบทุกส่วนพิมพ์	ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์ ช่างพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-09	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 2
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเดินเครื่องพิมพ์และการปฏิบัติงานระหว่างพิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	7. ตรวจสอบตำแหน่ง ความถูกต้อง และความสะอาดของภาพที่พิมพ์ได้ในแต่ละส่วนพิมพ์ ถ้าเกิดปัญหาขึ้นให้ปฏิบัติตามเอกสาร “ขั้นตอนการแก้ปัญหางานพิมพ์”	ช่างพิมพ์
	8. ตรวจสอบความหนืดทุก ๆ 1 ชั่วโมง โดยใช้ถ้วยวัดความหนืดเบอร์ 3 จุ่มลงในถังแล้วยกขึ้นเพื่อให้สีไหลลงมาเป็นเส้น เมื่อสีขาดเป็นช่วงให้เริ่มจับเวลา โดยค่าความหนืดของแต่ละสีให้ดูจากเอกสาร “ใบบันทึกข้อมูลหมึกพิมพ์งาน” ถ้าค่าความหนืดน้อยเกินไปให้เติมแม่สี ถ้าค่าความหนืดมากเกินไปให้เติมน้ำมัน	ช่างพิมพ์
	9. ตรวจสอบปริมาณหมึกที่ถังสีของแต่ละส่วนพิมพ์ว่าใกล้หมดหรือยัง ถ้าใกล้หมดแล้วให้เติมหมึกที่ผสมไว้แล้วลงไป ถ้าหมึกที่ผสมไว้เหลือไม่เพียงพอให้แจ้งช่างบล็อกแม่พิมพ์ให้ผสมสีเพิ่ม	ช่างพิมพ์
	10. ตรวจสอบม้วนฟิล์มที่แกนปล่อยม้วนว่าใกล้หมดม้วนใช่หรือไม่ ถ้าใช่ให้ทำการต่อม้วนใหม่โดยใช้เทปกาวแผ่นฟิล์มม้วนใหม่เข้ากับฟิล์มที่กำลังพิมพ์อยู่ แล้วเปิดเครื่องเพื่อเลื่อนฟิล์มที่จะพิมพ์เข้าสู่ในส่วนพื้นที่พิมพ์	ช่างพิมพ์
	11. ตรวจสอบความถูกต้องของรายละเอียดงานของปลายม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จ ถ้ามีส่วนใดไม่ถูกต้อง จะแจ้งให้หัวหน้าเครื่องพิมพ์ทราบ เพื่อทำการแก้ไขได้ทันที	พนักงาน QC

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-09	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 3
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการเดินเครื่องพิมพ์และการปฏิบัติงานระหว่างพิมพ์		

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
	12. นำม้วนฟิล์มที่พิมพ์เสร็จแล้วไปตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ถ้ามีข้อบกพร่องเป็นจำนวนมากจะแจ้งให้หัวหน้าเครื่องทราบเพื่อทำการแก้ไขทันที 13. ชั่งน้ำหนักม้วนฟิล์มที่พิมพ์ได้และของเสีย 14. รอส่งม้วนฟิล์มไปยังกระบวนการต่อไป	ช่างประจำเครื่อง LOOK ONE ช่างพิมพ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-10	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการแก้ปัญหางานพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10

2. วิธีปฏิบัติ:

ปัญหา	วิธีการแก้ไข
1) การเบี้ยวของชิ้นงานขณะพิมพ์: สังเกตได้ที่เส้นแร่เป็นหลัก	ปรับที่ตัวสไลด์บล็อกเพื่อเลื่อนตำแหน่งของบล็อกเพื่อให้เส้นแร่ทับกัน
2) ปัญหาการเกิดเส้นสี: สังเกตโดยมองที่แผ่นฟิล์มที่กำลังพิมพ์อยู่ ซึ่งลักษณะของเส้นสี จะเป็นเส้นตามแนวยาวของแผ่นฟิล์ม แต่จะไม่ต่อเนื่อง	ทำได้โดยการกรองสีใหม่ และขัดใบมีดปาดหมึก
3) เส้นใต้มีด: มีลักษณะคล้ายกับเส้นสี แต่ความยาวจะต่อเนื่อง	ขัดใบมีดและกรองสีเช่นเดียวกับปัญหาเส้นสี
4) การพิมพ์เลอะสี: จะมีลักษณะเป็นคราบสีติดอยู่บริเวณแผ่นฟิล์ม โดยสาเหตุเกิดจากสีที่มีความหนืดสูง	เติมน้ำมันเพื่อลดความหนืดของสี พร้อมกับปรับใบมีดปาดหมึกใหม่
5) ลูกยาง หนัก-เบา: สาเหตุเกิดจากลูกยางหนักเกินภาพที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นคลื่นที่พื้นสี	ลดแรงกดของลูกยาง ส่วนลูกยางเบาภาพจะขึ้นไม่เต็มหน้าสกรีนและไม่เหมือนตัวอย่างมาตรฐาน ให้แก้ไขโดยการเพิ่มแรงกดที่ลูกยาง
6) ลูกยางมีรอย: มีลักษณะเป็นรอยขีด เป็นเม็ด ที่บริเวณฟิล์ม	เปลี่ยนลูกยางใหม่
7) สกรีนตัน: ภาพที่พิมพ์ออกมาจะไม่เต็มภาพ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นจุดขาวบริเวณพื้นสี	ใช้วิมขัดแม่พิมพ์ตรงบริเวณที่เกิดปัญหา
8) สีเยิ้ม: เกิดจากสีเหลวหรือความหนืดต่ำ ลงมีดหลักและมีดไม่คม	สำหรับสีที่มีความหนืดต่ำให้ปรับความหนืดใหม่ให้ได้ตามมาตรฐาน พร้อมทั้งขัดมีด และปรับมีดใหม่
9) สีด่าง: มีลักษณะภาพที่พิมพ์ออกมาจะมีลักษณะเป็นเกร็ดสีขาวที่พื้นที่สีสาเหตุเกิดจากสีมีความหนืดสูง	เติมน้ำมันให้ความหนืดได้ตามมาตรฐานของงาน

บริษัท ABC		
หมายเลขเอกสาร: WI-PR10-11	วันที่ประกาศใช้: 2 มิ.ย. 51	หน้า: 1
ระเบียบวิธีการปฏิบัติงานเรื่อง: ขั้นตอนการปฏิบัติงานหลังจบการพิมพ์		

1. ขอบเขต: วิธีปฏิบัตินี้ใช้สำหรับการพิมพ์งานด้วยเครื่องพิมพ์ PR10
2. วิธีปฏิบัติ:

กระบวนการ	รายละเอียด	ผู้รับผิดชอบ
กดปุ่มปิดเครื่อง	1. กดปุ่มปิดเครื่องที่ตู้ควบคุมลมและมอเตอร์	ช่างพิมพ์
เก็บหมึก	2. เก็บหมึกเข้าถังปิด พร้อมปิดฝามิดชิด พร้อมเขียนรายละเอียดของหมึกและวันที่พิมพ์งานจบ	ช่างพิมพ์
ลำเลียงหมึกเข้าเก็บในห้องเก็บหมึก	3. ลำเลียงหมึกเข้าเก็บในห้องเก็บหมึก	ช่างบล็อกแม่พิมพ์
ทำความสะอาดถาดหมึก	4. ทำความสะอาดเศษหมึกที่เกาะอยู่บริเวณถาดหมึกและถังสีออกให้หมด โดยการขูดแล้วเช็ดด้วยน้ำมันอีกครั้ง	ช่างพิมพ์
ทำความสะอาดลูกไป่งและเกลียวปั่นสี	5. ทำความสะอาดเกลียวปั่นสีด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันการเกิดสนิม	ช่างพิมพ์
ทำความสะอาดแม่พิมพ์	6. ทำความสะอาดแม่พิมพ์ด้วยน้ำมันเพื่อป้องกันการอุดตันของสกรีนบล็อก	ช่างพิมพ์
ลำเลียงแม่พิมพ์เข้าเก็บในห้องเก็บแม่พิมพ์	7. ลำเลียงแม่พิมพ์เข้าเก็บในห้องเก็บแม่พิมพ์	ช่างบล็อกแม่พิมพ์
ทำความสะอาดลูกยาง	8. ทำความสะอาดลูกยางโดยเช็ดด้วยน้ำมัน	ช่างพิมพ์
เก็บลูกยางบนชั้นวาง	9. นำลูกยางเก็บในชั้นวางลูกยางให้เรียบร้อย	ช่างพิมพ์
ทำความสะอาดใบมีด	10. ทำความสะอาดใบมีดโดยเช็ดด้วยน้ำมัน	ช่างพิมพ์
ทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณที่ปฏิบัติงาน	11. ทำความสะอาดเครื่องจักรและตรวจสอบสภาพความสะอาดทั่วไปของบริเวณที่ปฏิบัติงานโดยรอบ	ช่างพิมพ์
สิ้นสุดกระบวนการพิมพ์	12. สิ้นสุดกระบวนการพิมพ์	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ใบบันทึกข้อมูลอุณหภูมิและแรงตึงของเครื่องพิมพ์

วันที่_____

เครื่องพิมพ์_____

รหัสสินค้า_____รายการสินค้า_____

ข้อมูลอุณหภูมิ:

อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 1	ºC	อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 5	ºC
อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 2	ºC	อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 6	ºC
อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 3	ºC	อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 7	ºC
อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 4	ºC	อุณหภูมิของส่วนพิมพ์ที่ 8	ºC

ข้อมูลแรงตึงของฟิล์ม:_____ N/mm.

หมายเหตุ:_____

_____

_____

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจุฑาทิพย์ ทะประสพ เกิดวันที่ 24 เมษายน พ.ศ.2526 ที่กรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ.2548 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในภาคต้น ปี พ.ศ.2549

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย