

การลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ยืดหยุ่น
โดยประยุกต์ใช้วิถีการซิกมา ซิกมา
กรณีศึกษา บริษัท ไทยเวิลด์วอร์โพลีโพรดักส์ จำกัด

DEFECTIVE REDUCTION IN PRINTING PROCESS OF FLEXIBLE
PACKAGING BY APPLYING SIX SIGMA APPROACH
A CASE STUDY OF THAI WORLDWAREPOLYPRODUCT CO.,LTD.



ให้เป็นที่ปรึกษาและดำเนินการศึกษาค้นคว้าของโครงการปริญญาโทมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศอุตสาหกรรม

ศาสตราจารย์ ดร.สุจิตตาภรณ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณเทพารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL - 2009 - ED - M - 251 - 119

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน

โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า

กรณีศึกษา บริษัท ไทยเวิลด์แวร์โพลีโปรดักส์ จำกัด

DEFECTIVE REDUCTION IN PRINTING PROCESS OF FLEXIBLE

PACKAGING BY APPLYING SIX SIGMA APPROACH

A CASE STUDY OF THAI WORLDWAREPOLYPRODUCT CO.,LTD.



T105172

นุชรินทร์ เวียงคำ

NOODCHARIN WIANGKAM

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 1051721

วัน เดือน ปี 16 พ.ย. 2552

b.....
.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการจัดการอุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2552

KMITL-2009-ED-M-251-119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEFECTIVE REDUCTION IN PRINTING PROCESS OF FLEXIBLE
PACKAGING BY APPLYING SIX SIGMA APPROACH
A CASE STUDY OF THAI WORLDWAREPOLYPRODUCT CO.,LTD.**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL MANAGEMENT
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2009

KMITL-2009-ED-M-251-119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2009

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

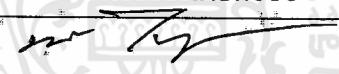

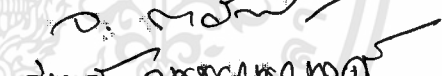
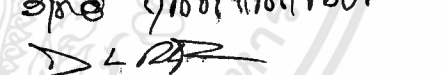
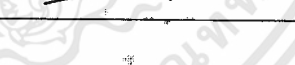
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน
โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษา บริษัท ไทยเวิลด์แวร์โพลีโปรดักส์ จำกัด
Defective Reduction in Printing Process of Flexible Packaging by Applying Six Sigma
Approach a Case Study of Thai Worldware Polyproduct Co.,Ltd.

นักศึกษา นางสาวนุจรินทร์ เวียงคำ
รหัสประจำตัว 50064143
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาการจัดการอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.วัลย์ลักษณ์ อัครีรวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.จิระเสกข์ ตริเมธสุนทร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.มนัส ไพฑูรย์เจริญฤติก		
รศ.ดร.วัลย์ลักษณ์ อัครีรวงศ์		
ผศ.ดร.จิระเสกข์ ตริเมธสุนทร		
รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์		
ดร.ธีระ ชินภัทร รามเดชะ		

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 พฤษภาคม 2552 เวลา 14.00-15.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง ปรินญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะกรรมการอุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ วันที่...28...เดือน...พฤษภาคม...พ.ศ. 2552...การค้ำ
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ในอุตสาหกรรม
บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า
กรณีศึกษา บริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด

นักศึกษา

นางสาวนุจรินทร์ เวียงคำ

รหัสประจำตัว

50064143

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิทยาการจัดการอุตสาหกรรม

พ.ศ.

2552

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร. วลัยลักษณ์ อัคริรวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิระเสกข์ ศรีเมธสุนทร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ไปปฏิบัติใช้เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก 2) เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ซึ่งใช้แนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การวัด การวิเคราะห์ การปรับปรุง และการควบคุม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ของ บริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด มาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากมีปริมาณของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้า ซึ่งมาจากกระบวนการพิมพ์เป็นจำนวนมากที่สุด โดยเริ่มต้นจากการศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของระบบการวัด การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้แผนภาพกระบวนการ เลือกปัจจัยที่สำคัญจากตารางสาเหตุและผลกระทบ เพื่อนำปัจจัยเหล่านั้นมาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่เกิดขึ้นจากปัญหาพิมพ์เหลืองและปัญหาสีลาก เพื่อนำไปปรับปรุงและแก้ไข และจัดทำมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ

ผลจากการนำแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 พบว่า ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์ลดลงจาก 14.3 เปอร์เซ็นต์ เป็น 7.2 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ หรือเมื่อเปรียบเทียบกับในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 2.6 σ เป็นระดับ 3.0 σ โดยปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองลดลงจาก 5.1 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.6 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ปัญหา

สีถากลดลงจาก 3.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.4 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นหากมีการควบคุมอย่างต่อเนื่องจะทำให้ปริมาณของเสียลดลงได้อย่างต่อเนื่อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Defective Reduction in Printing Process of Flexible Packaging By Applying Six Sigma Approach a Case Study of Thai Worldware Polyproduct Co.,Ltd.
Student	Ms.Noodcharin Wiangkam
Student ID.	50064143
Degree	Master of Science
Program	Industrial Management
Year	2009
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Walailak Atthirawong
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr. Jirasek Trimetsoontorn

ABSTRACT

The purpose of this study are 1) to deploy six sigma approach to reduce the defective in “off registration” and “smearing color” in printing process of flexible packaging 2) to investigate root cause and determine corrective action plan of “off registration” and “smearing color” problems. The quality management by using six sigma approach consists of 5 steps, which are Define Phase, Measure Phase, Analyze Phase, Improve Phase and Control Phase.

In this study, “off registration” and “smearing color” problems in printing process at Thai Worldware Polyproduct Co.,Ltd are chosen as a case study, since there are many defects and numbers of customer complaint. The first phase aims to determine the repeatability and reproducibility of attribute Gauge R&R study. Using the process map analyzes the root cause and chooses the key factor from Cause and Effect Matrix, Then, the key factor are analyzed their defect characteristic and effect from FMEA (Failure Mode Effect Analysis). After that, the actual root cause is analyzed, corrective action and preventive action plan are established in order to decrease defect and prevent repeatable problems.

After applying six sigma approach from July'2008 to February'2009, it was found that defects in printing process can be reduced up to 50% (from 14.3% to 7.2%). When comparing with σ level, it improved from 2.6 σ to 3.0 σ . The results also revealed that “off registration” defective can be reduced from 5.1% to 2.6%, and “smearing color” defective can be reduced from 3.7% to 1.4%. Therefore, if managements control the process incessantly, waste will be reduced continuously.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.วัลย์ลักษณ์ อัครธีรวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.จิรเสกข์ ตริเมธสุนทร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาตลอดจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.มนัส ไพฑูรย์เจริญลาภ ดร.ธีระ ชินภัทร รามเดชะ และ รศ.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ช่วยแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณประเสริฐ ไตรจักรภพ กรรมการผู้จัดการ บริษัท ไทยเวลด์แวย์ โพลีโปรดักส์ จำกัด ที่ได้ให้ข้อมูลสำหรับการทำงานวิจัยครั้งนี้ และให้ความช่วยเหลือในส่วนอื่นๆ ของการวิจัยอย่างดีเยี่ยม รวมทั้งขอขอบคุณพนักงานทุกท่านที่ให้ความร่วมมือด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่และครอบครัว ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนผู้วิจัยด้วยดีมาตลอด รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนจากสาขาวิชาวิทยาการจัดการอุตสาหกรรมรุ่น 11 ที่ได้มีโอกาสศึกษาร่วมกันและคอยกระตุ้นให้กำลังใจผู้วิจัยด้วยดี และพี่ๆ เพื่อนๆ อันเป็นที่รักทุกคนที่ให้การกำลังใจและขอแนะนำมาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ ภาควิชาภาษาสังคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความช่วยเหลือประสานงานและอำนวยความสะดวกในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นุจรินทร์ เวียงคำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อ	
ภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การศึกษา.....	7
1.3 สมมติฐานในการวิจัย.....	7
1.4 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....	9
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า.....	11
2.1.1 คำจำกัดความของซิกซ์ ซิกม่า.....	11
2.1.2 ประวัติความเป็นมาของซิกซ์ ซิกม่า.....	12
2.1.3 หลักการหรือแนวคิดของซิกซ์ ซิกม่า.....	13
2.1.4 การปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า.....	16
2.1.5 ประโยชน์ของระบบจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า.....	18
2.1.6 ประโยชน์ในการนำ ซิกซ์ ซิกม่า มาใช้ในองค์กร.....	18
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือ เทคนิค และวิธีการที่ใช้ในการวิจัย.....	19
2.2.1 การระดมความคิด (Brainstorming)	19
2.2.2 การเขียนแผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram)	19
2.2.3 แผนภาพกระบวนการผลิต (Process Map)	20
2.2.4 ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix)	20

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.5 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)	20
2.2.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA).....	22
2.2.7 การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด.....	29
2.2.8 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing).....	33
2.2.9 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments)	34
2.2.10 แผนภูมิควบคุม (Control Chart).....	36
2.2.11 ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index).....	38
2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน.....	40
2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์.....	43
2.4.1 ระบบการพิมพ์ (The Printing Process)	43
2.4.1.1 การพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter Press)	43
2.4.1.2 การพิมพ์ระบบระบบเฟล็กโซ (Flexo)	44
2.4.1.3 การพิมพ์ระบบกราเวียร์.....	44
2.4.1.4 การพิมพ์ออฟเซต (Offset)	45
2.4.1.5 การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน.....	46
2.4.2 การแยกสีและผลิตแม่พิมพ์	47
2.4.3 ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์เบื้องต้น.....	49
2.4.3.1 องค์ประกอบของเครื่องพิมพ์	50
2.5 งานวิจัยเกี่ยวข้อง.....	52
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	58
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	58
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	58
3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ.....	59
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	61
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	73
4.1 การระบุปัญหา (Define Phase).....	73
4.2 การวัดเพื่อหาสาเหตุปัญหา (Measure Phase).....	77
4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase).....	91
4.4 การปรับปรุง (Improve Phase)	101
4.5 การควบคุม (Control Phase)	112
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	119
5.1 สรุปผลการวิจัย	119
5.2 การเปรียบเทียบระดับของเสียและข้อร้องเรียนสำหรับ ปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก่อนและหลังการปรับปรุง โดยการประยุกต์ใช้ ซิกซ์ ซิกม่า	124
5.3 การอภิปรายผล.....	129
5.4 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	130
5.5 ข้อเสนอแนะ.....	131
บรรณานุกรม.....	132
ประวัติผู้เขียน.....	135

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ร้อยละอัตราการเกิดของเสียเมื่อเทียบกับ Sigma (σ) แตกต่างจากการใช้ตารางแจกแจงปกติ.....	15
2.2 กฎเกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ.....	24
2.3 กฎเกณฑ์การประเมินผล โอกาสการเกิดข้อบกพร่อง.....	26
2.4 กฎเกณฑ์การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม.....	26
4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะสั้น (ก่อนการอบรม).....	81
4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะสั้น (หลังการอบรม).....	87
4.3 ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาพิมพ์เหลือง.....	91
4.4 ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาสีตก.....	93
4.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบปัญหาพิมพ์เหลือง.....	96
4.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบปัญหาสีตก.....	97
4.7 สาเหตุของปัญหาและค่า RPN ของปัญหาพิมพ์เหลือง.....	98
4.8 สาเหตุของปัญหาและค่า RPN ของปัญหาสีตก.....	99
4.9 ป้อนข้อมูลเข้าเพื่อออกแบบการทดลอง.....	103
4.10 การออกแบบการทดลองและผลการทดลองป้อนข้อมูลที่นำจะมีผลกระทบ.....	103
4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ด้วยโปรแกรม Minitab for estimate effect and coefficients for wastes.....	104
4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ด้วยโปรแกรม Minitab for Analysis of variance for wastes.....	105
4.13 ผลการทดลองหลังการปรับตั้ง Condition ใหม่.....	105
4.14 ผลการทดลองการใช้ถาดหมึกแบบเปิดและปิด.....	108
4.15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4.14 ด้วยโปรแกรม Minitab.....	108
4.16 ผลการทดลองการใช้ตะแกรงแบบที่ 1 และ 2.....	110
4.17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4.16 ด้วยโปรแกรม Minitab.....	111
4.18 ผลการทดลองการใช้ใบมีดปาดหมึก.....	111
4.19 แผนการควบคุม (Control Plan).....	112
5.1 ตารางการเปลี่ยนแปลงค่า σ เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง.....	125

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 สัดส่วนการผลิตบรรจุภัณฑ์ในประเทศไทย.....	3
1.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551	5
1.3 แผนภูมิพาเรโต แสดงจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าของเสียที่เกิดจาก กระบวนการพิมพ์ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551.....	6
1.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกมา ชิคม่า.....	8
2.1 ความสัมพันธ์ของ KPIV, KPOV และ CTQ	13
2.2 ค่าความแปรปรวนหรือที่ในทางสถิติเรียกว่า Sigma (σ)	14
2.3 ปრაกฏการณ์ 1.5 σ Shift	15
2.4 ขั้นตอน DMAIC	17
2.5 แผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram).....	19
2.6 การใช้แผนภาพพาเรโตในการอธิบายความมีเสถียรภาพ.....	21
2.7 หลักการพาเรโต.....	21
2.8 ตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน.....	41
2.9 โครงสร้างองค์กรบริษัท ไทยเว็ลด์แวร์โพลีโปรดักส์ จำกัด.....	41
2.10 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน.....	42
2.11 หลักการพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter Press).....	44
2.12 หลักการพิมพ์เครื่องพิมพ์ระบบกราเวียร์.....	45
2.13 การพิมพ์ออฟเซต.....	46
2.14 การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน.....	47
2.15 ลักษณะเครื่องพิมพ์กราเวียร์.....	51
2.16 องค์ประกอบของเครื่องพิมพ์กราเวียร์.....	51
4.1 ผังกระบวนการของกระบวนการพิมพ์ (SIPOC Diagram).....	74
4.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่ เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551	75
4.3 แผนภูมิพาเรโต แสดงจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่ เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2551.....	76
4.4 ตัวอย่างปัญหาพิมพ์เหลือง มีลักษณะการซ้อนภาพพิมพ์ไม่สมบูรณ์.....	76
4.5 ตัวอย่างปัญหาสีตก.....	77

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 ปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการพิมพ์เหลืองและสีลากโดยใช้ แผนภาพกระบวนการ พิมพ์.....	79
4.7 แผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ตารางสาเหตุและ ผลกระทบ(Cause and Effect Matrix) ของปัญหาพิมพ์เหลือง	92
4.8 แผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ ตารางสาเหตุและ ผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาสีลาก	94
4.9 แผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของของค่า RPN ของปัญหาพิมพ์เหลือง.....	98
4.10 แผนภูมิพาเรโตเรียงลำดับความสำคัญของของค่า RPN ของปัญหาสีลาก.....	100
4.11 เครื่องตรวจสอบความแข็งแรงของลูกยาง.....	101
4.12 ตัวอย่างของลูกยางที่พร้อมใช้งาน.....	102
4.13 ถาดหมึกแบบเปิด.....	105
4.14 ถาดหมึกแบบปิด.....	105
4.15 แบบที่ 1 ใช้ตะแกรง 1 ชั้น (เก่า)	109
4.16 แบบที่ 2 ใช้ตะแกรง 3 ชั้น ซ้อนกัน โดยมีห่วงกัน (ใหม่)	109
4.17 แบบฟอร์มการตรวจสอบแม่พิมพ์)	114
4.18 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) ของปัญหาพิมพ์เหลือง.....	117
4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) ของปัญหาสีลาก.....	118
5.1 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552	124
5.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง.....	127
5.3 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลืองก่อนและหลังการปรับปรุง.....	127
5.4 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากปัญหาสีลากก่อนและหลังการปรับปรุง.....	128
5.5 แสดงจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลืองก่อนและหลังปรับปรุง.....	128
5.6 จำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่เกิดจากปัญหาสีลากก่อนและหลังปรับปรุง.....	129

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะการณ์ปัจจุบัน อุตสาหกรรมทุกอุตสาหกรรมต้องเผชิญกับภาวะการแข่งขันที่รุนแรงทั้งภายในและภายนอกประเทศ อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับทุกภาคธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นการผลิตในภาคอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม เกษตรกรรม หรือการให้บริการ ล้วนต้องใช้บรรจุภัณฑ์เป็นส่วนประกอบในการส่งเสริมการขายสินค้าของตน ในการจัดการทางการตลาดสมัยใหม่ นอกเหนือจาก ราคา (Price) ช่องทางจัดจำหน่าย (Place) การส่งเสริมการขาย (Promotion) และ ผลิตภัณฑ์ (Product) การบรรจุภัณฑ์ซึ่งคือ การห่อหุ้มสินค้า ซึ่งช่วยส่งเสริมให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์เป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภคและรักษาคุณภาพสินค้าให้มีความสดใหม่ สวยงามและถูกสุขอนามัยอยู่เสมอทั้งนี้ เพื่อสร้างความประทับใจและก่อให้เกิดความต้องการแก่ผู้พบเห็น รวมทั้งมีการนำตราสินค้า (Branding) มาเป็นสื่อในการโฆษณาเพื่อสื่อถึงสรรพคุณ ข้อดีของสินค้าและผู้ผลิต โดยจะบ่งบอกถึงชื่อเสียงของบริษัทผู้ผลิต และคุณสมบัติของสินค้า ณ จุดขาย นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจจากการผลิตและส่งออกสินค้าเกษตรมาเป็นการผลิตและส่งออกสินค้าอุตสาหกรรมมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ขยายตัวและมีบทบาทมากขึ้นในการเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนของอุตสาหกรรมอื่นๆ และเป็นกิจกรรมที่ดำเนินควบคู่กับอุตสาหกรรมอาหารและอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคที่ต้องใช้บรรจุภัณฑ์ (กรมส่งเสริมการส่งออก. 2551)

อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ในประเทศไทยสามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ดังนี้

1.1.1 บรรจุภัณฑ์แก้ว

บรรจุภัณฑ์แก้วสัดส่วนการผลิตร้อยละ 15 ขวดแก้วเป็นบรรจุภัณฑ์ที่นิยมใช้กันมานาน และแพร่หลายมากในปัจจุบัน เนื่องจากขวดแก้วเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความใส สามารถมองเห็นสินค้าได้ ทนต่อกรด ด่าง และสารละลายได้ดี สามารถป้องกันและรักษาผลิตภัณฑ์ที่บรรจุไว้ได้ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่มีข้อเสีย คือ แดกหักง่าย ต้นทุนการผลิตสูง ดังนั้น ผลิตภัณฑ์ที่นำมาบรรจุมักเป็นสินค้าที่มีราคาสูง หรือเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้ง่าย วัตถุดิบหลักที่นำมาใช้ในการผลิต คือทรายแก้ว โซดาแอส หินปูน เศษแก้ว อลูมินา ไนเตรด และซิลิเนียม เป็นต้น

1.1.2 บรรจุกัณฑ์โลหะ

บรรจุกัณฑ์โลหะมีสัดส่วนการผลิตร้อยละ 20 สามารถแบ่งได้เป็น ครอบง้อมทำจากเหล็ก และอลูมิเนียม บรรจุกัณฑ์ชนิดนี้ทนต่อความร้อนและความดันสูง สามารถปกป้องสินค้าภายในได้ดี แต่มักพบปัญหาเรื่องสนิมเมื่อมีความชื้นและปัญหาการสึกกร่อนบริเวณฝาปิดหรือบริเวณที่มีการเชื่อม โลหะที่นำมาผลิตมี 2 ประเภท คือ แผ่นเหล็กวิลาสที่เคลือบดีบุกกับเคลือบเล็กเกอร์และแผ่นอลูมิเนียม

1.1.3 บรรจุกัณฑ์กระดาษ

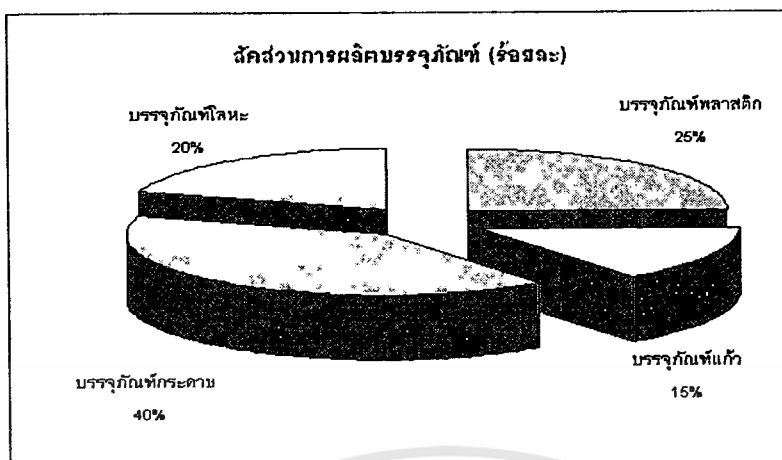
มีสัดส่วนการผลิตร้อยละ 40 สามารถแบ่งย่อยได้เป็นกล่องกระดาษลูกฟูก กล่องกระดาษแข็ง ถุงกระดาษหลายชั้น ถุงกระดาษชั้นเดียว วัสดุคิบบสำคัญที่ใช้แตกต่างกันไปตามชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก ถุงกระดาษชั้นเดียว ถุงกระดาษหลายชั้นทำจากกระดาษคราฟท์ ส่วนกล่องกระดาษแข็งทำจากกระดาษแผ่น บรรจุกัณฑ์กระดาษเป็นบรรจุกัณฑ์ที่นิยมใช้กันมากและมีการขยายตัวค่อนข้างสูง เนื่องจากสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่าย มีราคาถูก มีหลากหลายขนาดตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ กล่องกระดาษ และถุง

1.1.4 บรรจุกัณฑ์พลาสติก

บรรจุกัณฑ์พลาสติกมีสัดส่วนการผลิตร้อยละ 25 สามารถแบ่งย่อยได้เป็นถุงและกระสอบพลาสติก ขวดพลาสติก ถาดพลาสติก ถาดโฟม วัสดุคิบบที่ใช้คือ เม็ดพลาสติกชนิดต่างๆ เช่น โพลีเอทิลีนนำไปทำขวด กระปุก ถ้วย ถาด ถุง โพลีไวนิลคลอไรด์ใช้ในการทำขวดและถาดอาหาร โพลีสไตรีนนำมาผลิตภาชนะบรรจุอาหารบางชนิด เช่น นมและยา เป็นต้น โพลีโพรพิลีนเหมาะสำหรับใช้เป็นภาชนะบรรจุที่ต้องค้ำและฆ่าเชื้อโรค ปัจจุบันผู้ผลิตบรรจุกัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ กระจายอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศ ตลาดของบรรจุกัณฑ์พลาสติกประเภทต่างๆ โดยรวมแล้วมีลักษณะแบบตลาดผู้ขายมากกว่า มีการแข่งขันทั้งในด้านราคา ด้านคุณภาพ และรูปแบบของบรรจุกัณฑ์ โดยผู้ผลิตแต่ละรายพยายามนำเทคนิคการผลิตใหม่ๆ มาใช้เพื่อเปลี่ยนแปลงรูปแบบให้มีลักษณะเหมาะสมและสะดวกต่อการใช้งานในสถานการณ์ต่างๆ นอกจากนี้ราคาจำหน่ายในประเทศยังขึ้นอยู่กับวัสดุคิบบและกรรมวิธีที่ใช้ผลิต ผู้ผลิตรายใหญ่มุ่งตลาดอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องใช้บรรจุกัณฑ์ไปใช้บรรจุสินค้าของตน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมผลิตเพื่อการส่งออก ขณะที่ผู้ผลิตรายย่อยมุ่งตลาดผู้บริโภคในประเทศ โดยให้ความสำคัญกับการผลิตตามคำสั่งซื้อเพื่อป้อนอุตสาหกรรมผลิตอื่นๆ เป็นสำคัญ

อุตสาหกรรมบรรจุกัณฑ์ในประเทศไทยสามารถจำแนกได้ 4 ประเภท ได้แก่ บรรจุกัณฑ์แก้ว บรรจุกัณฑ์โลหะ บรรจุกัณฑ์กระดาษ และบรรจุกัณฑ์พลาสติก รูปที่ 1.1 แสดงสัดส่วนการผลิตบรรจุกัณฑ์ในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการผลิตบรรจุภัณฑ์ในประเทศไทย

ที่มา : กรมการค้าต่างประเทศ (2551)

อย่างไรก็ตาม บรรจุภัณฑ์พลาสติกนอกจากจะผลิตเพื่อสนองความต้องการใช้ภายในประเทศ ซึ่งมีถึงร้อยละ 70 แล้ว ยังเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า ปัจจุบันยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายในตลาดต่างประเทศและนำรายได้เข้าประเทศในแต่ละปีเป็นมูลค่านับหมื่นล้านบาท บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่มีแนวโน้มในการส่งออกที่ดี ได้แก่ ถุง กล่อง กระสอบ ตะกร้า และขวด ทั้งนี้เนื่องจากได้รับการพัฒนาจนมีคุณภาพได้มาตรฐานและมีรูปแบบเป็นที่นิยมของตลาดต่างประเทศ ประกอบกับผู้ผลิตภายในประเทศไทยมีความได้เปรียบด้านต้นทุนที่ต่ำกว่าประเทศผู้ผลิตรายอื่นๆ ที่เป็นคู่แข่ง รวมทั้งการที่ไทยได้รับสิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากรจากประเทศผู้นำเข้าบางประเทศ โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา (สหภาพยุโรปตัดสิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากรในสินค้ากลุ่มบรรจุภัณฑ์พลาสติกตั้งแต่ปี 2542) ทำให้ผลิตภัณฑ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกของไทยสามารถขยายตลาดส่งออกได้อย่างกว้างขวาง

อุตสาหกรรมที่ใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกส่วนใหญ่ ได้แก่ อุตสาหกรรมอาหาร รองลงมาคือ อุตสาหกรรมเคมี เช่น เครื่องสำอาง ยาน้ำแมลง ฝู และสารเคมีอื่นๆ เป็นต้น แต่เมื่อพิจารณาเป็นรายผลิตภัณฑ์แล้ว ตลาดบรรจุภัณฑ์พลาสติกแต่ละประเภทจะแตกต่างกัน กล่าวคือ ขวดพลาสติกส่วนมากจะจำหน่ายให้แก่โรงงานผลิตน้ำมันพืช โรงงานผลิตเครื่องสำอาง ส่วนโรงงานผลิตหลอดพลาสติก โฟม กระป๋อง แข็ง และลัง ส่วนใหญ่จะจำหน่ายผลิตภัณฑ์เหล่านี้ให้แก่โรงงานแปรรูปอาหาร สำหรับโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกจำพวกถุง ซอง ลัง กล่อง ส่วนใหญ่จะจำหน่ายให้แก่ผู้ใช้บรรจุภัณฑ์ทั่วไป

ในด้านช่องทางการจำหน่าย ปัจจุบันผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติกได้ให้ความสำคัญกับการผลิตผลิตภัณฑ์ของตนเพื่อจำหน่ายโดยตรงแก่อุตสาหกรรมการผลิตทั่วไปประมาณร้อยละ 38.5 มากกว่าการจำหน่ายให้ร้านค้าส่งซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 25.0 ประกอบกับผู้ใช้บรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ มักจะติดต่อกับร้านค้าส่งโดยตรง เนื่องจากมีความหลากหลายในสินค้า เอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายและมีอำนาจต่อรองกับโรงงานผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ได้มาก โดยผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่จะให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมแปรรูปอาหาร โดยเฉพาะการแปรรูปอาหารเพื่อการส่งออก

สำหรับการใช้ทดแทนกันของบรรจุภัณฑ์สินค้านั้น มีทั้งการทดแทนกันระหว่างรูปแบบ / ชนิดของบรรจุภัณฑ์ประเภทเดียวกัน เช่น ขวดพลาสติก ก่องพลาสติกหรือภาชนะโฟม เป็นต้น ใช้แทนถุงพลาสติก และการทดแทนกันระหว่างบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกัน เช่น ขวดพลาสติกใช้แทนกระป๋องโลหะและขวดแก้ว ก่อง ถาด โฟม ใช้ใส่อาหาร แทนการใช้ใบตองห่อหรือแข่งใส่ปลา ทู ลังพลาสติกใช้แทนกล่องกระดาษลูกฟูก ถังพลาสติกใช้ใส่อาหารที่เตรียมสะดวกรวดเร็ว (Fast Food) แทนการใช้กล่องกระดาษ ตาช้วยพลาสติกใช้แทนชะลอมบรรจุผลไม้ หลอดพลาสติก (Laminate) ใช้แทนหลอดโลหะ ชนิดของบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ถูกทดแทนโดยบรรจุภัณฑ์พลาสติกอื่นมากที่สุดคือ ถุง/ซองพลาสติก ซึ่งใช้บรรจุผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารเป็นส่วนใหญ่ มักถูกทดแทนโดยขวดพลาสติก ก่องพลาสติก ภาชนะโฟม นอกจากนี้ เครื่องดื่มจำพวกสุราน้ำอัดลมซึ่งปัจจุบันยังใช้ขวดแก้ว มีแนวโน้มจะถูกทดแทนโดยขวดพลาสติกในอนาคต

ปัจจุบันมีผู้หันมานิยมใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกมากขึ้น แนวโน้มของการขยายตัวของอุตสาหกรรมอื่นที่ต้องใช้บรรจุภัณฑ์พลาสติกเพื่อห่อหุ้มสินค้ามีจำนวนมากขึ้น ทำให้อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์พลาสติกมีการขยายตัวตามไปด้วย ในอนาคตคาดว่าจะมีการหันมาใช้บรรจุภัณฑ์อ่อนตัว (Flexible Packaging) มากขึ้น เช่น พลาสติกหด (Shrinked Film) และฟิล์มห่อหุ้ม (Wrapped Film) ตลาดหลักที่สำคัญของบรรจุภัณฑ์พลาสติก ได้แก่ ญี่ปุ่น สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และตลาดที่มีศักยภาพของไทยคือ ฮองกง (กรมส่งเสริมการส่งออก.2551)

โดยภาพรวมแล้ว ในปี 2550 บรรจุภัณฑ์พลาสติกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีส่วนแบ่งตลาดในการส่งออกมากที่สุด ร้อยละ 76.18 รองลงมาได้แก่ บรรจุภัณฑ์กระดาษ ร้อยละ 12.02 บรรจุภัณฑ์โลหะ ร้อยละ 9.52 และบรรจุภัณฑ์แก้ว ร้อยละ 2.27 ตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สหราชอาณาจักร และออสเตรเลีย (กรมศุลกากร.2551)

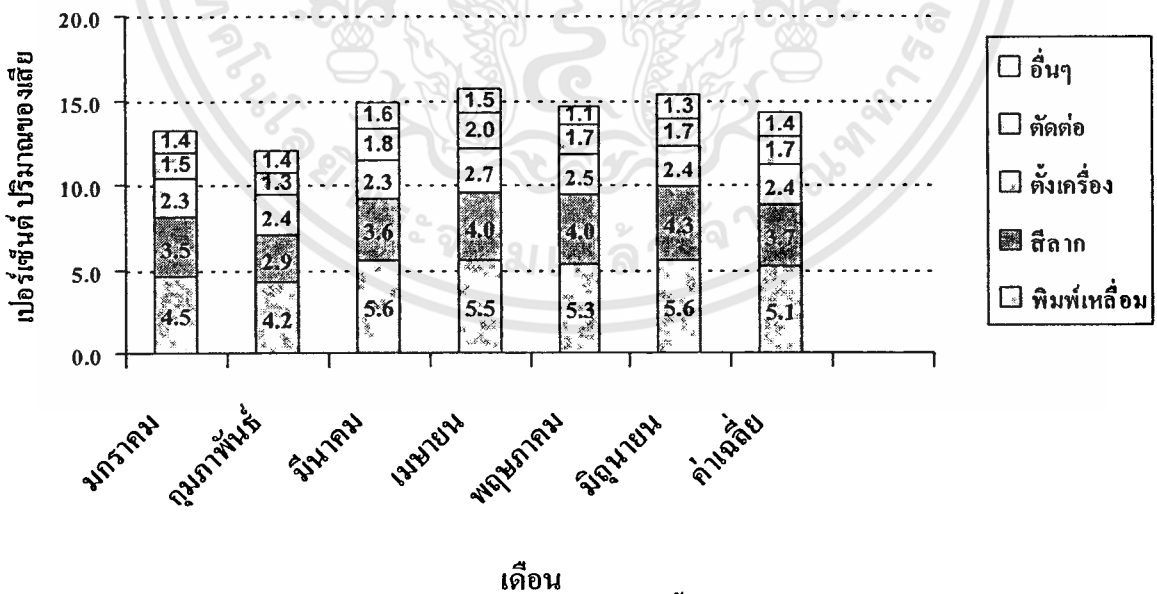
ปี 2550 ไทยนำเข้าบรรจุภัณฑ์พลาสติกมากเป็นอันดับหนึ่ง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 72.36 ของบรรจุภัณฑ์ทุกประเภท รองลงมาคือบรรจุภัณฑ์โลหะร้อยละ 12.72 บรรจุภัณฑ์กระดาษร้อยละ 9.18 และบรรจุภัณฑ์แก้วมีส่วนแบ่งการตลาดน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 5.74 สำหรับแหล่งนำเข้าบรรจุภัณฑ์ที่สำคัญของไทยคือ ญี่ปุ่น มาเลเซียและจีน เพื่อใช้บรรจุสินค้าอุปโภคบริโภค (กรมศุลกากร.2551)

เนื่องจากปัจจุบันปัญหาสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นเรื่องที่ทุกประเทศให้ความสำคัญ ส่งผลให้ตลาดโลกหันมาใช้กลยุทธ์ตลาดสีเขียว (Green Marketing) เพิ่มขึ้น บรรจุภัณฑ์สำหรับสินค้าต่างๆ มีส่วนในการสร้างมลพิษแก่สิ่งแวดล้อมโดยตรง ในต่างประเทศโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้ว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างพยายามลดปริมาณบรรจุภัณฑ์ลงเพื่อลดของเสียจากบรรจุภัณฑ์ โดยคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปกับต้นทุนการผลิต การลดการใช้วัสดุบรรจุภัณฑ์ ตลอดจนสามารถนำกลับมาใช้ซ้ำหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สินค้าที่มีภาพพจน์ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมจะสามารถแข่งขันได้ ผู้ผลิตและผู้ส่งออกไทยจึงควรเลือกใช้วัสดุที่สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์จึงควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการผลิต อันรวมถึงเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่กระบวนการผลิต เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ดี สร้างความพึงพอใจสูงสุดแก่ลูกค้า เพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในสถานะเศรษฐกิจปัจจุบัน

สำหรับ บริษัท ไทยเวิลด์แวย์โพลีโพรดักส์ จำกัด ที่ใช้เป็นกรณีศึกษานั้น เป็นอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน (Flexible Packaging) โดยได้ทำการผลิตสิ่งพิมพ์ทุกชนิดเพื่อใช้เป็นบรรจุภัณฑ์อาหาร เช่น ฟิล์มพลาสติกสำหรับบรรจุอาหาร ขนมขบเคี้ยว เป็นต้น มีกระบวนการผลิตที่เริ่มจาก กระบวนการพิมพ์ กระบวนการเคลือบ และกระบวนการตัดขอบ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามจากข้อมูลช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 พบว่าในกระบวนการพิมพ์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต โดยเฉลี่ย 14.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับจำนวนวัตถุดิบที่ป้อนเข้าเป็นเมตร รูปที่ 1.2 แสดงถึงเปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นจากปัญหาพิมพ์เหลือง สีตก ตั้งเครื่อง ตัดต่อ และอื่น ๆ ในแต่ละเดือน

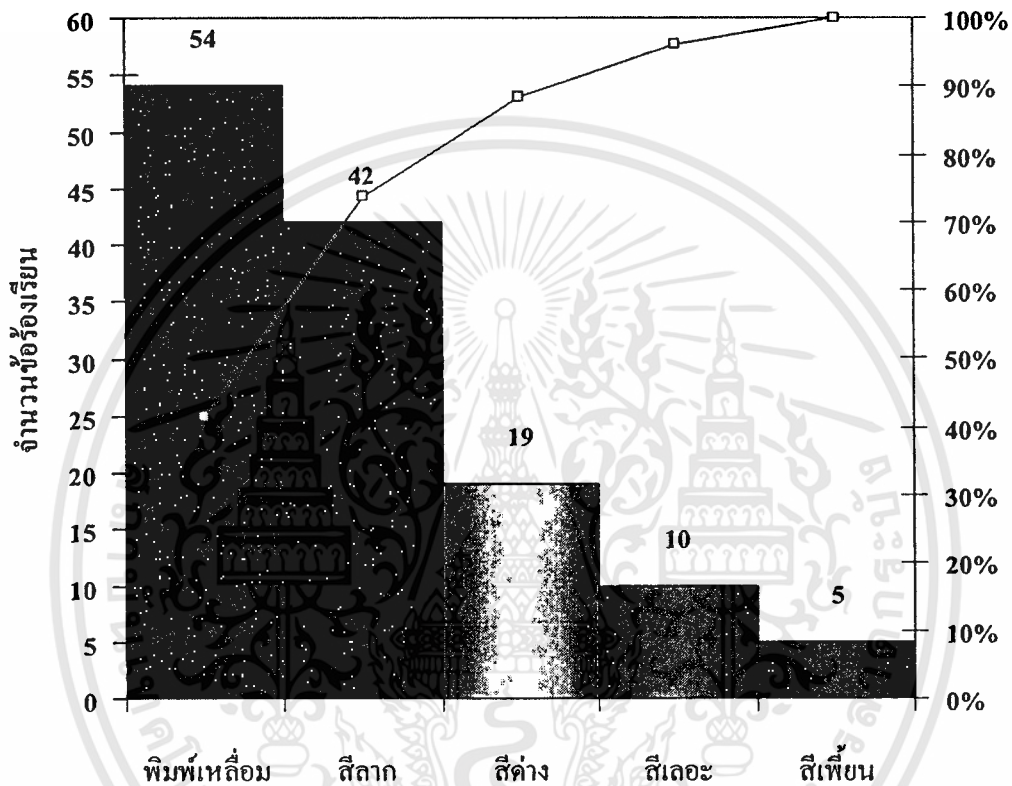


รูปที่ 1.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน

พ.ศ. 2551

ที่มา : บริษัท ไทยเวิลด์แวย์โพลีโพรดักส์ จำกัด (2551)

เมื่อนำข้อมูลของของเสียที่ลูกค้าร้องเรียนมา และของเสียที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการพิมพ์ มาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้โดยใช้แผนภูมิพารेटอ ซึ่งจากแผนภูมิพารेटอ (รูปที่ 1.3) แสดงให้เห็นว่าปัญหาเรื่องของพิมพ์เหลือง เป็นปัญหาที่รุนแรงที่สุด รองลงมาคือสีลาก สีดำง สีเลอะ และสีเพี้ยน ตามลำดับ



รูปที่ 1.3 แผนภูมิพารेटอ แสดงจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการพิมพ์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551
ที่มา: บริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลีโปรดักส์ จำกัด (2551)

จากข้อมูลข้างต้น (รูปที่ 1.2-1.3) สำหรับกระบวนการพิมพ์นั้น จะเห็นได้ว่าปัญหาพิมพ์เหลือง และสีลาก นับเป็นของเสียที่มีปริมาณมากที่สุดมีจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้ามากที่สุดตามลำดับ ดังนั้น หากมีการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ขึ้นก็จะส่งผลในการลดความสูญเสียสำหรับกระบวนการพิมพ์ส่งผลให้เกิดความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงจะนำวิธีซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ ในกรณีของปัญหาพิมพ์เหลือง และสีลาก

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ไปปฏิบัติใช้เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก

1.2.2 เพื่อศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก

1.3 สมมติฐานในการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 การนำแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ทำให้สามารถลดของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลากได้

1.4 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ไปปฏิบัติใช้เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก และเพื่อศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก

จากสภาพการณ์ปัจจุบัน การที่บริษัทจะสามารถยืนหยัดได้ควรที่จะทำการพัฒนาและปรับปรุงทั้งทางด้านคุณภาพ ตลอดจนการลดต้นทุนการผลิตในการวางแผนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์และการยกระดับคุณภาพอย่างรวดเร็ว การวางกลยุทธ์เพื่อที่จะลดต้นทุนในการผลิต สิ่งที่ทำให้หลายบริษัทโดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริษัทโมโตโรล่า ประสบความสำเร็จ คือการควบคุมคุณภาพ โดยใช้วิธีทางสถิติเข้ามาเป็นเครื่องมือ ซึ่งเรียกว่า การควบคุมคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า (ฉันทนา วิริยเวรกุล. 2549 : 87)

ในอุตสาหกรรมทุกประเภทในปัจจุบันมีการแข่งขันที่สูงมาก ซึ่งสิ่งที่จะทำให้ยอดขายของบริษัทเพิ่มขึ้นจะต้องขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก ดังนั้น การที่จะได้ซึ่งความได้เปรียบของบริษัท คือ การสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า การควบคุมคุณภาพในระดับซิกซ์ ซิกม่าจึงเป็นกลยุทธ์และวิธีการดำเนินงานซึ่งทำให้บริษัทสามารถประสบความสำเร็จในการปฏิบัติงานด้านคุณภาพเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์คือความสามารถในการทำกำไรของบริษัท

การควบคุมคุณภาพในระดับซิกซ์ ซิกม่า คือ มาตรการซึ่งใช้วัดคุณภาพการดำเนินงาน โดยมีแนวคิด คือ ทำการควบคุมคุณภาพที่ระดับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง เพื่อที่จะลดค่าความแปรปรวนของกระบวนการ ส่งผลให้การดำเนินงานยังมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนทุกขั้นตอนของการทำงานทุกประเภทจะถูกควบคุมอย่างมีระบบ โดยที่พนักงานจะต้องรู้สึกและเข้าใจว่ามีใช้การทำงานหนักยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

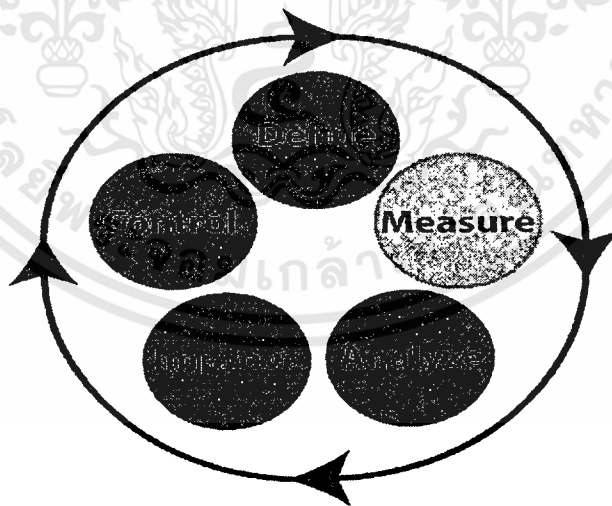
ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ คือ การใช้แนวทางด้านการการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า เป็นแนวทางหรือมาตรฐานในการวิเคราะห์แก้ไข้ปัญหาขององค์กรอย่างเป็นรูปแบบ โดยที่การควบคุมคุณภาพในรูปแบบดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ในงานด้านอื่นๆ ที่นอกเหนือจากงานด้านวิศวกรรม เช่น งานด้านการวางแผนการผลิต การตลาดและฝ่ายผลิต เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเอาปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลากซึ่งเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์เป็นกรณีศึกษาเพื่อจะใช้แนวคิดและวิธีปฏิบัติตามขั้นตอนของซิกซ์ มาเพื่อเสนอแนวทางในการแก้้ปัญหาอย่างมีระบบ

แนวทางการปฏิบัติด้านแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่าใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆ 5 ขั้นตอน ของซิกซ์ ซิกม่า ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Define Phase)
2. การวัด (Measure Phase)
3. การวิเคราะห์ (Analyze Phase)
4. การปรับปรุง (Improve Phase)
5. การควบคุม (Control Phase)

กระบวนการดังกล่าวเรียกว่า ดูเมอิก (DMAIC) ดังแสดงรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า

ที่มา : [http:// www.insyte-consulting.com/six sigma](http://www.insyte-consulting.com/six sigma)

โดยได้อ้างอิงแนวคิดจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว (2545) ในเรื่อง “การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยการประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า” และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัย สิริวิดี เอื้ออรธัญโชติ (2546) ในเรื่อง “การลดการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตหัวอ่าน-เขียนสำหรับคอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า”

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กระบวนการพิมพ์ ของบริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลิโพรดักส์ จำกัด

1.5.2 ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยนี้จะทำการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาในกระบวนการพิมพ์ของบริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลิโพรดักส์ จำกัด ที่เป็นกรณีศึกษา แล้วทำการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ โดยใช้แนวคิดการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่าตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2552

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ของอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน (Flexible Packaging)

1.6.2 สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเทคนิคที่ใช้แก้ไขปัญหาคือวิธีการที่ต้องทำการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้นตลอดเวลา

1.6.3 เพื่อสร้างความเชื่อมั่นต่อลูกค้าที่จะได้รับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ รวมทั้งช่วยสร้างความพึงพอใจสำหรับลูกค้า

1.6.4 สามารถลดระยะเวลาในการผลิตผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดและสามารถแข่งขันกับคู่แข่งได้

1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 ซิกซ์ ซิกม่า หมายถึง กระบวนการทางธุรกิจที่ใช้ปรับปรุงขีดความสามารถในการออกแบบและตรวจสอบการดำเนินงานทางธุรกิจประจำวันเพื่อลดการใช้ทรัพยากรและลดความสูญเสียเปล่าโดยสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าเพิ่มขึ้น และเป็นกระบวนการปรับปรุงความสามารถในการทำกำไร

1.7.2 ของเสีย หมายถึง ของที่มีคุณภาพไม่ครบสมบูรณ์ตามความต้องการของลูกค้า หรือของที่มีคุณสมบัติของคุณภาพไม่สมบูรณ์ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้

1.7.3 บรรจุภัณฑ์ คือ สิ่งห่อหุ้ม หรือบรรจุผลิตภัณฑ์รวมทั้งภาชนะที่ใช้เพื่อการขนส่ง ผลิตภัณฑ์ จากแหล่งผู้ผลิต ไปยังแหล่งใช้ประโยชน์ เพื่อวัตถุประสงค์ ป้องกัน และรักษาผลิตภัณฑ์ ให้คงสภาพ ตลอดจนคุณภาพ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์เป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค และรักษาคุณภาพสินค้าให้มีความสดใหม่ สวยงามและถูกสุขอนามัยอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อสร้างความประทับใจและก่อให้เกิดความต้องการแก่ผู้พบเห็น รวมทั้งมีการนำตราสินค้า (Branding) มาเป็นสื่อในการโฆษณาเพื่อสื่อถึงสรรพคุณ ข้อดีของสินค้าและผู้ผลิต บ่งบอกถึงชื่อเสียงของ บริษัทผู้ผลิต และคุณสมบัติของสินค้า ณ จุดขาย

1.7.4 บรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน (Flexible Packaging) คือ บรรจุภัณฑ์ซึ่งมีโครงสร้างทำมาจากฟิล์ม พอยล์ หรือวัสดุเหล่านี้ร่วมกัน ความหนาไม่เกิน 200 ไมครอน

1.7.5 กระบวนการพิมพ์ คือ กระบวนการถ่ายทอดหมึกจากตัวกลางซึ่งเรียกว่า แม่พิมพ์ ไปสู่วัสดุที่จะใช้พิมพ์

1.7.6 พิมพ์เลื่อม คือ ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ โดยมีลักษณะการซ้อนภาพพิมพ์ไม่สมบูรณ์

1.7.7 สีลาก คือ ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ โดยจะมีลักษณะเป็นรอยของหมึกที่เปื้อนอยู่บนเนื้องานทำให้ภาพพิมพ์เสียหาย รอยหมึกที่เกิดจากสีลากมีลักษณะเป็นทางยาวหรือเป็นเส้นคล้ายรอยขีด

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษา รวบรวมเนื้อหาของทฤษฎีและรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยไว้หลายแนวคิด โดยศึกษาจากตำรา เอกสาร วารสาร รายงานการวิจัย วิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้สามารถกำหนดกรอบแนวคิดที่จะใช้เป็นแนวในการศึกษาได้ครอบคลุมและชัดเจนขึ้น ซึ่งประกอบด้วยสาระสำคัญดังต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า
- 2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า
- 2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน
- 2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า

2.1.1 คำจำกัดความของซิกซ์ ซิกม่า

พิชิต สุขเจริญพงษ์ (2544) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า ซิกซ์ ซิกม่า คือ การผสมผสานแนวคิดด้านการจัดการคุณภาพทั้งองค์กร เน้นการประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติและเทคนิคอย่างเป็นระบบ เพื่อมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพกระบวนการปฏิบัติงาน (Business Process) โดยใช้ข้อเท็จจริงและการวิเคราะห์ทางสถิติอย่างเป็นระบบในการออกแบบขั้นตอนการทำงานและมีการติดตามผลตลอดเวลา เพื่อพยายามลดโอกาสที่จะเกิดของเสีย (Minimize Waste) ให้อยู่ในระดับ 3.4 ชิ้นต่องานทั้งหมด 1,000,000 ชิ้นหรือจนเข้าใกล้ระดับของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) รวมทั้งต้องใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าที่สุด เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าและนำไปสู่ความพึงพอใจของลูกค้า (Customer Satisfaction) ที่มีต่อผลิตภัณฑ์ การบริการ และภาพพจน์ขององค์กรในที่สุด

สิทธิศักดิ์ พดุษย์ปีติกุล (2548 : 16) ได้ให้คำจำกัดความว่า “ซิกซ์ ซิกม่า เป็นกระบวนการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดคุณภาพสูงสุด และสามารถตอบสนองต่อวิสัยทัศน์ พันธกิจ หรือ ภารกิจขององค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ใช่การเป็นเพียงการเน้นการใช้สถิติมากขึ้นในการพัฒนาคุณภาพ”

ฉันทนา วิริยเวรกุล (2549 : 88) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า “ซิกซ์ ซิกม่า หมายถึงกระบวนการทางธุรกิจที่ใช้ปรับปรุงขีดความสามารถในการออกแบบและตรวจสอบการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางธุรกิจประจำวันเพื่อลดการใช้ทรัพยากรและลดความสูญเปล่าโดยสร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าเพิ่มขึ้น และเป็นกระบวนการปรับปรุงความสามารถในการทำกำไร”

Dr. Juran (1993) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า “ซิกซ์ ซิกม่า เป็นกลยุทธ์ของฝ่ายบริหารในการพัฒนาคุณภาพเพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าทำให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด และลดความสูญเสียนั้นทำให้เกิดความไม่พึงพอใจของลูกค้าให้เหลือน้อยที่สุด”

ดังนั้น ซิกซ์ ซิกม่า จึงเป็นแนวทางในการลดความสูญเสียนั้นหรือเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุดเพื่อให้บรรลุระดับคุณภาพและนำไปสู่ความพึงพอใจของลูกค้า โดยเน้นการประยุกต์ใช้วิธีการทางสถิติและเทคนิคอย่างเป็นระบบ เพื่อมุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพของกระบวนการผลิต

2.1.2 ประวัติความเป็นมาของซิกซ์ ซิกม่า

จุดเริ่มต้นของวิธีซิกซ์ ซิกม่า เริ่มขึ้นเมื่อบริษัทโมโตโรล่า ได้พัฒนาและสร้างโครงการเพื่อปรับปรุงคุณภาพสินค้า ภายใต้การนำของ นายมิเกล เจ แฮร์รี่ ในปี 1988 บริษัทโมโตโรล่าได้ตีพิมพ์และเปิดเผย วิธีการปรับปรุงคุณภาพของสินค้า วิธีใหม่ที่ชื่อว่า “วิธี ซิกซ์ ซิกม่า” คำว่าซิกซ์ ซิกม่า หรือตัวอักษรกรีกคือ σ เป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อใช้วัดความแปรปรวน (การกระจายของข้อมูล) ที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมาตรฐานหรือ (Mean) บุคคลแรกที่ได้ศึกษาและพัฒนาเส้นโค้งแจกแจงปกติ (Binomial Distribution) คือ นายดีโมริ เมื่อปี ค.ศ. 1733 แต่ความรู้และงานที่เขาสร้างไว้ได้สูญหายไป จนกระทั่งมาถูกค้นพบอีกครั้งโดย Karl Pearson ในปี ค.ศ. 1924 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ที่รู้จักกันทุกวันนี้ ก็ถูกตั้งชื่อโดย Pearson ในปี ค.ศ. 1893 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหรือ ซิกซ์ ซิกม่า (σ) เริ่มมีบทบาทในวงการปรับปรุงและรักษาคุณภาพ ในปี ค.ศ. 1931 เมื่อวอลเตอร์ เอ ชิวฮาร์ต (Walter A. Shewhart) ได้แนะนำว่า ในกระบวนการใด ๆ ถ้าค่าเฉลี่ยคุณภาพ ของผลผลิตหรือของผลิตภัณฑ์ที่ได้ห่างจากเป้าหมายที่ตั้งไว้มากกว่า 3 เท่า ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในกระบวนการนั้น กระบวนการดังกล่าวควรจะถูกรับปรุงและแก้ไขใหม่

กลยุทธ์ในการปรับปรุงคุณภาพของบริษัท โมโตโรล่าได้กลายเป็นจุดสนใจขององค์กรต่างๆ ทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมเกี่ยวกับยานยนต์ ซึ่งวิธีการทางซิกซ์ ซิกมานั้นได้จุดประกายความสนใจขององค์กรต่างๆ ที่จะใช้วิธีการนี้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ตรงตามเป้าหมาย หนึ่งในนั้นคือบริษัทไอบีเอ็ม ซึ่งเป็นบริษัทแรกที่น่าวิธีการนี้มาใช้ในองค์กร โดยประยุกต์ใช้วิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้บริษัทไอบีเอ็มได้รับรางวัลชนะเลิศทางคุณภาพ Malcolm Baldrige National Quality Award ในปี 1990

2.1.3 หลักการหรือแนวคิดของซิกซ์ ซิกม่า

หลักการหรือแนวคิดของซิกซ์ ซิกม่า มีพื้นฐานมาจากแนวคิดในเชิงสถิติ ภายใต้สมมติฐาน ดังนี้

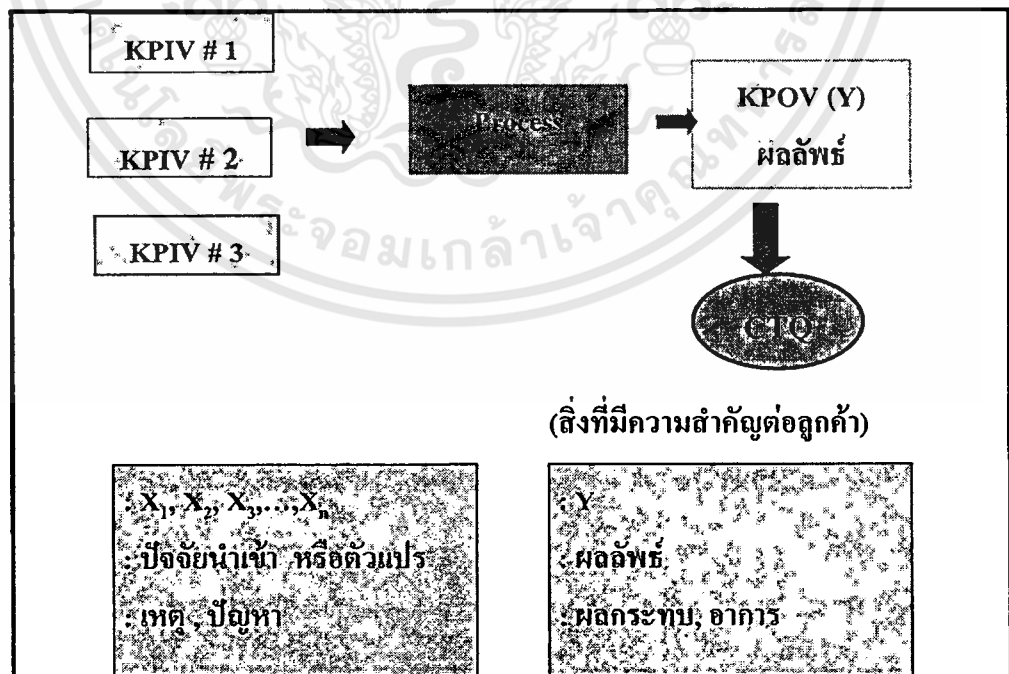
1. ทุกสิ่งทุกอย่างคือกระบวนการ
2. กระบวนการทุกกระบวนการมีการแปรปรวนแบบหลากหลาย (Variation) อยู่
3. การนำเอาข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของการแปรปรวนแบบหลากหลายจะนำไปสู่การพัฒนาและการปรับปรุงกระบวนการให้ดียิ่งขึ้น

หัวใจสำคัญของวิธีซิกซ์ ซิกม่า ขึ้นอยู่กับสมมติฐานที่ว่า ถ้าสามารถนับหรือวัดจำนวนของโอกาส ดีเฟกต์ (Defect) หรือสิ่งที่มีตำหนิ บกพร่อง ผิดพลาด หรือเสียหาย ของผลผลิตที่ได้จากกระบวนการ

โดยทั่วไปสามารถนิยามกระบวนการให้เป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2.1)$$

สมการ (2.1) นี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น (X) ซึ่งเป็นปัจจัยหรือตัวแปรที่ป้อนเข้าไปในกระบวนการแล้วมีผลต่อผลลัพธ์ (Key Process Input Variable : KPIV) ของกระบวนการกับผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากกระบวนการผลิตเมื่อป้อนปัจจัยที่เป็น KPIV เข้าไปหรือผลผลิต (Y) ซึ่งผลิตภัณฑ์ การบริการ หรือข้อมูลที่มีความสำคัญต่อลูกค้าและต้องได้รับการวัดผล (Critical to Quality : CTQ)



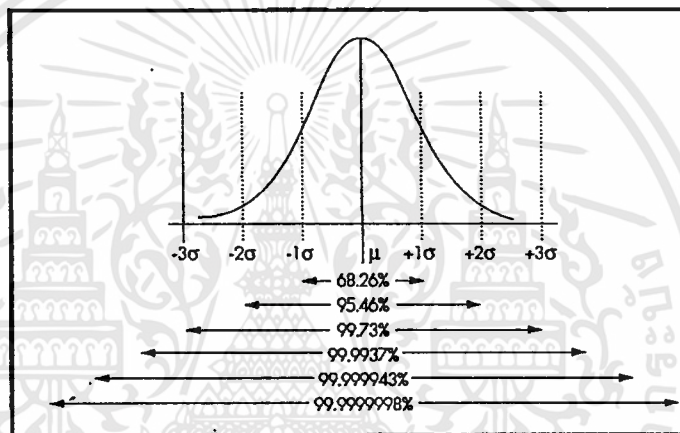
รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของ KPIV, KPOV และ CTQ

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พุกภัยปีติกุล (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่จะวัด ค่าแปรปรวนให้ได้ 100% บนแกน X ได้แก่ $\pm 1\sigma$ $\pm 2\sigma$... จนถึง $\pm 6\sigma$ นับจากค่าเฉลี่ยหรือค่า (Mean) โดย

- $\pm 1\sigma$ มีค่าการยอมรับเท่ากับ 68.27%
- $\pm 2\sigma$ มีค่าการยอมรับเท่ากับ 95.45%
- $\pm 3\sigma$ มีค่าการยอมรับเท่ากับ 99.73%
- $\pm 4\sigma$ มีค่าการยอมรับเท่ากับ 99.9917%
- $\pm 5\sigma$ มีค่าการยอมรับเท่ากับ 99.99943%
- $\pm 6\sigma$ มีค่าการยอมรับเท่ากับ 99.999996%

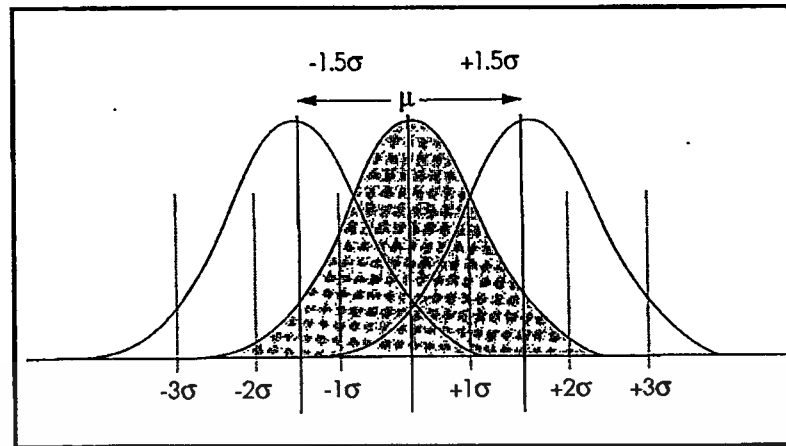


รูปที่ 2.2 ค่าความแปรปรวนหรือที่ในทางสถิติเรียกว่า Sigma (σ)

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พฤษชัยพิติกุล (2548)

จากรูปที่ 2.2 เส้นตัดในแนวตั้งตรงกลางเป็นขอบเขตของสเปก หรือความสามารถให้บริการหรือผลิตสินค้าที่ไม่มีข้อบกพร่องได้ร้อยละ 68.26 คุณภาพอยู่ที่ระดับ 1σ หรือไม่มีข้อบกพร่องได้ถึงร้อยละ 95.46 ระดับที่คุณภาพจะอยู่ที่ 2σ และถ้าสามารถให้บริการได้ดี หรือผลิตสินค้าได้ดีถึงระดับร้อยละ 99.999998 ระดับคุณภาพอยู่ที่ 6σ คุณภาพระดับ 6σ ใกล้เคียงกับสภาวะไร้ข้อบกพร่อง (Zero Defect)

บริษัท โมโตโรล่า ซึ่งเป็นต้นตำรับแนวคิดเรื่อง ชิกซ์ ซิกม่า พบว่า เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ระดับคุณภาพจะเลื่อนระดับไปในทางที่ลดลงประมาณ 1.5σ เรียกว่า ปรากฏการณ์ 1.5σ Shift จึงได้มีการปรับแกนของเส้นค่าเฉลี่ย (μ) ไปทางบวกและลบจำนวน 1.5σ ซึ่งจะปรากฏเป็นกราฟใหม่ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ปรากฏการณ์ 1.5σ Shift

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พฤษย์ปิติกุล (2548)

การเลื่อนแกนค่าเฉลี่ยออกไป ส่งผลให้ร้อยละและอัตราการเกิดของเสียเมื่อเทียบกับ σ แตกต่างจากการใช้การแจกแจงปกติ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ร้อยละอัตราการเกิดของเสียเมื่อเทียบกับ Sigma (σ) แตกต่างจากการใช้ตารางแจกแจงปกติ

ระดับ คุณภาพ	ค่าตามตารางแจกแจงปกติ		ค่าภายหลังการเลื่อนแกน	
	ร้อยละ	ของเสียต่อล้าน	ร้อยละ	ของเสียต่อล้าน
1 σ	68.268940	317,310.520	30.232785	697,672.15
2 σ	95.4499876	45,500.124	69.122979	308,770.21
3 σ	99.7300066	2,699.934	93.318937	66,810.63
4 σ	99.9936628	63.372	99.379030	6,209.70
5 σ	99.9999426	0.574	99.976733	232.67
6 σ	99.9999998	0.002	99.999660	3.40

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พฤษย์ปิติกุล (2548)

ในปัจจุบันจึงเป็นที่ยอมรับและใช้กันโดยทั่วไปว่าคุณภาพระดับ 6 σ คือ คุณภาพระดับที่เกิดความผิดพลาด ข้อยบกพร่อง 3.4 ครั้งต่อหนึ่งล้านครั้ง

2.1.4 การปรับปรุงกระบวนการผลิตตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า

ในการที่จะบรรลุวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำให้เกิดความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ตามวิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า จะต้องมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่องในทุกๆ จุดของการปฏิบัติงาน ซึ่งในวิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า จะประยุกต์ใช้กลยุทธ์ ทั้ง 5 ขั้นตอน ดังนี้

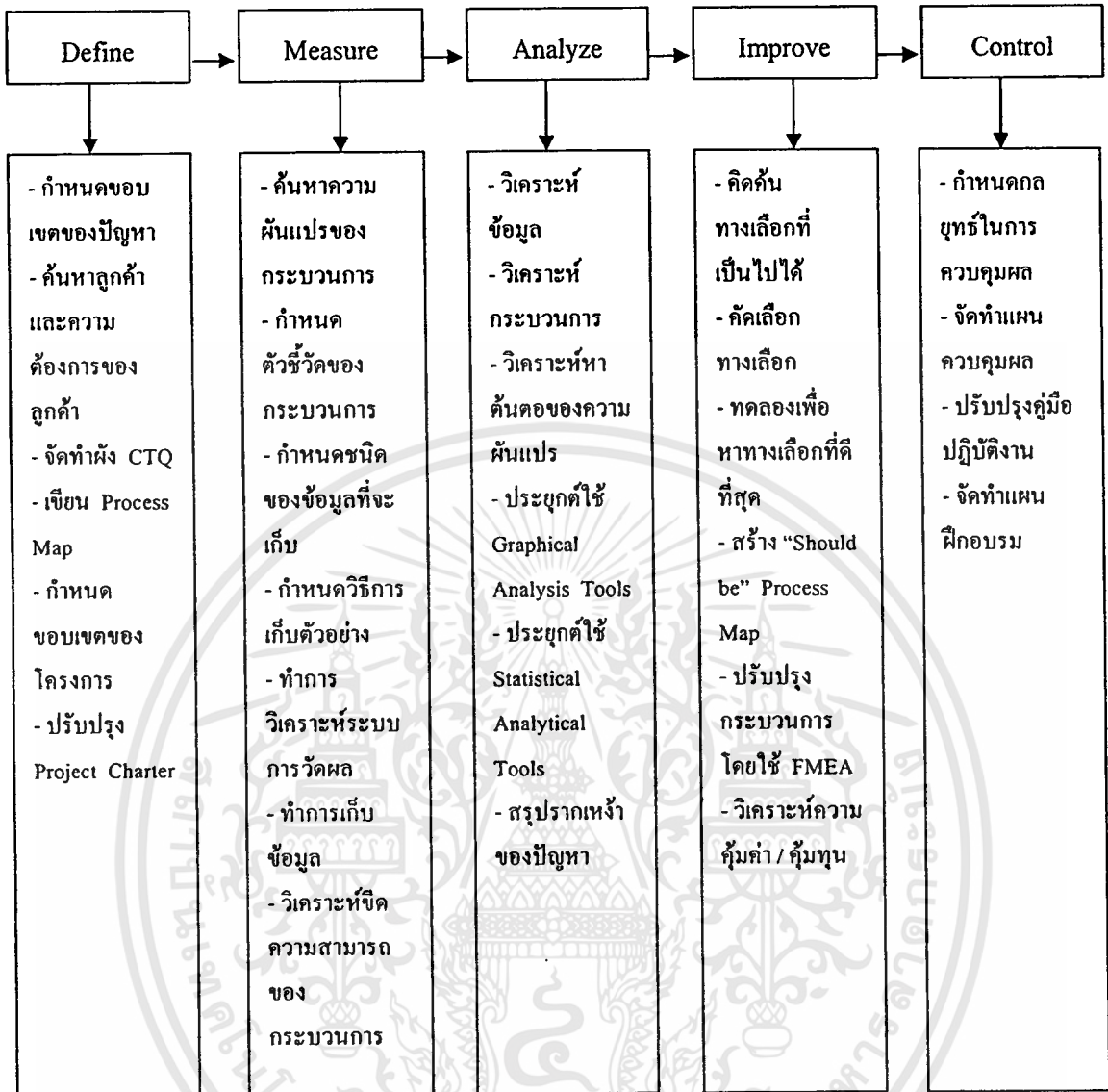
1. การระบุปัญหา (Define Phase) เป็นขั้นตอนการระบุปัญหาและการกำหนดขอบเขตของปัญหา

2. การวัด (Measure Phase) เป็นขั้นตอนการศึกษาความน่าเชื่อถือของระบบการวัดปัจจุบันและค้นหาว่าตัวแปรหรือปัจจัยอะไรบ้างที่อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาจากแผนภาพกระบวนการ (Process Map)

3. การวิเคราะห์ (Analysis Phase) ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์จากกระบวนการและข้อมูลที่ได้ว่ามีปัจจัยนำเข้าตัวใดเป็นสาเหตุหลักส่งผลโดยตรงต่อปัญหานั้น ซึ่งเรียกสาเหตุหลักนี้ว่า KPIV (Key Process Input Variable) ซึ่งต้องสามารถระบุให้ชัดเจนว่า อะไรคือ KPIV ของปัญหา เชื่อมโยงกับ ตัวหลักของกระบวนการ หรือที่เรียกว่า KPOV (Key Process Output Variable) ให้ได้

4. การปรับปรุง (Improve Phase) ขั้นตอนนี้คือการปรับตั้งค่าสาเหตุหลัก (KPIV) โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผลลัพธ์ของกระบวนการเป็นไปตามต้องการ ด้วยการใช้เทคนิคการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE) เพื่อปรับตั้งค่าสถานะต่างๆของกระบวนการให้ เป็นไปตามต้องการ

5. การควบคุม (Control Phase) ขั้นตอนที่สุดท้ายซึ่งต้องดำเนินการออกแบบระบบควบคุมคุณภาพของกระบวนการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากระบวนการจะย้อนไปมีปัญหาเหมือนเดิมอีก ซึ่งขั้นตอน 5 ขั้นตอน เป็นที่รู้จักกันในชื่อ DMAIC โดยรูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนของ DMAIC ดังนี้



รูปที่ 2.4 ขั้นตอน DMAIC

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พงษ์ปิติกุล (2548)

2.1.5 ประโยชน์ของระบบจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า

ซิกซ์ ซิกม่า คือปรัชญาของการทำธุรกิจโดยเน้นการกำจัดสิ่งบกพร่อง ผ่านองค์ความรู้ที่เป็นกระบวนการ วิธีการของซิกซ์ ซิกซ์ม่า เป็นการบูรณาการหลักการทางธุรกิจ สถิติ วิศวกรรม เข้าด้วยกันเพื่อให้บรรลุผลเชิงประจักษ์ เครื่องมือของซิกซ์ ซิกม่า สามารถนำมาใช้ปรับปรุงกระบวนการผลิตและผลผลิตของบริษัท ใช้ได้กับทุกสาขาอาชีพรวมถึงการผลิต การขาย การตลาด การออกแบบ การบริหารจัดการและการบริการ ซิกซ์ ซิกม่า จะให้ผลตอบแทนคือกำไรที่จับต้องได้ เมื่อนำมาใช้กับพนักงานในองค์กรอย่างชำนาญจะทำให้เกิดประโยชน์ ดังนี้

1. ซิกซ์ ซิกม่า จะลดค่าใช้จ่ายถึง 50% หรือมากกว่านั้น
2. ซิกซ์ ซิกม่า จะช่วยลดห่วงโซ่ของเสีย (Reduce The Waste Chain)
3. ซิกซ์ ซิกม่า จะสนองความเข้าใจและความต้องการของลูกค้ามากขึ้น
4. ซิกซ์ ซิกม่า จะส่งเสริมปรับปรุงการจัดส่งและการปฏิบัติงานให้มีคุณภาพ
5. ซิกซ์ ซิกม่า จะจัดปัจจัยการนำเข้าที่เป็นกระบวนการสำคัญที่จำเป็นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าที่กำลังเปลี่ยนไป
6. ซิกซ์ ซิกม่า จะพัฒนาผลผลิตและกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น
7. ซิกซ์ ซิกม่า จะกระตุ้นให้มีการปรับปรุงอย่างรวดเร็วด้วยทรัพยากรในที่มีอยู่

2.1.6 ประโยชน์ในการนำ ซิกซ์ ซิกม่า มาใช้ในองค์กร

1. สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างกลยุทธ์ใหม่ให้ธุรกิจ
2. สามารถลดความสูญเสียโอกาสอย่างมีระบบและรวดเร็วโดยการนำกระบวนการทางสถิติมาใช้
3. พัฒนาคณาจารย์ในองค์กรให้มีศักยภาพสูงขึ้นตอบสนองต่อกลยุทธ์ได้อย่างรวดเร็วและปรับองค์กรให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization)
4. ช่วยหาระดับคุณภาพของอุตสาหกรรม โดยสามารถเทียบเข้ากลุ่มอุตสาหกรรมได้ (Benchmarking)
5. สร้างเป้าหมายในการทำงานให้ทุกคน (Performance Goal)
6. สร้างให้เป็นองค์กรเรียนรู้ (Promote Learning Organization)
7. สร้างยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลง (Strategic Change)
8. เพิ่มคุณภาพ และลดค่าใช้จ่าย
9. ยกฐานะให้องค์กรมี “การบริหารระบบ” ได้มาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการคุณภาพแบบซิกมา ซิกม่า

2.2.1 การระดมความคิด (Brainstorming)

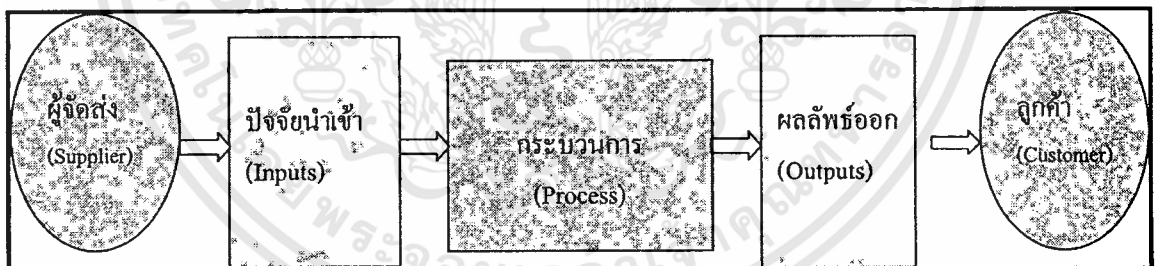
เป็นวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยระดมความคิดจากบุคคลที่มีความรู้ ความชำนาญในแต่ละจุดการทำงานต่างๆ ภายในกระบวนการผลิตที่ทำการศึกษา ซึ่งในขั้นตอนนี้ จุดมุ่งหมายอยู่ที่ปริมาณของความคิดเห็นที่ได้รับ เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ความสำคัญด้วย เครื่องมืออื่น ๆ ในขั้นต่อไป

2.2.2 การเขียนแผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram)

ในขั้นตอนการระบุปัญหา(Define) เพื่อกำหนดขอบเขตของการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย ผู้จัดส่ง (S : Suppliers) บุคคลหรือองค์กรที่จัดหาข้อมูล วัตถุดิบ และแหล่งทรัพยากรต่าง ๆ ให้ เพื่อเข้าสู่กระบวนการ

ปัจจัยนำเข้า (I : Inputs) ข้อมูลหรือวัตถุดิบที่จัดให้โดยผู้ส่งซึ่งจะถูกบริโภคนำไปใช้ในกระบวนการ

กระบวนการ (P : Process) ชุดของขั้นตอนที่จะแปรเปลี่ยนปัจจัยนำเข้า ผลลัพธ์ออก (O : Outputs) ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่จะถูกใช้โดยลูกค้า ลูกค้า (C : Customer) คน บริษัท หรือกระบวนการอื่น ๆ ซึ่งได้รับผลลัพธ์ที่ออกจากกระบวนการ



รูปที่ 2.5 แผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram)

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พงษ์ปิติกุล (2548)

ประโยชน์ของแผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram) นั้นทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถมองเห็นธุรกิจได้จากมุมมองของกระบวนการได้ชัดเจนขึ้น

2.2.3 แผนภาพกระบวนการผลิต (Process Map)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่งในการที่จะหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งการสร้างแผนภาพของกระบวนการผลิต จะต้องทำอย่างละเอียดทุกขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ เพื่อที่จะสามารถระบุปัจจัยหรือตัวแปรอะไรมีโอกาสที่จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาขึ้น (Key Process Input Variable : KPIV) ในกระบวนการผลิต และผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจากกระบวนการผลิต (Key Process Output Variable : KPOV) ขั้นตอนนี้จึงเปรียบเสมือนเป็นการตรวจวิเคราะห์ของกระบวนการผลิตซึ่งอาจจะทำให้ทราบถึง สิ่งผิดปกติ หรือ ทราบสาเหตุที่แท้จริงของความบกพร่องในการผลิต ที่มีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขั้นตอนนี้อาจเป็นขั้นตอนที่จะนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหาโดยการทดลองโดยการตั้งสมมติฐาน หรือ โดยการใช้ข้อมูลทางด้านสถิติที่มีการเก็บรวบรวมอย่างถูกวิธี

2.2.4 ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix)

การสร้างตารางสาเหตุและผลกระทบจะเอื้อประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้จริงๆ ไม่ใช่เรื่องง่าย ผู้ที่สามารถสร้างตารางแสดงเหตุและผลกระทบ จะต้องทำการแยกแยะและเลือกสรรเพื่อหาปัจจัยอันเป็นสาเหตุแห่งปัญหานั้น ควรใช้การปรึกษาหารือในกลุ่มคนหลาย ๆ ความคิดมาร่วมกัน เพราะการละเว้นหรือมองข้ามปัจจัยบางอย่างไปจะก่อผลเสียภายหลังได้ (อาจทำให้การแก้ปัญหาผิดจุดได้) เลือกคุณลักษณะของปัญหาและปัจจัยสาเหตุในรูปขนาด หรือ ปริมาณที่สามารถใส่หน่วยวัดลงไปได้เพราะในที่สุดแล้วผลสรุปจาก แผนภาพกระบวนการผลิต จะต้องนำไปแก้ไขปรับปรุงตัวแปรต่างๆ ในการผลิต การนำตารางสาเหตุและผลกระทบไปใช้งานจะต้องก่อนสรุปปัญหาควรใส่น้ำหนักหรือคะแนนให้กับปัจจัยสาเหตุแต่ละตัวเพื่อได้ใช้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยการให้คะแนนแต่ละผลลัพธ์ (Y) จาก 1-10 ตามลำดับความสำคัญของลูกค้า และระบุปัจจัยนำเข้า (X) โดยใช้ข้อมูลจากแผนภาพกระบวนการ ให้คะแนนแต่ละปัจจัย (X) จาก 1-10 ตามลำดับผลกระทบที่จะเกิดผลลัพธ์ (Y) และใช้แผนภูมิพาเรโต ลำดับความสำคัญของปัญหา เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA)

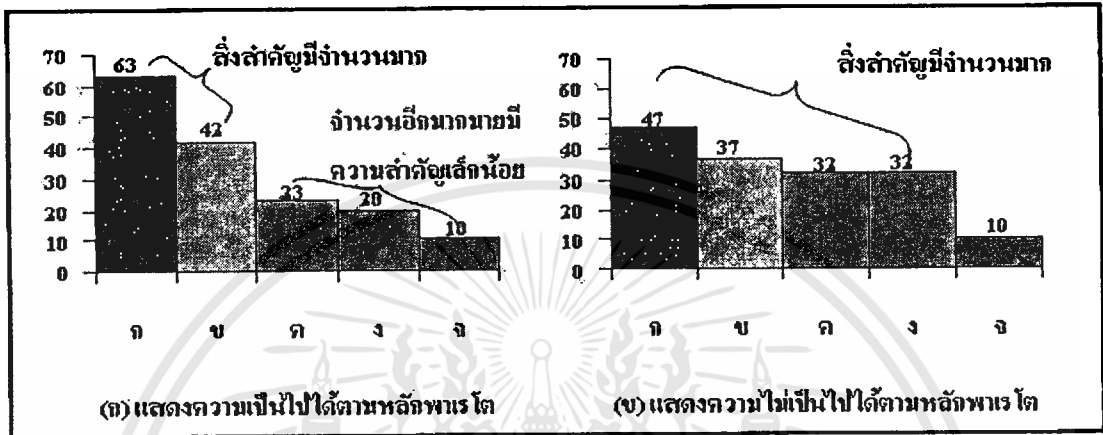
2.2.5 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)

เป็นเรื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ความมีเสถียรภาพของข้อมูลที่มีการจำแนกประเภท โดยให้หลักการพาเรโตที่ว่า “ถ้าหากข้อมูลอยู่ในสถานะเสถียรภาพแล้ว ข้อมูลที่มีความสำคัญจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย (Vital Few) ในขณะที่ข้อมูลที่เหลืออีกจำนวนมากมาจะมีความสำคัญเพียงเล็กน้อย (Trivial Many)” พฤติกรรมของข้อมูลดังกล่าวนี้ ดร.จูราน ได้สังเกตพบในช่วงปี ค.ศ. 1925 ซึ่งเขาได้รับทราบจากผู้จัดการทั่วไปของเขาว่า นักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลีได้ศึกษาพบพฤติกรรมดังกล่าวนี้ จากการศึกษารายได้ประชาชาติของมนุษย์ยุโรปที่ว่ารายได้จำนวนมากมาจากคนจำนวนไม่กี่คน ในขณะที่คนจำนวนมากที่เหลือมีรายได้รวมกันได้ปริมาณไม่มากนัก ดร.จูราน จึงเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

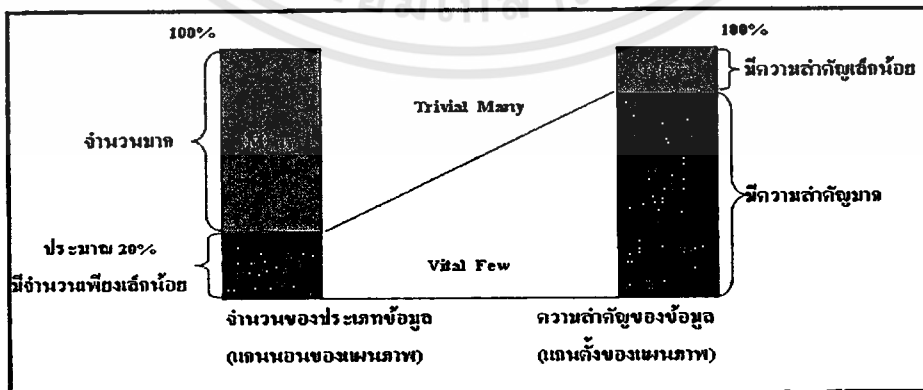
หลักการดังกล่าวที่พบนี้ว่า “หลักการพาเรโต (Pareto Principles)” โดยการแยกแยะความผันแปรในข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความมีเสถียรภาพสำหรับการเลือกประเภทข้อมูลนี้ ดร.จุกราน ได้แสดงด้วยกราฟแท่งแสดงลำดับตามค่าสะสม ดังแสดงในรูปที่ 2.6 และ ดร.จุกราน ได้เรียกชื่อว่า “แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)”



รูปที่ 2.6 การใช้แผนภูมิพาเรโตในการอธิบายความมีเสถียรภาพ

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พฤษย์ปิติกุล (2548)

ดร.จุกราน ได้พบว่าตัวแบบของความมีเสถียรภาพของข้อมูลนั้น จะมีลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญมาก (ประมาณ 80% ของตัววัดความสำคัญทั้งหมด) จะมาจากประเภทข้อมูลจำนวนเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20% ของประเภทข้อมูลทั้งหมด) ขณะที่ประเภทข้อมูลจำนวนที่เหลือ (ประมาณ 80% ของประเภทข้อมูลทั้งหมด) จะมีความสำคัญเพียงเล็กน้อย (ประมาณ 20% ของตัววัดความสำคัญทั้งหมด) จึงเรียกกฎสำหรับหลักการพาเรโตนี้ว่า “กฎ 80-20” และสามารถอธิบายได้ด้วยรูปที่ 2.7 ต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 หลักการพาเรโต

ที่มา : สิทธิศักดิ์ พฤษย์ปิติกุล (2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA)

การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) เป็นวิธีการป้องกันที่ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต เพื่อให้มั่นใจได้ว่าสามารถออกแบบและผลิตสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า ในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของข้อบกพร่องของการออกแบบและกระบวนการนั้น จะต้องมีการจัดตั้งทีมงานที่ทำหน้าที่หาข้อบกพร่องทางด้านศักยภาพที่ลูกค้าไม่พอใจ โดยในที่นี้ คำว่า “ลูกค้า” หมายถึง ผู้บริโภคขั้นสุดท้าย สาขางานผลิตและประกอบ แผนกบริการและแผนกอื่น ๆ รูปแบบตารางการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบจะช่วยบอกว่าข้อบกพร่องใดที่มีคะแนนความเสี่ยงสูง เพื่อนำมาจัดลำดับว่าควรปรับปรุงการออกแบบหรือกระบวนการใดก่อน โดยมีจุดมุ่งหมายในการปรับปรุงคือ ลดคะแนนความเสี่ยงและโอกาสการเกิดลักษณะบกพร่อง รวมถึงลดความรุนแรงของผลอันเกิดจากลักษณะของข้อบกพร่อง ซึ่งประเภทของการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA) แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. FMEA ในงานระบบ (System FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและระบบย่อยต่างๆ ในขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดย FMEA ในงานระบบจะเน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องแนวโน้มที่เกิดกับการทำงาน (Function) ของระบบอันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษอิทธิพลร่วมระหว่างระบบกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบด้วย
2. FMEA ในการออกแบบ (Design FMEA) ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลการป้องกันและการแก้ไขงานที่มีการทดลอง หรือปฏิบัติเป็นครั้งแรก มักจะพิจารณาเกี่ยวข้องกับกลุ่มของการรวมส่วนประกอบต่าง ๆ หรือส่วนย่อย ๆ เข้าด้วยกัน และส่วนของผลิตภัณฑ์ว่ามีหน้าที่การใช้งานตามที่ต้องการ ออกแบบเหมาะสมแล้วหรือไม่ และส่วนใดจะมีปัญหา จะป้องกันหรือลดระดับความเสี่ยงได้มากน้อยแค่ไหน
3. FMEA ในกระบวนการผลิต (Process FMEA) สำหรับกระบวนการผลิตซึ่งก็มีลักษณะเหมือนกับ Design FMEA มักจะพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่สำคัญคือ พนักงาน เครื่องจักร วัสดุ วิธีการ การวัดและสภาพแวดล้อมของการผลิต โดยทั่วไปแล้วเครื่องจักรจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สุด เมื่อจัดทำ Process FMEA
4. FMEA ในการบริการ (Service FMEA) ใช้ในการวิเคราะห์ถึงกระบวนการบริการก่อนจะส่งมอบให้กับลูกค้า โดย FMEA ประเภทนี้จะเน้นถึงข้อบกพร่อง (ความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อน) อันเนื่องจากความไม่มีประสิทธิภาพของระบบและกระบวนการ

การนำการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบไปใช้งานมีดังนี้

1. ใช้เมื่อมีการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิตใหม่ เพื่อชี้บ่งและหลีกเลี่ยงข้อบกพร่องที่มีโอกาส หรือแนวโน้มที่เกิดขึ้นจากการออกแบบ
2. เมื่อต้องการหาสาเหตุในการเกิดข้อขัดข้องในระบบที่มีอยู่และหาวิธีการแก้ไข
3. ช่วยในการตัดสินใจหาทางเลือกที่เป็นไปได้โดยพิจารณาเลือกค่าความเสี่ยงที่ยอมรับได้ และประโยชน์ที่ได้จากการเลือกนั้น
4. ใช้ในการวางแผนปฏิบัติการเพื่อชี้บ่งความเสี่ยงในแผนและหาวิธีที่จะหลีกเลี่ยงความเสี่ยง

การวิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้น โดยวิธีการ FMEA ถือว่าเป็นการวางระบบเตือนภัยล่วงหน้าและเป็นเทคนิคการป้องกันปัญหาชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนช่วยวิศวกรกระบวนการในการศึกษาสาเหตุและผลกระทบต่าง ๆ ก่อนที่การออกแบบหรือวิธีการกระบวนการผลิตจะสรุปผลขั้นสุดท้ายทุกเรื่อง ทุกด้านที่มีการวิเคราะห์ร่วมกันจะถูกบันทึกลงแบบฟอร์มมาตรฐานของ FMEA เริ่มต้นจากอย่างใดอย่างหนึ่งของกระบวนการผลิตจะถูกนำมาพิจารณาอย่างละเอียดว่ามีชนิด หรือรูปแบบของปัญหา และความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นหรือเคยเกิดขึ้นมาแล้วมีอะไรบ้างมีสาเหตุมาจากเรื่องใด และจะมีผลกระทบอย่างไร หลังจากนั้นจะมีการประมาณระดับความเสี่ยงหรือที่เรียกกันว่าค่า RPN ซึ่งมาจากคำว่า Risk Priority Number ให้กับแต่ละปัญหาการคำนวณค่า RPN ได้มาจากผลคูณพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ S, O และ D ดังสมการ (2.2)

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.2)$$

S = Severity คือระดับความรุนแรงของผลกระทบ

O = Occurrence คือโอกาสที่เกิดขึ้น

D = Detection คือระดับความสามารถในการตรวจจับ

ซึ่งเกณฑ์ในการประเมินปัจจัยทั้งสามแสดงดังตารางที่ 2.2 ถึง 2.4 และนำคะแนนจากการประเมินทั้งสามมาคูณกันเพื่อหาค่าความเสี่ยงขึ้นมา เพื่อบ่งชี้ลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องที่ควรได้รับการแก้ไข

ตารางที่ 2.2 กฎเกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
เกิดอันตรายโดยไม่มีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มี การเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อ การเกิดอันตรายต่อพนักงาน(หรือเครื่องจักร)โดยไม่มี การเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตรายโดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อ การเกิดอันตรายต่อพนักงาน(หรือเครื่องจักร)โดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบสูงมาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ (เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก)	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูกทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงโดยใช้เวลา มากกว่า 1 ชั่วโมง	8
ผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ แต่ระดับสมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบคัดเลือก (Sorting) และผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายหรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงระหว่างครั้งถึงหนึ่งชั่วโมง	7
ผลกระทบปานกลาง	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้ แต่ขาดความสะดวกสบายและทำให้ลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลายและไม่ตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) หรือส่งเข้าซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุงใช้เวลาต่ำกว่าครึ่งชั่วโมง	6
ผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์นำไปใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบายแต่ระดับสมรรถนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องได้รับการปรับปรุงใหม่ (Rework) หรือได้รับการซ่อมแซมภายนอกสายการผลิตที่ฝ่ายผลิต	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อผู้ใช้ผลิตภัณฑ์	ความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
ผลกระทบต่ำมาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าส่วนใหญ่ (มากกว่า 75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องทำลาย แต่บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจได้รับการปรับปรุงใหม่	4
ผลกระทบเล็กน้อย	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าประมาณครึ่งหนึ่งสามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจต้องได้รับการปรับปรุงใหม่ (Rework) ในสายการผลิต แต่นอกจุดปฏิบัติงานที่ต้องถูกทำลาย	3
เกือบไม่มีผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก อาจมีเสียงดังบ้าง ลูกค้าส่วนน้อย (ต่ำกว่า 25%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่องได้	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (ต่ำกว่า 100%) อาจต้องได้รับการปรับปรุงใหม่ (Rework) ในสายการผลิตที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	อาจมีความไม่สะดวกสบายเล็กน้อยต่อการปฏิบัติงานหรือตัวพนักงานหรือไม่มีผลกระทบใดๆ	1

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

ตารางที่ 2.3 กฎเกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดข้อบกพร่อง

โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่ง	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (ppm)	คะแนน
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	≥ 100,000 (หรือ 10%)	10
	50,000 (หรือ 5%)	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องน้อย	20,000 (หรือ 2%)	8
	10,000 (หรือ 1%)	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5,000 (หรือ 0.5%)	6
	2,000 (หรือ 0.2%)	5
	1,000 (หรือ 0.1%)	4
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องค่อนข้างน้อย	500	3
	100	2
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่อง	≤ 10	1

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

ตารางที่ 2.4 กฎเกณฑ์การประเมินผลการตรวจจับของระบบควบคุม

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจสอบ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจจับใดๆ			×	ไม่สามารถตรวจจับหรือตรวจสอบได้	10
ห่างไกลมาก	มีระบบควบคุมแต่ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้โดยทางอ้อมหรือเป็นเพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น	9
ห่างไกล	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วย การตรวจสอบด้วยตาเปล่า (Visual Inspection)	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจสอบ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
ดีมาก	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วย การตรวจสอบด้วยตาเปล่าสองครั้ง (Double Visual Inspection) เท่านั้น	7
ต่ำ	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		×	×	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิ SPC	6
ปานกลาง	มีระบบควบคุมและอาจจะตรวจจับข้อบกพร่องได้		×		มีการควบคุมโดยใช้เครื่องมือวัด วัดชิ้นงานก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน หรือใช้ เกจ แบบ Go/No Go กับงานทั้งหมด ก่อนออกจากจุดปฏิบัติงาน	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจสอบ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
ค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไปหรือมีการใช้เครื่องมือวัดวัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนงานการปรับตั้ง	4
สูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานหรือมีการตรวจจับความผิดพลาดในกระบวนการถัดไปโดยการตรวจสอบเพื่อการยอมรับ	3
สูงมาก	มีระบบควบคุม และเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจจับความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ทำให้ชิ้นงานบกพร่องไม่สามารถหลุดผ่านไปได้	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

การตรวจจับ	กฎเกณฑ์	ประเภทการตรวจสอบ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
สูงมาก	มีระบบการควบคุม และมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	×			ไม่มีโอกาสเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่อง เพราะใช้ระบบป้องกันความผิดพลาด (Poka-Yoke) ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ / กระบวนการ	1

หมายเหตุ : A= การป้องกันความผิดพลาด
 B = การใช้อุปกรณ์วัด (Gauging)
 C = ตรวจสอบโดยอาศัยบุคคล (Manual Inspection)

ที่มา : กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ (2550)

ค่า S, O และ D นิยมใช้เป็นเลขจำนวนเต็มมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งมาจาก $1 \times 1 \times 1$ หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก และสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์

ในขณะที่ค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1,000 ซึ่งมาจาก $10 \times 10 \times 10$ หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีมาก ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมาก และความสามารถในการตรวจจับปัญหามีต่ำมาก

2.2.7 การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด

ในระบบการวัดมีความสำคัญมากการวัดเป็นเสมือนกลไกในการควบคุมผลิตภัณฑ์และเป็นการควบคุมกระบวนการเพื่อเป็นการประกันคุณภาพสู่ลูกค้ากระบวนการวัดมีองค์ประกอบหลัก ๆ คือ เครื่องมือวัด พนักงานวัดซึ่งมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิ ความชื้นและธรรมชาติ เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบมีความไม่เท่ากันจึงเกิดความผันแปรในระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบความแม่นยำของเครื่องมือวัดมีความสำคัญมาก เนื่องจากการแก้ปัญหา ทางด้านคุณภาพหรือการป้องกันปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องมีความมั่นใจในความเสถียรของเครื่องมือวัด ซึ่งการวิเคราะห์ระบบการวัดมีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของระบบการวัด ในกระบวนการผลิตว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้หรือไม่ โดยการวิเคราะห์สมบัติเชิงสถิติของระบบการวัดเพื่อทำการแยกแหล่งความผันแปรออกเป็นชิ้นงาน (Part – to – Part – Variation) พนักงานวัด (Appraiser Variation) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation)

คำร่าง ทวิแสงสกุลไทย (2538:18) ได้นิยาม ความแม่นยำ และความเที่ยงตรง ไว้ดังนี้

ความแม่นยำ (Precision) คือ ความสามารถในการวัดให้ผลค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ค่าไม่กระจัดกระจาย และจะให้ความแม่นยำไม่เปลี่ยนค่ามาก ไม่มีการปรับวิธีการหรือปรับเครื่องมือวัด

ความเที่ยงตรง (Accuracy) คือ ความสามารถในการวัดที่ให้ค่าใกล้เคียงความจริงมาก ผลต่างของค่าจริงและค่าวัดโดยเฉลี่ยน้อยมาก

การวิเคราะห์ความแม่นยำ มุ่งพิจารณา 2 ประเด็นหลัก คือ

คุณสมบัติเชิงสถิติของค่าวัดมีความไวต่อเทคนิคของพนักงานวัด หรืออุปกรณ์การวัดหรือไม่ และระบบการวัดที่พิจารณามีความสามารถในการตรวจจับความผันแปรของผลิตภัณฑ์ที่แสดงความผันแปรของกระบวนการผลิตหรือไม่

คุณสมบัติด้านความแม่นยำนี้ ถ้าหากมีการจำแนกตามช่วงเวลาที่เกิดขึ้นแล้วจะได้รับการจำแนกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ความสามารถในการทำซ้ำ หรือรีพีทะบิลิตี (Repeatability) ค่าความแตกต่างในการวัดอย่างต่อเนื่อง กับชิ้นงานเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกันและด้วยพนักงานคนเดียวกันซึ่งโดยปกติใช้คำรีพีทะบิลิตีในการประมาณค่า ความผันแปรของระบบการวัดในระยะสั้น (Short – Term Measurement)

2. ความสามารถในการทำเหมือน รีโพรดิวซิบิลิตี (Reproducibility) หมายถึง ค่าความแตกต่างในค่าเฉลี่ยของการวัดงานชิ้นเดียวกันด้วยเครื่องมือเดียวกัน แต่ต่างพนักงานกัน และโดยปกติจะใช้คำ รีโพรดิวซิบิลิตีในการประมาณค่าความผันแปรของระบบการวัดในระยะยาว (Long-Term Measurement)

ในการประเมินผลค่ารีพีทะบิลิตี และรีโพรดิวซิบิลิตี ของระบบการวัด (Gage R & R – Gage Repeatability and Reproducibility) จะหมายถึงการประเมินผลค่าผันแปรอันเนื่องมาจากการวัดค่าจริงของงานหนึ่งแบบซ้ำ ๆ ภายใต้งื่อนไขเดียวกันแล้วมีการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขเดียวกัน การวางแผนศึกษา รีพีทะบิลิตีและรีโพรดิวซิบิลิตีของระบบการวัดวิธีการ และเวลาที่จะมีการสอบเทียบเครื่องวัด การสอบเทียบเครื่องมือวัดถือเป็นการดำเนินการที่มีความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากต่อการพิจารณาถึงความคลาดเคลื่อนด้านความถูกต้องในระบบการวัด โดยปกติแล้วจะต้องมีการสอบเทียบก่อนการศึกษารีฟิทเทบิลิตี และรีโปรดิวซิบิลิตี จะเริ่มต้นขึ้น และไม่ควรจะมีการสอบเทียบใหม่ถ้าหากการศึกษายังไม่สิ้นสุด เพราะถ้าหากมีการสอบเทียบใหม่ในระหว่างการศึกษา จะทำให้เกิดความผันแปรจากการสอบเทียบรวมอยู่กับค่ารีฟิทเทบิลิตีของระบบการวัดด้วย

จำนวนพนักงานวัดที่ใช้สำหรับการศึกษา Gage R & R ในการกำหนดจำนวนพนักงานวัดที่เหมาะสมสำหรับการศึกษานั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาก่อนว่าใน ระบบการผลิตมีพนักงานวัด (คือ ผู้ใช้เครื่องมือในการกำหนดค่าตัวเลขกับชิ้นงานเพื่อการตัดสินใจ) ในกรณีที่ระบบการวัดมีพนักงานวัดจำนวนหลายคนให้ทำการสุ่มพนักงานวัดมาทำการศึกษายอย่างน้อย 2 คน โดยพนักงานวัดทุกคนต้องผ่านการฝึกอบรม และปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานวัดในอุปกรณ์วัดที่ทำการศึกษาล้างานประจำ

ในการศึกษาความสามารถของระบบการวัดแบบอาศัยข้อมูลนับในระยะสั้น โดยมีแนวทางในการศึกษาคือ จะทำการกำหนดชิ้นงานที่มีลักษณะทั้งดี และไม่ดี แล้วเลือกพนักงานที่ได้รับการฝึกอบรมมาอย่างดีที่สุดทำหน้าที่ตรวจวัด เพื่อจำแนกผลของการตรวจเป็นผ่านและไม่ผ่าน หลังจากนั้นทำการพิจารณาผลการตรวจสอบซ้ำว่ามีคุณภาพตรงกับคุณภาพที่แท้จริงของสิ่งตัวอย่างงานหรือไม่ ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นความถูกต้อง โดยจะมีลักษณะของความถูกต้องอยู่สองประการ คือ ความลำเอียงของลูกค้ำ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ พนักงานตรวจสอบว่างานผ่านสำหรับงานที่มีคุณภาพ ไม่ดีหรือไม่ผ่านข้อกำหนด และการศึกษาจะสนใจในการวัดซ้ำของพนักงานและประสิทธิภาพของการตรวจสอบ

วิธีการในการศึกษาความสามารถของการวัดแบบข้อมูลนับ มีดังต่อไปนี้

1. เลือกสิ่งตัวอย่างในกระบวนการผลิต 30 ชิ้น ซึ่งสิ่งตัวอย่างเหล่านั้นจะต้องประกอบไปด้วย สิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี และไม่ดีในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน
2. เลือกพนักงานพิมพ์จำนวนทั้งสิ้น 3 คน เพื่อแยกแยะสิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี และไม่ดี เพื่อใช้เป็นมาตรฐาน
3. เลือกชิ้นงานในกระบวนการผลิตและสุ่มจำนวนทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง โดยที่ชิ้นงานเหล่านั้นต้องผ่านการแยกแยะจากพนักงานที่มีทักษะ และผ่านการฝึกอบรมเป็นอย่างดีแล้ว
4. ทำการศึกษาพนักงานทีละคน โดยที่ทำการตรวจชิ้นงานที่ได้เตรียมไว้ และที่สำคัญการวัดสิ่งตัวอย่างจะต้องเป็นแบบสุ่ม และให้พนักงานประเมินผลสิ่งตัวอย่างนั้น ๆ ว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจวัดลงในแบบฟอร์ม ในการตรวจวัดของพนักงานแต่ละคน จะต้องทำซ้ำ 2 ครั้ง พร้อมทั้งบันทึกผลลัพธ์ลงในแบบฟอร์ม ทำเช่นเดียวกันนี้กับพนักงานทุกคนจนครบ 3 คน
5. บันทึกค่าลงในแบบฟอร์มเพื่อทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด ซึ่งการคำนวณค่าต่าง ๆ แสดงดังสมการ (2.3) ถึง (2.6) ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (2.3)$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (2.4)$$

$$\% \text{ ประสิทธิภาพด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (2.5)$$

$$\% \text{ ประสิทธิภาพด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้ถูกต้องเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (2.6)$$

6. ดำเนินการตัดสินใจจากผลการวิเคราะห์ หากค่า % Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ (% Appraiser Score) ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วให้ทำการอบรมพนักงานใหม่ รวมถึงการประเมินผลพนักงานใหม่เพื่อปรับปรุง % Repeatability ให้ดีขึ้น และถ้า % ความลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ (% Attribute Score) มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจะต้องปรับปรุงวิธีการตรวจสอบใหม่หรือมิฉะนั้นจะต้องกำหนดให้ชิ้นงานได้รับการตรวจสอบโดยผู้ชำนาญการเฉพาะเท่านั้น

การตัดสินใจว่าประสิทธิภาพของแต่ละดัชนีสามารถยอมรับได้หรือไม่ จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดโดยปกติค่าที่วัดได้จะต้องมีค่า 100 เปอร์เซนต์ ไม่ว่าจะเปอร์เซนต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ เปอร์เซนต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ เปอร์เซนต์ประสิทธิภาพด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ และ เปอร์เซนต์ประสิทธิภาพด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ

จำนวนสิ่งตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา Gage R & R จำนวนสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการศึกษานั้น โดยปกติจะแนะนำไว้ที่ 10 สิ่งตัวอย่าง ซึ่งถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้จะต้องพยายามให้ (จำนวนของสิ่งตัวอย่าง) x (จำนวนของพนักงานวัด) มากกว่า 15 และถ้าหากไม่สามารถดำเนินการได้ให้เพิ่มจำนวนซ้ำของการวัดในแต่ละสิ่งตัวอย่าง และสิ่งตัวอย่างที่จะใช้ในการวัดนี้ต้องเป็นสิ่งตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญและในกรณีที่จะทำให้ระบบการวัดมีคุณภาพด้านความผันแปรเพียงพอต่อการตรวจจับความผันแปรของชิ้นงานในกระบวนการแล้ว จะต้องทำให้ข้อมูลแบ่งแยกได้ไม่ต่ำกว่า 5 กลุ่ม (ชิ้น)

2.2.8 การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)

สมมติฐาน คือ ความเชื่อของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่คาดว่าสิ่งนั้นจะเกิดขึ้น ความเชื่อนั้นอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ สมมติฐานสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

- สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) คือ สมมติฐานที่เชื่อว่าเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นจริงและต้องทำการทดสอบเพื่อที่จะปฏิเสธสมมติฐานนี้

- สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis: H_1) คือ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นมาเพื่อแย้งความเชื่อ

การพิสูจน์ว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่จะใช้วิธีการการทดสอบ เรียกว่า การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis) เป็นกระบวนการตัดสินใจเพื่อยืนยันความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่อธิบายสภาวะที่เกิดขึ้นจริง และเรียกข้อความที่แสดงถึงการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่หมายถึงสภาวะที่เกิดขึ้นจริงว่าสมมติฐานเชิงสถิติ (Statistical Hypothesis) การตัดสินใจแบบทดสอบสมมติฐานนี้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้ 2 ชนิด คือ

- ความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I Error) การปฏิเสธสมมติฐานหลักทั้งที่ในความเป็นจริงสมมติฐานหลักถูกต้องอยู่แล้ว ทางสถิติเรียกว่าระดับนัยสำคัญ (Significant Level) แทนด้วยสัญลักษณ์ α

- ความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II Error): การไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทั้งที่ในความเป็นจริงสมมติฐานหลักไม่ถูกต้อง แทนด้วยสัญลักษณ์ β

ในการทดสอบสมมติฐานนั้นต้องออกแบบวิธีการตัดสินใจให้มีระดับนัยสำคัญคงที่และมีค่าต่ำๆ เช่น 0.05 หรือ 0.1 และให้อำนาจในการทดสอบมีค่าสูงที่สุด เพื่อให้การตัดสินใจเลือก H_1 มีเหตุผลรองรับที่ชัดเจนจริงๆ เรียกว่าการตัดสินใจแบบยืนยัน (Strong Conclusion) การตัดสินใจโดยการทดสอบสมมติฐานสามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ตั้งสมมติฐานตามสิ่งที่ต้องการทดสอบ

2. กำหนดวิธีการตัดสินใจ ด้วยการพิจารณาถึงตัวสถิติสำหรับการทดสอบพารามิเตอร์ รวมถึงการแจกแจงของตัวสถิติดังกล่าวซึ่งอธิบายขนาดความผันแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ระหว่างเงื่อนไขของการทดลอง (Reproducibility) และกำหนดช่วงการปฏิเสธและการยอมรับภายใต้ค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

3. ออกแบบการทดลอง ด้วยการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยให้อำนาจในการทดสอบอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

4. ดำเนินการทดลองตามที่ออกแบบไว้

5. ตัดสินใจตามวิธีการตัดสินใจที่กำหนดไว้ โดยหากข้อมูลอยู่ในช่วงการยอมรับให้สรุปว่าไม่มีเหตุผลในการปฏิเสธสมมติฐานเนื่องจากข้อมูลอยู่ในช่วงความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุธรรมชาติ แต่หากข้อมูลอยู่ในช่วงการปฏิเสธให้ทำการปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.2.9 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments)

การออกแบบการทดลอง (Design of Experiments) การออกแบบการทดลองเพื่อตรวจดูว่าปัจจัย (Factor) ใดหรือตัวแปร (Input Variable) ใดที่มีผลต่อสิ่งที่ให้ความสำคัญ (หรือความสนใจ) ในผลิตภัณฑ์ที่ออกมา (Output Response) ปัจจัย (Factor) ในการผลิตสามารถแบ่งได้เป็น

- ปัจจัยที่ควบคุมได้ (Controllable Factors) หมายถึง ปัจจัยที่สามารถกำหนดค่าของปัจจัยนั้นได้ในการผลิต

- การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ได้ว่า ปัจจัยใดมีผลต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยอย่างน้อย 2 ระดับ แล้วทำการทดลอง จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลการทดลอง

การออกแบบการทดลองเพื่อวิเคราะห์ได้ว่า ปัจจัยใดมีผลต่อผลิตภัณฑ์หรือไม่ต้องทำการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยอย่างน้อย 2 ระดับ แล้วทำการทดลอง จากนั้นจึงวิเคราะห์ผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการออกแบบการทดลอง มีดังนี้

1. เพื่อยืนยันข้อเท็จจริง (Confirmation) คือ การพิสูจน์ถึงข้อเท็จจริง หรือ ความเชื่อจากประสบการณ์ หรือทฤษฎีบางอย่างที่อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการผลิต

2. เพื่อค้นหาข้อเท็จจริง (Exploration) คือ การศึกษาถึงอิทธิพลของเงื่อนไขใหม่ที่มีผลต่อกระบวนการ

คำจำกัดความ (Definition)

- อิทธิพลหรือผล (Effect) หมายถึง ผลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม
- ปัจจัย (Factor) หมายถึง สิ่ง que คิดว่ามีอิทธิพลต่อการทดลองของคุณสมบัติในตัวผลิตภัณฑ์

- ระดับของปัจจัย (Level of Factor) หมายถึง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบเล็ก ๆ น้อย ๆ และไม่สามารถควบคุมได้

- ปัจจัยรบกวน (Noise Factor) หมายถึง ปัจจัยที่ก่อให้เกิดผลกระทบเล็ก ๆ น้อย ๆ และไม่สามารถควบคุมได้

หลักในการออกแบบการทดลอง มีดังนี้

1. การทำแบบสุ่ม (Randomization) คือการให้โอกาสในการเก็บข้อมูลของข้อมูลแต่ละตัวเท่า ๆ กัน เพื่อกระจายผลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ให้กับทุกระดับที่ศึกษาให้เท่า ๆ กันการทำสุ่มยังสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 3 วิธี ได้แก่ การทำแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomization) การทำแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Randomization) และ การทำแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ภายในบล็อก (Complete Randomization within Blocks)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำซ้ำ (Replication) คือการทำการทดลองซ้ำในแต่ละข้อมูลเพื่อกำจัดเอาผลของปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ ออก

3. การบล็อก (Blocking) คือการจัดกลุ่มทำการเก็บข้อมูลเป็นช่วงเพื่อลดผลจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ แต่ไม่จำเป็นที่จะต้องมีการทำเสมอไป

ลำดับขั้นการออกแบบและวิเคราะห์การทดลอง

1. การนิยามปัญหาเป็นการระบุว่าความต้องการในการผลิตคืออะไรและต้องการรู้อะไรบ้างในการผลิต ซึ่งการนิยามปัญหานี้จะเกี่ยวข้องไปถึงวัตถุประสงค์ของการทดลองการเลือกปัจจัยที่มีผล และระดับปัจจัยเป็นการใช้หลักการทางทฤษฎีและประสบการณ์ที่เคยปฏิบัติมาในการผลิตเพื่อระบุว่าปัจจัยใดบ้างที่น่าจะมีผลต่อการทดลองและในแต่ละปัจจัยนั้นควรจะมีช่วงในการทดลองอย่างไร เพื่อระบุระดับของปัจจัยในการทดลอง สุดท้ายคือ ระบุว่าระดับที่ใช้เป็นแบบกำหนด (Fixed levels) แบบสุ่ม (Random levels) หรือแบบผสม (Mixed levels) ซึ่งสามารถกล่าวโดยสังเขปได้ดังต่อไปนี้

1.1 แบบกำหนด (Fixed Levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าได้แน่นอน

1.2 แบบสุ่ม (Random Levels) หมายถึง ระดับของปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมหรือกำหนดค่าของปัจจัยได้แน่นอน

1.3 แบบผสม (Mixed Levels) หมายถึง การผสมผสานระดับของปัจจัยที่เป็นทั้งแบบกำหนดได้ และแบบสุ่ม

2. การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Response Variables) ในการเลือกตัวแปรตอบสนอง ผู้ทำการทดลองจะต้องเลือกตัวแปรที่สามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา และการวัดค่านั้นจะต้องแม่นยำรวมทั้งความถูกต้องของเครื่องมือวัดด้วย

3. การเลือกแบบทดลอง จะต้องพิจารณาถึงจำนวนข้อมูลที่ซ้ำในการทดลอง ความเหมาะสม ข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก (Blocking) ที่เกี่ยวข้องทั้งนี้ต้องนำมาเกี่ยวข้องกันในด้านความเสี่ยงและต้นทุนที่ใช้ในการทดลองสำหรับการเลือกปัจจัย

4. การทำการทดลอง ในขณะที่ทำการทดลองจะต้องปฏิบัติตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้ นั่นคือ ต้องมีการสุ่ม การทำซ้ำ ข้อควรระวังในขณะที่ทำการทดลอง คือ ความถูกต้องของเครื่องมือวัด และความสม่ำเสมอในการทดลองเพื่อให้ความผิดพลาด (Error) ที่ออกมา มีน้อยที่สุด การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้ความรู้ทางสถิติวิเคราะห์ และสรุปผลรวมทั้งตัดสินใจความถูกต้องของข้อมูลที่เกิดขึ้นก่อนที่จะตีความข้อมูล วิธีทางสถิติไม่สามารถบอกได้ว่าปัจจัยใดมีผล (Effect) เท่าใดได้แน่นอนแต่เป็นเพียงเครื่องมือที่ให้แนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล แล้วจะต้องสรุปผลของการวิเคราะห์ซึ่งอาจแสดงในรูปกราฟ ตาราง แผนภูมิ และอื่น ๆ

2.2.10 แผนภูมิควบคุม (Control Chart)

แผนภูมิหรือกราฟที่จัดทำขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากขอบเขตที่กำหนด (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ดำเนินการผลิตและจะต้องควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากระบวนการผลิต ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยการตรวจวัดคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งในการวัดข้อมูลอาจจะอยู่ในลักษณะ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data) และข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute Data) จากนั้นเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งโดยปกติจะมีเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นขอบเขตกลางคือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต เส้นขอบเขตควบคุมบนและเส้นขอบเขตควบคุมล่างเป็นค่าที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่บนขอบเขตนี้ก็คือว่าผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที

โดยธรรมชาติของกระบวนการผลิตทั้งหลายย่อมมีความผันแปร (Variation) เกิดขึ้นกับชิ้นงานหรือผลผลิตได้ โดยความผันแปรบางชนิดเป็นเรื่องปกติและอนุญาตให้เกิดขึ้นได้ในการผลิต โดยไม่ก่อความเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ แต่ความผันแปรบางชนิดมีผลกระทบมากและมีผลเสียหายต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพราะทำให้ขนาด ของชิ้นงาน หรือ คุณสมบัติบางประการผิดไปจากมาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นการเข้าใจในสาเหตุ แห่งความผันแปร จึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยสาเหตุความผันแปรต่าง ๆ มีผลมาจากสาเหตุสำคัญ 2 ชนิดคือ

1. สาเหตุที่เป็นปกติวิสัยหรือสาเหตุโดยบังเอิญ (Chance Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่ไม่มีความรุนแรงและไม่มีผลต่อคุณภาพของสินค้าที่ผลิตได้ เกิดจากความผันแปรหรือความแตกต่างเล็กๆ น้อยๆ ของวัตถุดิบและปัจจัยการผลิตต่างๆ ซึ่งแน่นอนว่าไม่มีของสองสิ่งๆ ที่เหมือนกันทุกประการ หรือวัตถุดิบ 100 ชิ้น ที่มีขนาดตรงกันตามข้อกำหนดทั้ง 100 ชิ้น ซึ่งแต่ละชิ้นก็จะมีขนาดแต่ละชิ้นที่แตกต่างกันออกไป เพียงแต่ว่าความแตกต่างเหล่านั้นอยู่ในพิสัยที่ขอบเขตข้อกำหนดได้อนุญาตเอาไว้แล้วในค่าพิสัยความเผื่อ (Tolerance) ของชิ้นงาน

2. สาเหตุที่ระบุได้หรือกำจัดได้ (Assignable Cause) เป็นลักษณะสาเหตุของความผันแปรที่เกิดจากความผิดพลาด ความผิดปกติ ความชำรุด ความไม่ได้เกณฑ์ ฯลฯ ของปัจจัยการผลิตต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และไม่ใช่ปกติวิสัยหรือธรรมชาติของการผลิตนั้นๆ จำเป็นจะต้องได้รับการจัดการ หรือแก้ไขจึงจะทำให้คุณภาพของงานผลิตกลับเข้าสู่สภาวะปกติอีกครั้งได้

ในแผนภูมิควบคุม เมื่อมีจุด (ซึ่งเขียนจากการเก็บข้อมูลและวัดค่าชิ้นงาน ตัวอย่างจากการผลิต) ปรากฏว่าอยู่นอกเส้นขอบเขตควบคุมย่อยแสดงได้ว่าเกิดมีสาเหตุที่ระบุได้เกิดขึ้นมาใน

กระบวนการผลิตนั้นแล้ว และเรียกสภาวะผลิตนั้นว่า กระบวนการผลิตอยู่นอกควบคุม (The Process is Out of Control)

ตำรา ทวีแสงสกุลไทย (2538:15) ได้อธิบายว่าแผนภูมิควบคุมคือเป็นวิธีเทคนิค อีกชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมการผลิตในระหว่างการผลิต เพื่อตรวจสอบว่ากระบวนการผลิตมีจุดใดเปลี่ยนแปลงหรือไม่ หรือการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ยังอยู่ในพิสัยควบคุมหรือไม่ ปกติจะใช้แผนภูมิควบคุมกับระบบการผลิตสภาพปกติหรือมีการผลิตสม่ำเสมอ จะไม่ใช้กับการผลิต เป็นแบบผิดปกติ จุดมุ่งหมายที่ใช้เทคนิคของแผนภูมิควบคุมมีดังนี้

1. เพื่อหาเป้าหมาย หรือมาตรฐานของการผลิต
2. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบว่าการผลิตอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานหรือไม่
3. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเพื่อให้ได้เป้าหมายที่วางแพลนล่วงหน้าไว้แล้ว

การนำแผนภูมิควบคุมมาใช้งานจำเป็นต้องเข้าใจลักษณะของเส้นควบคุมก่อน กล่าวคือ เส้นควบคุมข้อกำหนด (Specification Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตข้อกำหนดของสินค้าหรือชิ้นงานที่โรงงาน หรือรัฐบาลเป็นผู้กำหนดขึ้น ทั้งนี้เส้นควบคุมข้อกำหนดขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ออกแบบว่าต้องการค่าความเสี่ยง หรือความปลอดภัย (Safety Factor) ไว้ที่ระดับเท่าใด

เส้นควบคุมขีดความสามารถ (Process Capability Limit) หมายถึง ค่าขอบเขตความสามารถจริงของกระบวนการ โดยทั่วไปคำนวณจากค่าพารามิเตอร์ของประชากร หรือคำนวณจากกลุ่มตัวอย่างที่จำนวนมาก เส้นควบคุมขีดความสามารถมีขนาดความกว้างเท่ากับค่าห่างจากค่าเฉลี่ย ของประชากร $\pm 2\sigma$

การใช้แผนภูมิควบคุมในกระบวนการผลิตควรมีเทคนิคต่อไปนี้ เลือกระบิเวณที่จะควบคุม กล่าวคือปัญหาอะไรที่จะต้องทำ และมีจุดมุ่งหมายอะไร จากการตัดสินใจปัญหา ทำให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ต้องการข้อมูลอะไรพิจารณาการใช้แผนภูมิควบคุมประเภทใด เช่น แผนภูมิแบบ X bar-R Chart, NP Chart, P Chart, C Chart หรือ U Chart เป็นต้น ขึ้นอยู่กับโรงงานและผลิตภัณฑ์แต่ละแห่งทำแผนภูมิควบคุมกระบวนการผลิตครั้งที่ ให้พิจารณาอีกครั้งว่าผลิตภัณฑ์ ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ หลังจากนั้น ถ้าทุกอย่างดำเนินการแก้ไขเรียบร้อยแล้วให้สรุปผลทั้งหมด เพื่อทำมาตรฐานวิธีการทำงาน (Standardize Working Procedure) หรืออาจจะมีการปรับปรุงให้ดีขึ้น ถ้าจำเป็นต่อเส้นควบคุมของแผนภูมิออกไป จากนั้นพล็อตข้อมูลที่ถูเก็บได้ในแต่ละวันก่อนไปควบคุมกระบวนการผลิต ถ้าการทำงานของคนงานและวิธีการผลิตเป็นแบบมาตรฐานแล้ว

แผนภูมิควบคุมจะชี้แสดงออกให้เห็นว่าสภาวะที่โรงงานอยู่ภายใต้การควบคุมที่ดีหรือไม่ แต่ถ้าปรากฏว่าสิ่งที่ผิดปกติเกิดขึ้นต้องการค้นหาสาเหตุทันทีแล้วแก้ไขให้ถูกต้องเสีย คำนวณเส้นควบคุมใหม่ ถ้าเครื่องจักรหรือมาตรฐานการทำงานเปลี่ยนแปลง เส้นควบคุมต้องนำมา

คำนวณใหม่ ถ้าการควบคุมของกระบวนการผลิตในโรงงานยังดีตลอด ระดับคุณภาพที่แสดงบนแผนภูมิจะปรับดีเพิ่ม

วิธีการอ่านแผนภูมิควบคุมสิ่งที่สำคัญที่สุดของการควบคุมคุณภาพโดยใช้แผนภูมิ คือ การอ่านหรือตีความหมายจากภาพที่ปรากฏบนแผนภูมิ เพื่อโยงเหตุผลไปที่สภาวะของกระบวนการผลิตซึ่งได้ผลิตข้อมูลที่ได้นำมาเขียนเป็นแผนภูมิควบคุม เพราะอาการผิดปกติต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตที่จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์จะแสดงออกให้เป็นรูปธรรมที่แผนภูมิควบคุมนี้แล้ว ได้ไปทำการแก้ไขที่สาเหตุของความผันแปรใด ๆ ในกระบวนการผลิตนั้น เพื่อปรับสภาวะการผลิตให้กลับสู่สภาวะที่อยู่ในควบคุม (In Control) ได้ต่อไป

2.2.11 ดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Index)

เป็นตัวบ่งชี้ความสามารถของกระบวนการ ซึ่งเน้นในเรื่องของความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการ และความเข้าใจค่าเป้าหมายที่ต้องการ โดยจะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้บริหาร และลูกค้าได้ว่า

1. กระบวนการที่กำลังเกี่ยวข้องอยู่นั้น มีความสามารถในการให้ผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการหรือออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความอยู่ตัวของความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุชนิดสามัญ (Common Cause)

2. มีความสามารถในการควบคุมความผันแปรที่มีอยู่ในกระบวนการเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้แค่ไหน อย่างไร

3. ชิ้นงานที่ผลิตออกมามีแนวโน้มของการเกิดของเสียที่มีขนาดใหญ่เกินไป (เข้าใจหรืออยู่นอกขอบเขตกำหนดด้านบน) หรือมีขนาดเล็กเกินไป (เข้าใจหรืออยู่นอกขอบเขตกำหนดด้านล่าง) เพื่อที่จะสามารถช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถปรับกระบวนการเข้าหาจุดที่มีความเหมาะสมได้อย่างถูกต้อง และมีความเหมาะสมในเชิงเศรษฐกิจ

การคำนวณค่าดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการนั้น ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการวัดคุณภาพของกระบวนการดังนี้

1. ต้องการวัดความสามารถของกระบวนการว่า กระบวนการนั้นมีความสามารถแค่ไหน (Process Capability Potential) โดยมีค่าดัชนีเป็น C_p (C ย่อมาจาก Capability หรือความสามารถ และ p ย่อมาจาก Process หรือกระบวนการ) ซึ่งไม่สนใจว่าค่าเฉลี่ยหรือตำแหน่งของกระบวนการ (\bar{X}) จะตั้งอยู่ตรงกลาง (Centering) ของเขตกำหนดหรือไม่ โดย C_p มีสูตรดังสมการ (2.6)

$$C_p = \left(\frac{USL - LSL}{6\sigma} \right) \quad (2.6)$$

โดยที่

USL : Upper Specification Limit หรือขอบเขตกำหนดด้านบน

LSL : Lower Specification Limit หรือขอบเขตกำหนดด้านล่าง

σ : Standard Deviation หรือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ต้องการวัดความสามารถของกระบวนการพร้อมด้วยตำแหน่งของค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ว่าตั้งอยู่ตรงกลางของขอบเขตกำหนดหรือไม่สำหรับกระบวนการที่กำลังดำเนินอยู่ โดยวัดค่าดัชนีเป็น C_{pk} ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุดของดัชนีนี้แสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตกำหนดด้านบน (C_{pu}) หรือดัชนีนี้แสดงความสามารถของกระบวนการที่เป็นขอบเขตกำหนดด้านล่าง (C_{pl}) โดยที่

$$C_{pu} = \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma} \right) \quad (2.7)$$

$$C_{pl} = \left(\frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma} \right) \quad (2.8)$$

C_{pk} = ค่าที่น้อยที่สุดของ (C_{pu} , C_{pl})

K : ระยะที่ค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ห่างจากตรงกลางของขอบเขตกำหนด

3. ต้องการวัดผลการปฏิบัติงานหรือสมรรถนะ (Performance) ของกระบวนการพร้อมด้วยตำแหน่งของค่าเฉลี่ยของกระบวนการว่าตั้งอยู่ตรงกลางของขอบเขตกำหนดหรือไม่สำหรับกระบวนการในเบื้องต้น ซึ่งเป็นการให้ความสนใจในความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการโดยรวม โดยวัดค่าดัชนีเป็น P_{pk} (P แทน Preliminary หรือเบื้องต้น และ p แทน Process หรือ กระบวนการ)

โดยที่

$$P_{pu} = \left(\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma_s} \right) \quad (2.9)$$

$$P_{pl} = \left(\frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma_s} \right) \quad (2.10)$$

$$\sigma_s = \sqrt{\frac{\sum (\bar{X} - \bar{\bar{X}})^2}{n-1}} \quad (2.11)$$

P_{pk} = ค่าที่น้อยที่สุดของ (P_{pu} , P_{pl})

ในกรณีที่ไม่วางตำแหน่งของค่าเฉลี่ย คำนีแสดงความสามารถของกระบวนการเป็น P_p ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ (2.12)

$$P_p = \left(\frac{USL - LSL}{6\sigma_s} \right) \quad (2.12)$$

ความหมายของค่าดัชนีแสดงความสามารถของกระบวนการ

- ถ้าดัชนี C_p และ C_{pk} ยี่งมีค่ามากกว่า 1.33 แสดงว่า กระบวนการมีความผันแปรน้อยหรือมีความมั่นคงสูง
- ถ้าดัชนี C_p กับค่า C_{pk} มีค่าที่ไม่เท่ากัน แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่อยู่ตรงกลางของขอบเขตกำหนด หากค่า $C_{pk} = C_{pu}$ ก็แสดงว่า ค่าเฉลี่ยของกระบวนการเข้าใกล้ด้าน USL มากกว่าด้าน LSL

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน

อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน เป็นอุตสาหกรรมหนึ่งในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ที่มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องและการแข่งขันค่อนข้างสูง ดังนั้นการดำเนินธุรกิจในปัจจุบันต้องมีการปรับปรุงองค์กรอย่างต่อเนืองทั้งกระบวนการผลิตและการบริการการจัดการกระบวนการให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลซึ่งถือว่าเป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาองค์กร ไม่เพียงขึ้นอยู่กับการวางแผน การควบคุมการผลิต และการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสียหรือไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า องค์กรต้องเข้าใจว่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์และการบริการตลอดจนการดำเนินงานขององค์กรทั้งหมดลูกค้าเป็นผู้ตัดสินใจว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์หรือการรับบริการจากองค์กร

คุณลักษณะและคุณสมบัติที่ดีของบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนต้องประกอบด้วย

1. ง่ายต่อการเก็บรักษา
2. ถนอมคุณค่าของผลิตภัณฑ์
3. มีน้ำหนักเบาและสะดวกต่อการใช้งาน
4. มีภาพลักษณ์ที่สวยงาม
5. มีเอกลักษณ์โดดเด่นในการสร้างมูลค่าแก่ตัวสินค้า

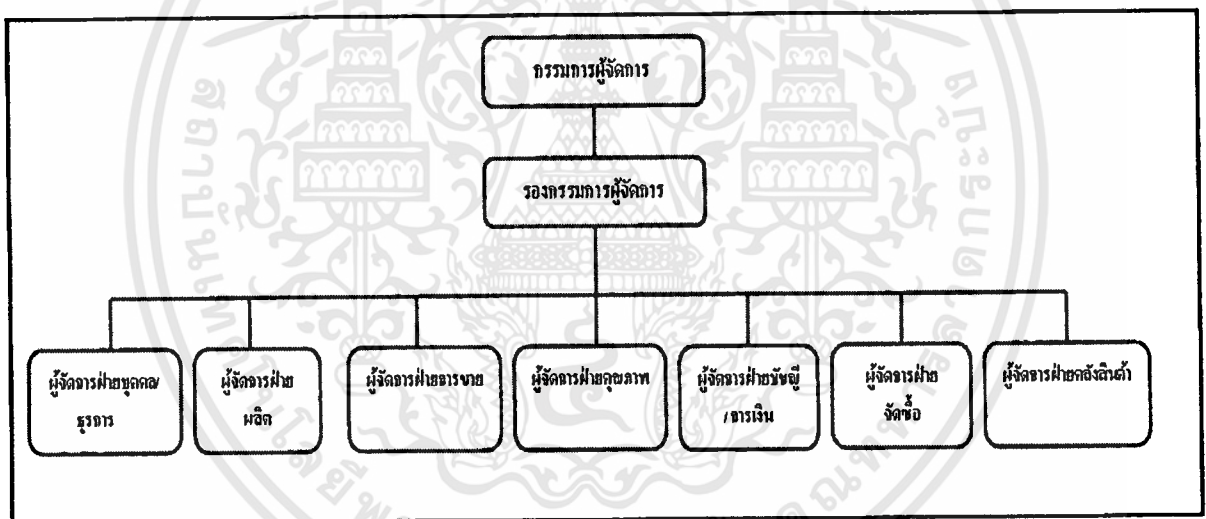
สำหรับบริษัท ไทยเว็ลด์แวร์ โพลีโพรดักส์ จำกัด ที่เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน (Flexible Packaging) ได้ทำการผลิตสิ่งตีพิมพ์และผลิตภัณฑ์พลาสติก สำหรับบรรจุภัณฑ์อาหาร ประเภทนมขบเคี้ยว ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ก่อตั้งเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน พ.ศ. 2529 ในชื่อ เว็ลด์แวร์ โพลีโพรดักส์ จำกัด ด้วยทุนจดทะเบียน 60 ล้านบาท และ

เปลี่ยนชื่อเมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2550 เป็นชื่อ “ไทยเว็ลด์แวย์โพลิโพรดักส์” มีพื้นที่ 10 ไร่ จำนวนพนักงาน 230 คน โดยมีโครงสร้างองค์กรของบริษัทมีดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างของบรรจุภัณฑ์อาหาร

ที่มา : บริษัท ไทยเว็ลด์แวย์โพลิโพรดักส์ จำกัด (2551)



รูปที่ 2.9 โครงสร้างองค์กรบริษัท ไทยเว็ลด์แวย์โพลิโพรดักส์ จำกัด

ที่มา : บริษัท ไทยเว็ลด์แวย์โพลิโพรดักส์ จำกัด (2551)

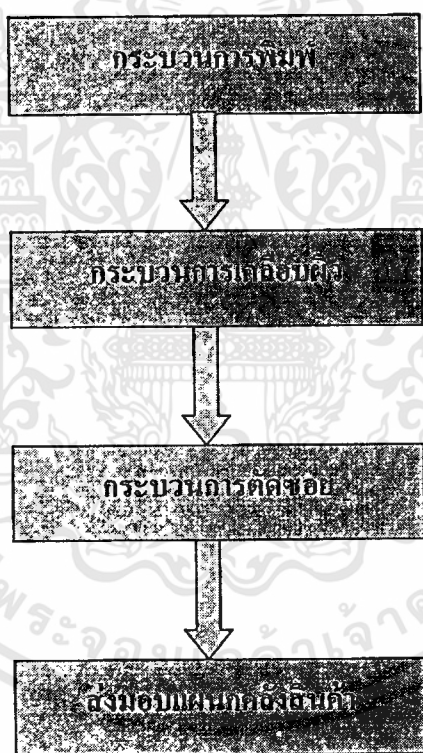
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท ไทยเวสต์แควร์โพลีโพรดักส์ จำกัด มีกระบวนการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 2.10 โดยเริ่มจาก

1. กระบวนการพิมพ์ เป็นกระบวนการแรกของการผลิต โดยเป็นกระบวนการถ่ายทอดหมึกจากตัวกลางซึ่งเรียกว่า แม่พิมพ์ไปสู่วัสดุที่จะใช้พิมพ์ (Nylon, PET) เพื่อให้ได้รูปแบบตามที่ได้ตกลงกับลูกค้า

2. กระบวนการเคลือบ เป็นกระบวนการที่นำเอาฟิล์มที่พิมพ์มาประกบชั้นงาน L-LDPE เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการปกป้องสินค้าของลูกค้า ได้แก่ ป้องกันน้ำ ความชื้น ก๊าซ และอากาศ ป้องกันกลิ่นหรือความร้อน เพิ่มความแข็งแรงให้แก่บรรจุภัณฑ์ กันการหลุดลอกของสีที่พิมพ์

3. กระบวนการตัดซอย เป็นกระบวนการที่นำม้วนงานเคลือบจากกระบวนการเคลือบผิวตัดให้ได้ขนาดและรูปแบบที่ลูกค้าต้องการ โดยส่งมอบให้แผนกคลังสินค้า เพื่อจัดส่งให้ลูกค้า



รูปที่ 2.10 กระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน

ที่มา : บริษัท ไทยเวสต์แควร์โพลีโพรดักส์ จำกัด(2551)

2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการพิมพ์

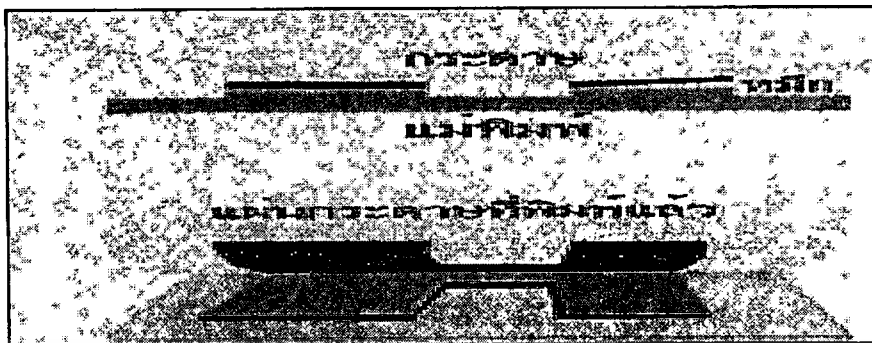
2.4.1 ระบบการพิมพ์ (The Printing Process)

ระบบการพิมพ์ที่ใช้ในการสร้างสรรค์ตกแต่ง ลักษณะกราฟิกบนบรรจุภัณฑ์ในวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับหลักการพิมพ์ 4 กระบวนการใหญ่ๆตามลักษณะของการสร้างแม่พิมพ์ ดังนี้

1. กระบวนการพิมพ์ผิวูน (Relief Printing Process) ได้แก่ การพิมพ์ระบบเพลส (Letter Press) และการพิมพ์ระบบเฟล็กโซ (Flexo)
2. กระบวนการพิมพ์ร่องลึก (Intaglio Printing Process) เช่น การพิมพ์ระบบกราเวียร์ (Gravure)
3. กระบวนการพิมพ์พื้นราบ (Planographic Printing Process) ได้แก่ การพิมพ์ในระบบออฟเซต (Offset)
4. กระบวนการพิมพ์ผ่านฉากพิมพ์ (Serigraphic Printing Process) ได้แก่ การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน (Silkscreen) การพิมพ์ฉลุฉาย Stencil

2.4.1.1 การพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter Press)

การพิมพ์โดยระบบเลตเตอร์เพรส (Letter Press) เป็นระบบการพิมพ์ที่เก่าแก่ที่สุดมีอายุกว่า 500 ปีมาแล้ว โดยนักประดิษฐ์ ชาวเยอรมันชื่อ กูเตนเบอร์ก (Gurenburg) เป็นผู้คิดค้นการพิมพ์โดยใช้ตัวอักษรแต่ละตัวมาผสมกันเป็นคำขึ้นได้คนแรก ทำให้การพิมพ์หนังสือเป็นที่แพร่หลายตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา การเกิดภาพในการพิมพ์ของระบบนี้ เกิดขึ้นโดยวิธีที่กระดาษถูกกดลงบนแม่พิมพ์ที่ได้รับการเคลือบหมึกแล้วโดยตรง การกดทับลงไปทำให้หมึกถ่ายทอดลงบนกระดาษเกิดเป็นภาพพิมพ์ขึ้น แม่พิมพ์ของระบบเลตเตอร์เพรส มีลักษณะนูนสูงขึ้นมาจากพื้น คือส่วนที่เป็นภาพจะสูงขึ้นมาสูงกว่า บริเวณที่ไม่ใช่ภาพ หมึกจะจับติดเฉพาะบริเวณที่เป็นภาพสูงขึ้นมาเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.11 แม่พิมพ์อาจเป็นตัวเรียงโลหะ หรือเป็นบล็อกทั้งชิ้นก็ได้ สำหรับตัวเรียงโลหะนั้น ทำด้วยโลหะผสมของตะกั่วและดีบุกกดเป็นส่วนใหญ่ มีความสูงจากฐานจนถึงผิวตัวอักษร 0.918 นิ้ว ตัวอักษรที่ใช้มีขนาดแตกต่างกันทั้งความสูง และความหนา ดังที่เห็นในหนังสือต่างๆ ไป โลหะนั้นจะใช้เรียงได้เฉพาะข้อความที่เป็นตัวอักษรเท่านั้น ส่วนพวกแผนภูมิ กราฟ ตาราง หรือภาพ จะต้องใช้แม่พิมพ์ที่เป็นบล็อกแทน การพิมพ์ในระบบนี้เหมาะสำหรับใช้พิมพ์บรรจุภัณฑ์ที่ทำมาจากวัสดุจำพวกกระดาษเป็นส่วนใหญ่เช่น พิมพ์บนกล่องกระดาษแข็งแบบพับ ถุงกระดาษซองกระดาษ หรือพิมพ์เป็นแบบตราฉลากสำหรับ ปิดฉนักบนบรรจุภัณฑ์ เป็นต้น แต่ข้อเสียของคุณภาพการพิมพ์ก็มีอยู่ เช่น ทำให้เกิดรอยคูนนูนขึ้นด้านหลังของกระดาษ ขอบภาพและตัวอักษรไม่เรียบ เนื่องจากกระดาษและแม่พิมพ์โลหะถูกกดอัดให้สัมพันธ์ และดึงกระดาษออกมา โดยตรง อีกทั้งแม่พิมพ์ทำด้วยโลหะแข็ง อาจทำให้เกิดการทะลุฉีกขาดจากการกดอัดพิมพ์ได้



รูปที่ 2.11 หลักการพิมพ์ระบบเลตเตอร์เพรส (Letter Press)

ที่มา : <http://www.nuntapun.com/>

2.4.1.2 การพิมพ์ระบบระบบเฟล็กซ์ (Flexo)

หลักการพิมพ์ระบบระบบเฟล็กซ์ (Flexo) นั้น แม่พิมพ์ทำด้วยยางบริเวณที่เกิดภาพ จะนูนสูงขึ้นมาจากพื้นเช่นเดียวกับ แม่พิมพ์ในระบบเลตเตอร์เพรส การทำแม่พิมพ์จะต้องทำแม่พิมพ์บนสังกะสีก่อนแล้วจึงเอา Bakelite ไปทาบนแผ่นสังกะสี ที่กัดกรดเป็นแม่พิมพ์เมื่อถ่ายแบบมาแล้ว นำแผ่นยางไปอัดบน Bakelite จึงจะได้ แม่พิมพ์ยางออกมา กรรมวิธีก็คล้ายคลึงกับการตรายางที่ใช้ปั๊มในสำนักงานทั่วไป แม่พิมพ์ยาง ที่ได้เรียกว่า Polymer Plate ซึ่งเป็นยางสังเคราะห์ มีความเหมาะสมในการใช้งาน เพราะทนทานรับหมึกได้ดี ระบบการพิมพ์จะมีลูกกลิ้งยางจุ่มอยู่ในอ่างหมึก ลูกกลิ้งจะพาหมึกมาติดที่ลูกกลิ้งเหล็ก ลูกกลิ้งเหล็กนี้จะถ่ายทอหมึก ไปให้ลูกกลิ้งอีกลูก ที่ จะถ่ายทอหมึกให้แม่พิมพ์ยางแล้วค่อย ถ่ายทอลงบนผิวของวัตถุ โดยมีลูกกลิ้งเหล็กอีกอันติดอยู่ บรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยระบบเฟล็กซ์ เช่น กล่องกระดาษลูกฟูก ถุงกระดาษ ถุงปูนซีเมนต์ ถุงใส่ปุ๋ย ถุงพลาสติกใหญ่ๆ และกล่องนม UHT เป็นต้น

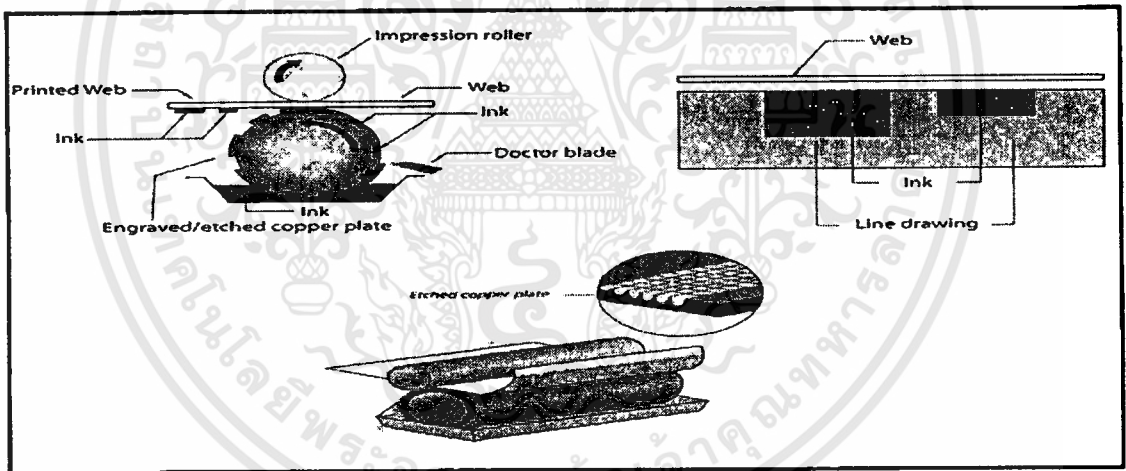
2.4.1.3 การพิมพ์ระบบกราเวียร์

กราเวียร์เป็นกรรมวิธีการพิมพ์แบบแม่พิมพ์ร่องลึก Intaglio ซึ่งส่วนที่เป็นภาพ หรือลายเส้นที่พิมพ์ จะถูกกัดเจาะ เป็นบ่อเล็กๆจำนวนนับล้านบ่อเรียกว่า เซลล์ ซึ่งขังหมึกสำหรับที่จะพิมพ์ลงบนวัสดุอะไรก็ตาม ส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพ จะเป็นผิวเรียบและอยู่สูงกว่าบ่อหมึก บ่อหมึกแต่ละบ่อแยกออกจากกันโดยผนัง ที่เรียกว่า Cell Wall หรือ Land บ่อเล็กๆนี้ขังหมึกไว้ในปริมาณที่ไม่เท่ากันแล้วแต่ขนาดของบ่อปริมาณหมึก ถ้ามากก็จะทำให้สีเข้มมากกว่าบ่อที่มีหมึกน้อยกว่า ทำให้สามารถพิมพ์ภาพที่มีโทนต่อเนื่องได้

แม่พิมพ์กราเวียร์นี้ทำมาจากเหล็กรูปทรงกระบอก ซึ่งมีผิวชุบด้วยทองแดง และบ่อหมึกเล็กๆ ก็จะถูกกัดลงในชั้นของทองแดงนี้ หรือแม่พิมพ์อาจนำมาเป็นแผ่น แล้วนำมาหุ้มรอบลูกกลิ้งเหล็กอีกชั้นหนึ่ง

หลักการพิมพ์กราเวียร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.12 แม่พิมพ์ที่ถูกกัดเป็นภาพแล้ว จะหมุนอยู่ในอ่างหมึกเหลวเหมือนกับการพิมพ์ แบบเพลกโซ หมึกจะเกาะอยู่ในบ่อหมึกที่กัดไว้และจะมีมีดปาดหมึก (Doctor Blade) เป็นเหล็กสปริง ยาว ๆ กดแนบ สนิทอยู่กับผิว ของแม่พิมพ์ทำหน้าที่ปาดหมึกออกจากผิว หมึกก็จะติดอยู่กับเฉพาะในบ่อหมึก เมื่อผ่านวัสดุแผ่นเรียบเข้าไปจะมีลูกกลิ้งเหล็กทำหน้าที่กด (Impression) วัสดุติดกับแม่พิมพ์ หมึกเหลวเมื่อรับแรงอัดก็จะถ่ายทอดหมึก (Transfer) จากแม่พิมพ์ลงบนผิวของวัตถุเป็นลายเส้นทางกราฟฟิคออกมา

การพิมพ์ระบบกราเวียร์ เป็นระบบการพิมพ์ที่สามารถผลิตภาพลายเส้น (Line Work) และภาพฮาล์ฟโทน (Half Tone) ได้อย่างมีคุณภาพและรวดเร็ว อีกทั้งยังพิมพ์บนผิววัตถุต่างๆ ได้อีกหลายประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บรรจุภัณฑ์ ที่ทำจากวัสดุจำพวกพลาสติกและอลูมิเนียมพอยล์ ระบบการพิมพ์ในระบบนี้จึงเป็นที่นิยมใช้ ในการบรรจุภัณฑ์เป็นจำนวนมาก เพราะคุณภาพการพิมพ์ทัดเทียมกับระบบออฟเซต ได้เช่นกันบรรจุภัณฑ์ ที่ใช้การพิมพ์ระบบกราเวียร์นี้เช่น กล่องกระดาษพับ ห่อซองที่ขีดหยუნได้ กระดาษห่อของขวัญ กระดาษห่อของ ฉลาก ตรา ทั้งแผ่นและม้วน ประเภทสิ่งพิมพ์พิเศษอื่นๆ สิ่งพิมพ์พิเศษ กันกรองบุหรี่ และกระป๋องโลหะ เป็นต้น



รูปที่ 2.12 หลักการพิมพ์เครื่องพิมพ์ระบบกราเวียร์

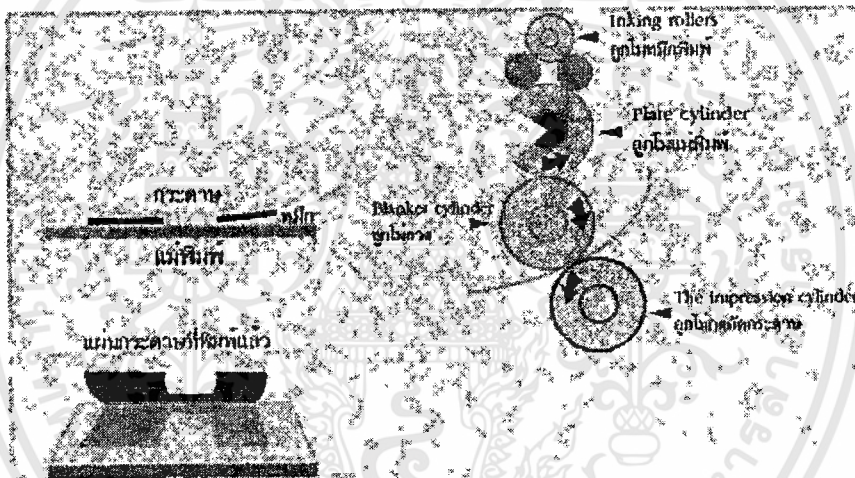
ที่มา: <http://www.nuntapun.com/>

2.4.1.4 การพิมพ์ออฟเซต (Offset)

การพิมพ์ด้วยระบบออฟเซตเป็นที่แพร่หลายนิยมใช้กันทั่วโลก จะสังเกตได้ว่าในปัจจุบัน ระบบนี้มีส่วนผูกพันกับชีวิตประจำวันจนแยกไม่ออกไม่ว่าหนังสือพิมพ์ หนังสือตารา นวนิยาย วารสารรายสัปดาห์ รายเดือน ไปสเตอร์ แผ่นพับหรือโบรชัวร์ ทุกรายการนี้พิมพ์ด้วยระบบออฟเซตทั้งสิ้น หรืออาจจะกล่าวได้ว่าการพิมพ์ด้วยระบบออฟเซตมีบทบาทเข้ามาแทนที่ระบบเลตเตอร์เฟรสที่ล้าหลังไป งานออฟเซตสามารถให้คุณค่าของงานพิมพ์ได้สูง เนื่องจากมีการ

ผสมผสานของเม็ดสกรีนได้อย่างละเอียด หลักการพิมพ์ในระบบนี้ ความแตกต่างจากการพิมพ์ระบบเลตเตอร์เฟรสโดยสิ้นเชิง กล่าวคือ

1. แม่พิมพ์เป็นแบบผิวระนาบแทนที่จะเป็นตัวนูน
2. แม่พิมพ์จะรับหมึก แล้วถ่ายทอดภาพไปยังตัวกลาง คือผ้ายางเบลลงเกตแล้วจึงลงไปบนกระดาษ ไม่ใช่เป็นการสัมผัสโดยตรงเหมือนระบบเลตเตอร์เฟรส
3. การที่แม่พิมพ์เป็นแบบผิวระนาบ ทำให้ส่วนที่เป็นภาพที่ต้องรับหมึก และส่วนที่ไม่ใช่ภาพ ที่จะรับหมึกไม่ได้ อยู่ในระดับเดียวกัน จึงต้องหาวิธีที่จะทำให้ส่วนที่เป็นภาพเท่านั้นที่จะรับหมึก และถ่ายทอดไปยังเบลลงเกต ซึ่งทำได้โดยการนำน้ำมาเคลือบผิวส่วนที่ไม่ใช่ภาพ แล้วปล่อยให้ส่วนที่เป็นภาพ (ซึ่งไม่รับน้ำหมึก)รับหมึก ดังนั้นระบบออฟเซตจึงมีน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.13



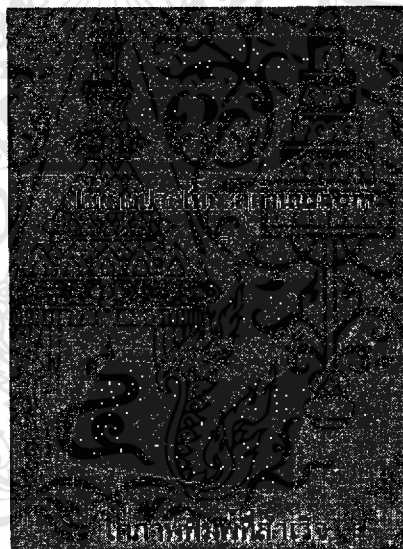
รูปที่ 2.13 การพิมพ์ออฟเซต

ที่มา : <http://www.nuntapun.com/>

2.4.1.5 การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน

การพิมพ์ซิลค์สกรีน ก็คือการนำผ้าไหม (Silk) ที่ผลิตขึ้นมาเพื่อการพิมพ์นี้โดยเฉพาะ นำมาขึงให้ตึงกับขอบไม้หรือกรอบโลหะ แล้วสร้างภาพขึ้นบนผ้าไหมซึ่งมีสภาพเป็นฉากพิมพ์ (Screen) ปิดกันในส่วนที่ไม่ต้องการให้เกิดเป็นภาพที่บิดัน และปล่อยให้ส่วนที่ต้องการให้เป็นภาพโปร่งไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.14 การพิมพ์ปิดกันผ้าไหมนี้มีหลายวิธีการ เช่น ระบายด้วยสีน้ำมัน แชลแลค फिल्म ตลอดจนจนถึงการใช้กากับน้ำยาไวแสงปิดกัน และเมื่อนำแผ่นฟิล์ม ไปวางทาบลงบนสิ่งที่พิมพ์ทั้งรูปทรง 3 มิติ หรือแผ่นเรียบที่มีพื้นผิว ไม่ขรุขระมาก เช่น กระดาษ ผ้า แก้ว พลาสติก โลหะ ไม้ ฯลฯ แล้ว หยอดสีลงบนแม่พิมพ์ใช้ยางปาด (Squeegee) ที่มีผิวหน้าตัดเรียบ ปาดดันสีให้ผ่านแม่พิมพ์ทะลุออกไปติดบนพื้นรองรับ ซึ่งก็จะได้ภาพพิมพ์ตามที่ต้องการ การ

พิมพ์ด้วยระบบซิลค์สกรีนนี้มีบทบาทกับภาชนะบรรจุภัณฑ์เป็นอย่างมาก เพราะเป็นวิธีเดียวที่จะพิมพ์บนวัสดุหรือภาชนะผิวโค้ง เช่น ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กระจก โลหะที่ผ่านการขึ้นรูปแล้ว จากการพิมพ์ระบบต่างๆที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นว่าเทคนิคและระบบการพิมพ์ที่นำมาใช้ พิมพ์บนบรรจุภัณฑ์มากมายหลายกรรมวิธี และมีใช้ว่าจะมีแต่กรรมวิธีที่กล่าวมาแล้วเท่านั้น ระบบการพิมพ์ในปัจจุบันนับว่ามีการพัฒนาก้าวหน้าไปมาก ระบบการพิมพ์ต่างๆถูกคิดค้นมากมาย แต่ถึงอย่างไรก็เป็นการแตกยอดออกไปในกระบวนการพิมพ์ 4 ประการ หรือการประสานกันในเทคนิคกรรมวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เช่น การพิมพ์ระบบอิงค์เจ็ท เป็นการพิมพ์ด้วยการยิงหมึกออกมาเป็นจุดประกอบเป็นตัวอักษรและข้อความต่อเนื่องบนบรรจุภัณฑ์ก็พัฒนาขึ้นมาแทนการพิมพ์แบบ Stencil และ Silk Screen การพิมพ์ระบบแพด (Pad Transfer Printing) ก็เป็นการประสานหลักการระหว่างการพิมพ์ระบบออฟเซต ซิลค์สกรีนและเฟลกโซ เพื่อให้พิมพ์บนวัตถุที่มีพื้นผิวต่างระดับกันได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.14 การพิมพ์ระบบซิลค์สกรีน

ที่มา : <http://www.nuntapun.com/>

2.4.2 การแยกสีและผลิตแม่พิมพ์

งานแยกสีและผลิตแม่พิมพ์เป็นขั้นตอนเริ่มแรกของงานพิมพ์ ซึ่งประกอบด้วยงานก่อนพิมพ์ งานพิมพ์ และงานหลังพิมพ์ งานก่อนพิมพ์มีประกอบ ดังนี้คือ การแยกสีทำฟิล์มเพื่อนำไปจัดทำแม่พิมพ์ การทำแม่พิมพ์ และการพิมพ์บล็อกเพื่อตรวจสอบแม่พิมพ์ ซึ่งจะเรียกว่าขั้นตอนนี้ว่า ขั้นตอนก่อนการพิมพ์ (Prepress)

ในอดีตขั้นตอนก่อนการพิมพ์นี้มีรายละเอียดในการทำงานที่ต้องอาศัยแรงงานคนค่อนข้างมาก เนื่องจากยังไม่มีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการทำงานจะต้องประกอบฟิล์มด้วยฝีมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนล้วนๆ ซึ่งใช้แรงงานและเวลาในการทำแม่พิมพ์มาก ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้พัฒนาลงมาในระดับที่ใช้งานได้ทั่วไป คอมพิวเตอร์จึงได้มีบทบาทในวงการพิมพ์ โดยเฉพาะทางด้านงานก่อนการพิมพ์ เริ่มแรกจากการเรียงพิมพ์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์จนมาถึงความสามารถประกอบงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้สามารถทำงานแม่พิมพ์เพื่อส่งต่อไปกับแผนกงานพิมพ์ได้ในเวลาที่ต้องการและราคาที่ถูกลง

การทำงานสำหรับงานพิมพ์สกรีน เพื่อการแยกสีและผลิตแม่พิมพ์ ปัจจุบันใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการทำสิ่งพิมพ์ ในหลายๆรูปแบบ เช่น สิ่งพิมพ์ภายในสำนักงาน สิ่งพิมพ์เพื่อการโฆษณา สิ่งพิมพ์เพื่อการบรรจุหีบห่อ ฯลฯ ซึ่งสิ่งพิมพ์เหล่านี้มีความต้องการในการจัดเตรียมไฟล์งานที่มีรายละเอียดแตกต่างกันออกไป สิ่งพิมพ์ที่ต้องส่งเข้าโรงพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นโรงพิมพ์ระบบออฟเซต, กราเวียร์, สกรีน จำเป็นต้องมีการเตรียมไฟล์งานให้ถูกต้องเพื่อที่จะได้ส่งไปทำการแยกสีและผลิตแม่พิมพ์ได้โดยไม่มีปัญหาหรือมีปัญหาน้อยที่สุด เนื่องจากกระบวนการพิมพ์พิมพ์ด้วยหมึกชุดซึ่งประกอบไปด้วย หมึกฟ้า (Cyan) แดง (Magenta) เหลือง (Yellow) และดำ (Black) เป็นชุดหมึกมาตรฐานสำหรับงานพิมพ์ 4 สี ในบางครั้งอาจจะมีมากกว่านี้ เช่นในระบบการพิมพ์สกรีนเสื่ออาจใช้สีพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 6 สี รวมกับ 4 สี แล้วเป็นการพิมพ์ 10 สี หมึกพิเศษที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า สีพิเศษ แยกออกจากหมึกชุดมาตรฐาน

CMYK เป็นโหมดการทำงานบนวัสดุพื้นทึบแสง โดยแสงจะตกกระทบกับวัสดุพื้นทึบแล้วดูดกลืนสีบางส่วน จากนั้นก็สะท้อนค่าสีที่ได้มายังตาผู้ดู ลักษณะเช่นนี้ทำให้สีที่ได้ไม่สามารถแสดงค่าสีที่สดใสมาก ดังนั้นการทำงานบนโหมด CMYK จึงมีขอบเขตสีที่จำกัดมาก การส่งไฟล์งาน และลักษณะการทำงาน ในปัจจุบันกระบวนการแยกสีจึงเริ่มจากขั้นตอนการส่งไฟล์มายังร้านแยกสี ซึ่งถ้าทำงานสำเร็จรูปมากก็จะส่งมาเฉพาะไฟล์ที่ประกอบเรียบร้อยแล้ว ซึ่งงานนั้นจะถูกนำไปแปลงเป็นภาษาของเครื่องเตรียมอิงฟิล์มและส่งออกอิงฟิล์มได้เลย แต่ก็ยังมีบางรายที่ผู้ออกแบบไม่สามารถที่จะทำได้ในบางขั้นตอน เช่น ไม่มีเครื่องสแกนหรือเครื่องคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กไม่สามารถทำไฟล์ได้สำเร็จ ทำให้ต้องส่งรูปหรือสไลด์ และไฟล์เลย์เอาท์ (ไฟล์ที่พิมพ์ตัวอักษรและรูปลายเส้น) มาให้ร้านแยกสีทำการสแกนและประกอบรูปให้ไฟล์งานที่ส่งมา ถ้าเป็นกรณีทำเรียบร้อยแล้วสามารถที่จะ Save มาในนามสกุล .ESP (Encapsulated Post Script File) และ .PDF (Portable Document File) ซึ่งทั้งสองเป็นรูปแบบ (Format) ที่ร้านแยกสีทุกร้านในเมืองไทยสามารถรับได้ แต่ถ้าหากไม่สามารถทำสำเร็จเรียบร้อยก็สามารถ Save มาในรูปแบบ (Format) ของโปรแกรมต่างๆ เช่น Illustrator Save มาในรูปแบบ .ai เป็นต้น สิ่งที่ต้องระมัดระวังก็คือต้อง Save ส่วนประกอบของงานนั้นๆ เช่น รูปภาพ Fonts ตัวอักษรที่ใช้มาด้วยทุกครั้ง พร้อมทั้งมีใบกำกับรายละเอียดของงานที่ท่านทำมาว่ามีกี่หน้า ใช้ Fonts อะไรบ้าง มีรูปรายละเอียดสูง 300 DPI จำนวนกี่ภาพ อยู่ที่หน้าใด สิ่งเหล่านี้ทำให้ร้านแยกสีสามารถทำงานได้รวดเร็วงานสำเร็จที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยจากลูกค้า ไฟล์งานจะถูก

ส่งเข้าเครื่อง RIP เพื่อทำการคำนวณและแปลงเป็นภาษาของเครื่อง เพื่อส่งข้อมูลต่อไปยังเครื่องยิงฟิล์ม

2.4.3 ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการพิมพ์เบื้องต้น

กระบวนการพิมพ์ คือ กระบวนการถ่ายทอดหมึกจากตัวกลางซึ่งเรียกว่า แม่พิมพ์ไปสู่วัสดุที่จะใช้พิมพ์ ในงานวิจัยครั้งนี้จะศึกษาเครื่องพิมพ์ระบบกราเวียร์

กราเวียร์เป็นกรรมวิธีการพิมพ์แบบแม่พิมพ์ร่องลึก Intaglio ซึ่งส่วนที่เป็นภาพ หรือลายเส้นที่พิมพ์ จะถูกกัดเจาะ เป็นบ่อเล็กๆจำนวนมากนับล้านบ่อเรียกว่า เซลล์ ซึ่งขังหมึกสำหรับที่จะพิมพ์ลงบนวัสดุอะไรก็ตาม ส่วนบริเวณที่ไม่ใช่ภาพ จะเป็นผิวเรียบและอยู่สูงกว่าบ่อหมึก บ่อหมึกแต่ละบ่อแยกออกจากกัน โดยผนัง ที่เรียกว่า Cell Wall หรือ Land บ่อเล็กๆนี้ขังหมึกไว้ในปริมาณที่ไม่เท่ากันแล้วแต่ขนาดของบ่อปริมาณหมึก ถ้ามากก็จะทำให้สีเข้มมากกว่าบ่อที่มีหมึกน้อยกว่า ทำให้สามารถพิมพ์ภาพที่มีโทนต่อเนื่องได้

แม่พิมพ์กราเวียร์นี้ทำมาจากเหล็กรูปทรงกระบอก ซึ่งมีผิวชุบด้วยทองแดง และบ่อหมึกเล็กๆ ก็จะถูกกัดลงในชั้นของทองแดงนี้ หรือแม่พิมพ์อาจนำมาเป็นแผ่น แล้วนำมาหุ้มรอบลูกกลิ้งเหล็กอีกชั้นหนึ่ง

หลักการพิมพ์กราเวียร์ แม่พิมพ์ที่ถูกกัดเป็นภาพแล้ว จะหมุนอยู่ในอ่างหมึกเหลว เหมือนกับการพิมพ์ แบบเฟลทโซ หมึกจะเกาะอยู่ในบ่อหมึกที่กัดไว้และจะมีมีดปาดหมึก(Doctor Blade) เป็นเหล็กสปริง ยาว ๆ กดแนบ สนิทอยู่กับผิว ของแม่พิมพ์ทำหน้าที่ปาดหมึกออกจากผิวหมึกก็จะติดอยู่กับเฉพาในบ่อหมึก เมื่อผ่านวัสดุแผ่นเรียบเข้าไปจะมีลูกกลิ้งเหล็กทำหน้าที่กด (Impression) วัสดุติดกับแม่พิมพ์ หมึกเหลวเมื่อรับแรงอัดก็จะถ่ายทอดหมึก(Transfer) จากแม่พิมพ์ลงบนผิวของวัตถุเป็นลายเส้นทางกราฟฟิคออกมา

กระบวนการพิมพ์ที่ใช้ในบริษัท ไทยเวิร์ลด์แควร์โพลีโปรดักส์ จำกัด นี้จะใช้การพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบกราเวียร์ ลักษณะการพิมพ์จะเป็นการพิมพ์ข้าง (Reverse Printing) คือ แม่พิมพ์ที่ใช้พิมพ์จะไม่กลับด้าน สามารถดูออกว่าเป็นรูปหรืออ่านว่าอะไร โดยลำดับสีที่พิมพ์จะลงสีเข้มก่อน การพิมพ์วิธีนี้จะใช้กับฟิล์มที่มีลักษณะใส ไม่ทึบแสง ได้แก่ ไนลอน (Nylon)

การปรัฟ (Proof) คือ การนำแม่พิมพ์ที่ผลิตแล้วมาพิมพ์บนวัสดุต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลดังนี้

- ส่งตัวอย่างสิ่งพิมพ์เพื่อมอบให้กับลูกค้า
- ทดสอบและตรวจสอบแม่พิมพ์ให้พร้อมพิมพ์งานได้
- เพื่อหาความถูกต้องและแตกต่างของตัวอย่างจากลูกค้า
- เพื่อทดลองก่อนจะผลิตแม่พิมพ์

2.4.3.1 องค์ประกอบของเครื่องพิมพ์ ประกอบด้วย

1. หน่วยปล่อยม้วน (Unwind Unit) หน้าที่สำคัญคือควบคุมม้วนให้คลายออกอย่างราบรื่น ด้วยแรงที่สม่ำเสมอ (Tension) ตรงตำแหน่งกึ่งกลางของเครื่อง รวมถึงการตัดต่อม้วนใหม่เข้าไปแทนที่ม้วนเดิมที่กำลังจะหมด หน่วยปล่อยม้วนนี้มีปัจจัยนำเข้าไปที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาพิมพ์เหลื่อมและสีตก ได้แก่ Tension และฟิล์ม

2. หน่วยพิมพ์ (Printing Unit) ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

2.1 ฟิล์มผ่านลูกกลิ้งปรับระยะ เป็นจุดเริ่มต้นของหน่วยการพิมพ์

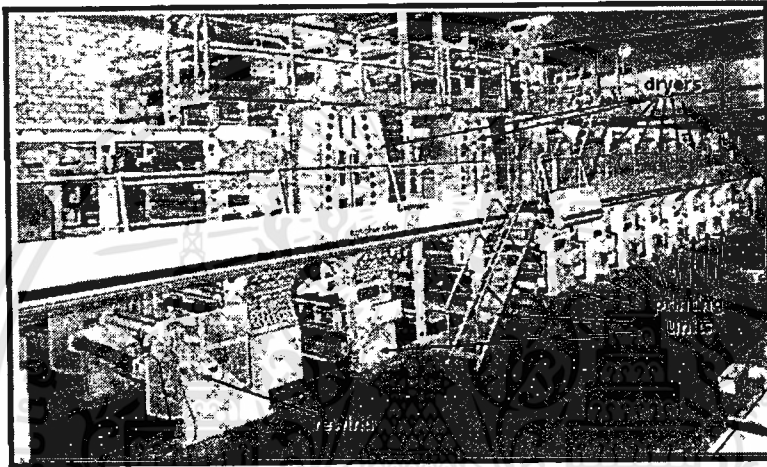
2.2 ลูกยางกดฟิล์มกับแม่พิมพ์ ประกอบด้วยแม่พิมพ์คัทหมึกและมิดปาดหมึก โดยแม่พิมพ์ที่ถูกกัดเป็นภาพแล้วจะหมูนอยู่ในอ่างหมึกเหลว หมึกจะเกาะอยู่ในบ่อหมึกที่กัดไว้และจะมีมิดปาดหมึก (Doctor Blade) เป็นเหล็กสปริง ยาว ๆ กดแนบสนิทอยู่กับผิวของแม่พิมพ์ทำหน้าที่ปาดหมึกออกจากผิว หมึกก็จะติดอยู่กับเฉพาะในบ่อหมึก เมื่อผ่านวัสดุแผ่นเรียบเข้าไปจะมีลูกกลิ้งเหล็กทำหน้าที่กด (Impression) วัสดุติดกับแม่พิมพ์ หมึกเหลวเมื่อรับแรงอัดก็จะถ่ายทอดหมึก (Transfer) จากแม่พิมพ์ลงบนผิวของวัตถุเป็นลายเส้นทางกราฟฟิกออกมา ซึ่งตัวละลาย (Solvent) มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการพิมพ์ เพราะหากไม่มีก็ไม้อาจจะทำการพิมพ์ได้เลย โขลเวนท์มีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับใช้เป็นตัวละลายหมึกพิมพ์ เพื่อให้หมึกพิมพ์มีความหนืดที่เหมาะสม

2.3 ระบบควบคุมการซ้อนภาพ (Register Control) ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายๆ ชิ้น ประกอบกันเพื่อควบคุมลูกกลิ้งปรับระยะ (Compensate Roll) เพื่อควบคุมคุณภาพการซ้อนภาพตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยลูกกลิ้งปรับระยะ (Compensate Roll) เป็นชุดลูกกลิ้งหลายๆ ลูกและมอเตอร์เดินช้า ทำหน้าที่ปรับระยะของม้วนวัสดุพิมพ์ให้เลื่อนเข้าไปพิมพ์ตามตำแหน่งที่ต้องการ อันทำให้ภาพแต่ละสีซ้อนกันสนิท มีปัจจัยนำเข้าไปที่สำหรับคือ หัวจับสัญญาณ (Scanning Head) ทำหน้าที่จับสัญญาณจากฉาก (Mark) แล้วสร้างสัญญาณไฟฟ้าไปยังชุดควบคุม เพื่อสั่งการแก้ไขเมื่อระยะฉากเปลี่ยนแปลงไป

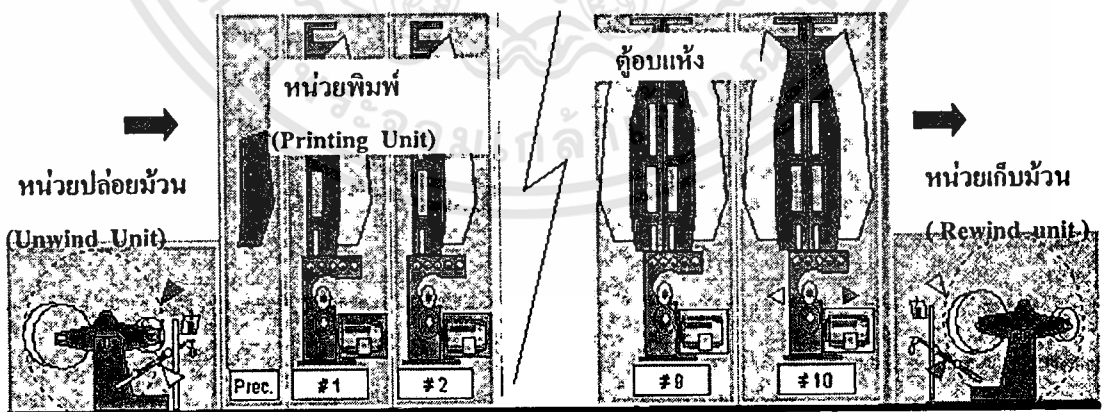
2.4 ตู้อบแห้ง ทำหน้าที่ให้หมึกพิมพ์บนวัสดุพิมพ์แห้งสนิทก่อนไปพิมพ์สีอื่นหรือก่อนเก็บม้วน รวมถึงลดการเกิดกลิ่นจากน้ำมันจากน้ำมันหรือตัวทำละลาย (Solvent) ในหมึกพิมพ์ที่ตกค้างบนสิ่งพิมพ์ ประกอบด้วย ตัวทำความร้อน (Heater) ลมเป่า (Blower) ลูกกลิ้งทำความเย็น (Cooling Roll) เพื่อระบายความร้อนให้กับฟิล์มก่อนที่จะเข้าพิมพ์ในหน่วยพิมพ์ถัดไป สำหรับหน่วยพิมพ์ จะมีปัจจัยนำเข้าไปที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาพิมพ์เหลื่อมและสีตก ได้แก่ คน ทักษะ และ Stroboscope ทำหน้าที่ส่องไฟกระพริบให้ตามองเห็นภาพพิมพ์ที่กำลังพิมพ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งความถี่ที่กระพริบจะปรับให้อยู่ในย่านความถี่ที่ตามองเห็นในลักษณะเสมือนภาพนิ่ง

3. หน่วยเก็บม้วน (Rewind Winding) หน้าที่สำคัญคือ ควบคุมการเก็บม้วนให้ม้วนเข้าอย่างราบรื่น ด้วยแรงที่สม่ำเสมอตรงตำแหน่งกึ่งกลางของเครื่อง รวมถึงการตัดต่อเปลี่ยนม้วนใหม่ เข้าไปแทนที่ม้วนเดิมที่กำลังจะเต็ม

จากรูปที่ 2.14 แสดงลักษณะเครื่องพิมพ์กราเวียร์ ซึ่งองค์ประกอบของเครื่องพิมพ์ประกอบด้วย หน่วยปล่อยม้วน (Unwind Unit) หน่วยพิมพ์ (Printing Unit) ตู้อบแห้ง และหน่วยเก็บม้วน (Rewind Unit) ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.14 ลักษณะเครื่องพิมพ์กราเวียร์
ที่มา : บริษัท ไทยเว็ลด์แวร์โพลีโปรดักส์ จำกัด (2551)



รูปที่ 2.15 องค์ประกอบของเครื่องพิมพ์กราเวียร์
ที่มา : บริษัท ไทยเว็ลด์แวร์โพลีโปรดักส์ จำกัด (2551)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว (2545 : บทคัดย่อ) ได้นำเสนองานวิจัย การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋อง โดยการประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า การวิจัยนี้เสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพโดยใช้แนวทางของ ซิกซ์ ซิกม่า เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตกระป๋อง อันเนื่องจากข้อบกพร่องต่าง ๆ ระบบการดำเนินการคุณภาพตามแนวทางของซิกซ์ ซิกม่า จะใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ ขั้นตอนจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนที่ใช้เป็นหลักในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาคือ การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) การควบคุมตัวแปรต่าง ๆ (Control) ทั้งนี้จากการดำเนินการวิจัยซึ่งได้แก่ การสำรวจปัญหา และหาระดับความรุนแรงด้วยการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis :FMEA) และการแก้ไขควบคุมปัญหาด้วยการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ พบว่าสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋อง ลดลงจาก 4,400 DPMO เป็น 2,849 DPMO หรือเมื่อเปรียบเทียบกับในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 2.85 เป็นที่ระดับ 2.986 ทั้งนี้ในแต่ละวันมีของเสียที่เกิดจากการตรวจสอบเฉลี่ย 1,200 DPMO ซึ่งหากลดการตรวจสอบที่ไม่จำเป็นลง จะส่งผลให้ของเสียลดลงได้อีก 50 เปอร์เซ็นต์ โดยการประมาณการจะสามารถลดลงเหลือประมาณ 2,000 DPMO หรือระดับ σ อยู่ที่ 3.092 ซึ่งหากมีการควบคุมอย่างต่อเนื่องประมาณ 6 เดือน จะทำให้ความผันแปรในกระบวนการผลิตลดลงอีก 1.5 σ เป็นผลทำให้สัดส่วนของเสียลดลงอยู่ที่ระดับ 4.592 σ นอกจากนี้ในการวิจัยนี้ได้นำสาเหตุที่ก่อให้เกิดของเสียมาแก้ไขเพียง 60 เปอร์เซ็นต์แรกทั้งหมด หากทางทีมงานมีการนำสาเหตุที่เหลือมาทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและปรับปรุงต่อไป สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นก็มีแนวโน้มลดลง

เชิดศักดิ์ อนุทัต (2545 : บทคัดย่อ) งานวิจัยนี้เสนอแนวทางการปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานเบเกอร์รี่ โดยเริ่มจากการเข้าไปศึกษาระบบการผลิตและระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานตัวอย่างและพบว่าการปฏิบัติงานส่วนใหญ่ยังขาดระบบควบคุมคุณภาพที่เหมาะสมและตัวชี้วัดในการตัดสินใจ ส่งผลให้เกิดของเสียซึ่งจากการวัดผลกระบวนการในรูปของเปอร์เซ็นต์ของเสีย พบว่าเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 5.21 เปอร์เซ็นต์ ในการปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตนี้ ได้เริ่มจากการจัดตั้งทีมโครงการแบบข้ามสายงานทำการระดมสมองกำหนดปัจจัยการผลิต วิเคราะห์ปัจจัยการผลิตเพื่อกำหนดวิธีการควบคุมของระบบควบคุมคุณภาพ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ การควบคุมกระบวนการมีกิจกรรมในการควบคุมคุณภาพการผลิต 9 กิจกรรมดังนี้ การเบิกจ่ายส่วนผสมวัตถุดิบ การจัดลำดับการใส่ส่วนผสมวัตถุดิบ การกำหนดความเร็วและระยะเวลาในการตีผสม การวัดความเร็วและระยะเวลาในการตีผสม การบันทึกค่าความหนาแน่นแบบเทอร์ตอปแอนด์ การ

วัดค่าอุณหภูมิเตาต่าง การเฝ้าพินิจอุณหภูมิและความเร็วสายพาน ส่วนของการควบคุมการดำเนินงานมีกิจกรรมในการควบคุมคุณภาพการผลิต 3 กิจกรรมดังนี้ จัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน จัดทำคู่มือการใช้งานเตาอุโมงค์ จัดทำแผนการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ และสุดท้ายส่วนกิจกรรมอื่นๆ ในการควบคุมคุณภาพการผลิตมีกิจกรรมในการควบคุมคุณภาพการผลิต 7 กิจกรรมดังนี้ การตรวจสอบเครื่องจักรก่อนการปฏิบัติงาน แผนการบำรุงเครื่องจักร การระบุนาถาดและหม้อที่ตีผสม การเฝ้าพินิจดูน้ำหนักแพ็คหลังอบ คุณลักษณะผลิตภัณฑ์ การจัดเก็บข้อมูลการผลิต การประมวลผลข้อมูลการผลิต รวมทั้งสิ้น 19 กิจกรรม

หลังจากที่ได้ปรับปรุงและดำเนินการใช้ระบบควบคุมคุณภาพการผลิตแล้วนั้น รวมทั้งได้ทำการสร้างโปรแกรมวิเคราะห์ผลการผลิต Waste 1.0 ขึ้นมาใช้กับระบบเอกสารของระบบควบคุมคุณภาพที่ปรับปรุงขึ้น พบว่ามีปริมาณของเสีย 420 แพ็ค จากการผลิตทั้งสิ้น 28,424 แพ็ค คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเสียอยู่ที่ 1.48 เปอร์เซ็นต์

ศิริวดี เอื้ออรุณโชติ (2546 : บทคัดย่อ) การลดการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิต หัวอ่าน-เขียนสำหรับคอมพิวเตอร์โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า การวิจัยนี้เสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพโดยใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกม่าเพื่อปรับปรุงข้อบกพร่อง อันเนื่องมาจากคราบสกปรก (Contamination) ของกระบวนการผลิตหัวอ่าน-เขียนสำหรับคอมพิวเตอร์ ซึ่งก่อนการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีปริมาณของเสียเท่ากับ 245,153 DPPM ระบบการดำเนินการคุณภาพตามแนวทางของซิกซ์ ซิกม่า จะใช้หลักการควบคุมคุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญ ขั้นตอนตามวิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า 5 ขั้นตอน โดยเริ่มจากขั้นตอนการนิยามปัญหา (Define) ขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) ขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) ขั้นตอนการควบคุมกระบวนการผลิต (Control) ตามลำดับ

ในแต่ละขั้นของการสำรวจผลวิจัยสามารถระบุสาเหตุของปัญหาและทำการแก้ไขโดยใช้หลักการทางสถิติวิศวกรรม ซึ่งขั้นตอนเริ่มต้นของการศึกษาได้ทำการนิยามปัญหา ศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของระบบการวัด การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาทำโดยแผนภาพแสดงเหตุและผล และเชื่อมโยงเพื่อหาความรุนแรงของปัญหาด้วยวิธีการ FMEA หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์สาเหตุต่าง ๆ เหล่านี้ว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อกระบวนการผลิตหัวอ่าน-เขียน เมื่อสามารถระบุถึงสาเหตุของปัญหา ขั้นตอนต่อไปคือการปรับปรุงเพื่อลดสัดส่วนของเสียเนื่องจากคราบสกปรก (Contamination Defect Proportion) โดยใช้หลักการทางสถิติวิศวกรรมเพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลองเช่นเดียวกันสุดท้ายคือการจัดทำมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา จากข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการพบว่าสามารถที่จะลดความสูญเสียได้เป็นเงิน US\$8.091 โดยพิจารณาจากระยะเวลาระหว่างการ

ดำเนินการวิจัย ซึ่งคิดเป็น 53 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนของเสียที่ลดได้จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีปริมาณของเสียเท่ากับ 79,080 DPPM

วิทย์ วรรณวิจิตร (2547 : บทคัดย่อ) ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ โดยทำการศึกษาเฉพาะกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแม่พิมพ์ ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่ การรับคำสั่งซื้อและคำสั่งผลิตจากลูกค้า การผลิตแม่พิมพ์ ตลอดจนการใช้งานแม่พิมพ์ จากการศึกษาข้อมูลในโรงงานที่ใช้เป็นกรณีศึกษา พบว่าสภาพกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการออกแบบแม่พิมพ์ ได้แก่ ผลิตแม่พิมพ์ได้ล่าช้ากว่ากำหนด มีชิ้นส่วนประกอบแม่พิมพ์เสียในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ เมื่อนำแม่พิมพ์ไปใช้งาน มีการซ่อมแซมแม่พิมพ์ระหว่างการใช้งานเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นประกอบด้วย 4 สาเหตุ ได้แก่ การออกแบบแม่พิมพ์ผิดพลาด กระบวนการผลิตชิ้นส่วนประกอบแม่พิมพ์ไม่ถูกต้อง กระบวนการขึ้นรูปโลหะ ใช้แม่พิมพ์ไม่ถูกต้องเหมาะสม และแม่พิมพ์เสื่อมสภาพการใช้งาน

จากนั้นได้วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่องโดยใช้ผังก้างปลา ซึ่งได้ทำการประเมินและทำการจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่อง โดยประชุมทีมงานของโรงงานซึ่งประกอบไปด้วยผู้จัดการโรงงานและหัวหน้าแผนกต่างๆ ซึ่งนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) มาประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ได้คำนวณค่าความเสี่ยงชี้้นำ (RPN) เพื่อนำมาจัดลำดับความสำคัญของข้อบกพร่องในการแก้ไข ซึ่งได้ปรับปรุงแก้ไขได้แก่ (1) การปรับปรุงการประสานงานระหว่างแผนกที่เกี่ยวข้องกับลูกค้า (2) การปรับปรุงขั้นตอนการขึ้นชิ้นส่วนผลิตจากลูกค้า (3) การปรับปรุงขั้นตอนการตรวจสอบวัตถุดิบนำเข้า (4) การบ่งชี้ขั้นตอนการปฏิบัติในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ (5) การนำเทคนิค FMEA มาใช้ในกระบวนการผลิตแม่พิมพ์ (6) การกำหนดการบำรุงรักษาเครื่องมือและเครื่องจักร (7) การปรับปรุงขั้นตอนการซ่อมแซมแม่พิมพ์ที่ชำรุด (8) การแก้ไขข้อบกพร่องด้านการวัด (9) การกำหนดดัชนีวัดสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกแบบและผลิตแม่พิมพ์ (10) การอบรมและทำความเข้าใจกับพนักงาน และ (11) การแก้ไขการจัดเก็บแม่พิมพ์

ผลจากการแก้ไขปรับปรุง พบว่า จำนวนการผลิตแม่พิมพ์ล่าช้ามีค่าลดลง จาก 12.50 เปอร์เซ็นต์ ในหนึ่งเดือน ลดลงจนเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ จำนวนชิ้นส่วนประกอบแม่พิมพ์เสียในกระบวนการผลิตมีสัดส่วนลดลงจาก 7.69 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 2.73 เปอร์เซ็นต์ ในหนึ่งเดือนและภายในสองเดือนเหลือ 0.78 เปอร์เซ็นต์ และ 1.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จำนวนการซ่อมแซมแม่พิมพ์ระหว่างใช้งาน มีจำนวนลดลงเหลือ 2 ถึง 4 ครั้งในแต่ละเดือนและ ค่าความเสี่ยงชี้นำหลังการแก้ไขปรับปรุง พบว่ามีค่าลดลงโดยเฉลี่ย 55.19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเสี่ยงชี้นำก่อนปรับปรุง

ดังนั้น หลักการปรับปรุงกระบวนการผลิตดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นผลดีต่อองค์กร และสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นต่อไปได้อีก

วสันต์ นาคสุขมุต (2548 : บทคัดย่อ) กระบวนการผลิตในปัจจุบันยังมีโอกาสที่จะลดของเสียจากการผลิตจึงได้วิธีการปรับปรุงคุณภาพโดยการจัดการแบบซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ 1) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีซิกซ์ ซิกม่า ในการลดของเสียจากกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทต้มได้ เพื่อได้เทคนิคใหม่ในการควบคุมการผลิต 2) เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินของผลตอบแทนที่ได้รับในเชิงเศรษฐศาสตร์ภายหลังจากการควบคุมการผลิตโดยการใช้เทคนิคใหม่ในกระบวนการผลิต

วิธีการศึกษาทางด้านเทคนิคทำโดยการออกแบบการทดลอง เก็บตัวอย่างจากการผลิตในปัจจุบัน นำมาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูปมินิแทบ และความเป็นไปได้ทางการเงินโดยใช้ตัวชี้วัดที่สำคัญ คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน พร้อมทั้งวิเคราะห์ความแปรเปลี่ยนของปัจจัยที่มีผลต่อโครงการ

ผลการศึกษารูปได้ว่า มีความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิคในการควบคุมปัจจัยที่จะก่อให้เกิดปัญหาฟองอากาศที่เกิดขึ้นกับกระบวนการเคลือบฟิล์มหลังการปรับปรุงจากระดับของเสียที่เกิดขึ้น 3.02 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับปริมาณที่ส่งมอม ลดลงเป็น 0.60 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความสูญเสียได้ 6,032,116 บาทในปีที่หนึ่ง และมีความเป็นไปได้ทางการเงินคือมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 23.50 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 106.03 และอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 2.90 และเมื่อวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการยังคงมีความคุ้มค่าในการลงทุน และการวิเคราะห์ความแปรเปลี่ยนของปัจจัยด้านต้นทุนและผลประโยชน์ พบว่าปัจจัยต้นทุนสามารถเพิ่มขึ้นได้ถึงร้อยละ 190.01 และปัจจัยด้านผลตอบแทนสามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 65.52 ซึ่งปัจจัยด้านผลตอบแทนส่งผลกระทบต่อโครงการมากกว่าปัจจัยด้านต้นทุน

สุชาติ แซ่แต้ (2548 : บทคัดย่อ) การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตของกล่องลูกฟูกเพื่อปรับปรุงแรงเสียดทานของกล่องกระดาษลูกฟูกให้ดีขึ้นและลดการสูญเสียแรงเสียดทานให้น้อยที่สุด โดยใช้แนวทางของการออกแบบการทดลองอันเนื่องมาจากมีปัจจัยที่มีผลกระทบต่อแรงเสียดทานหลายปัจจัย จากประสบการณ์จึงได้เลือกปัญหาดังกล่าวมาทำการวิจัยในครั้งนี้ ดังนั้นจึงได้มีการนำหลักการทางสถิติและการออกแบบการทดลองมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพื่อศึกษาหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อแรงเสียดทาน (Friction) ของกล่องกระดาษลูกฟูก ซึ่งเป็นข้อกำหนดด้านผลิตภัณฑ์ของลูกค้าและหาเงื่อนไขที่เหมาะสมของปัจจัยดังกล่าวในการผลิตที่จะทำให้ค่าแรงเสียดทานดีขึ้นซึ่งเกิดขึ้นก่อนการ

ปรับปรุงมีปริมาณของเสียเกิดขึ้น 889×10^3 DPPM (Defect Part Per Million) และมีความสามารถของกระบวนการการผลิต (Cpk) เป็น (-0.51)

ขั้นตอนการวิจัยจะดำเนินตามขั้นตอนการออกแบบทดลอง ทั้ง 7 ขั้นตอน โดยเริ่มจากการนิยามปัญหาการนิยามปัญหาด้วยผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) การเลือกปัจจัยระดับและการเลือกตัวแปรตอบสนองคือแรงเสียดทาน การเลือกการออกแบบการทดลอง การดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ การสรุปผลและการทดสอบเพื่อยืนยันผลประกอบด้วย การทดสอบเพื่อยืนยันผลการทดลองและการควบคุมกระบวนการผลิตจริง

ผลลัพธ์ของการทดลอง พบว่า สามารถกำหนดค่าของระดับของแต่ละปัจจัยที่มีนัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่าแรงเสียดทาน (Friction) ของกล่องกระดาษลูกฟูกในกระบวนการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูก โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบ 2^{k-p} Fraction Factorial design Resolution IV ในขั้นตอนการปรับปรุงการผลิตแล้วนำไปวิเคราะห์หาระดับที่เหมาะสมของการปรับค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องนั้น เพื่อให้ได้ค่าแรงเสียดทาน (Friction) ของกล่องกระดาษลูกฟูกไม่ต่ำกว่าข้อกำหนดของลูกค้า คือ 26 องศา โดยการกำหนดระยะกคของ Print Roll Gap เท่ากับ 7 มม. ค่าน้ำยวานิช (Anti Slip) ประเภท B ความหนืดของหมึกพิมพ์ (Ink Viscosity) เท่ากับ 12.5 วินาที และระยะกคของ Feed Belt Gap เท่ากับ 8.5 มม. แล้วทำการทดสอบเพื่อยืนยันผลก่อนนำไปใช้การผลิตจริง จากนั้นทำการควบคุมปัจจัยที่สำคัญทั้งสี่ด้วยกระบวนการเชิงสถิติ

ผลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตพบว่า มีปริมาณของเสียเกิดขึ้นเพียง 11.20 DPPM และความสามารถของกระบวนการ (Cpk) มีค่าเท่ากับ 1.34

สุพัฒนพร เกษราพงศ์และคณะ (2550 : บทคัดย่อ) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการควบคุมคุณภาพในการลดของเสียที่เกิดจากระบบเติมหมึก โดยใช้หลักการซิกซ์ ซิกม่า ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ การกำหนดนิยามของปัญหา (Define) การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) และการควบคุมตัวแปร (Control) ขั้นตอนเริ่มต้นของการศึกษาได้ทำการศึกษาความแม่นยำและความถูกต้องของระบบการวัด การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยแผนภาพแสดงเหตุและผล หาความรุนแรงของปัญหาด้วย FMEA ทำการปรับปรุงเพื่อลดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นเพียง 80 เปอร์เซ็นต์แรกของสาเหตุทั้งหมด และจัดทำมาตรการควบคุมและป้องกันปัญหา หลังจากปรับปรุงคุณภาพพบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตในคลังหมึกรุ่น HPC6615A และ HP51645A จาก 73,276 PPM เป็น 33,245 PPM เมื่อเปรียบเทียบกับในระดับ σ สามารถปรับปรุงจาก 2.96 σ เป็น 3.18 σ คลังหมึกรุ่น HPC8728A และ HPC6657 จาก 146,667 PPM เป็น 87,819 PPM เมื่อเปรียบเทียบกับในระดับ σ สามารถปรับปรุงจาก 2.55 σ

เป็น 2.86°C และคลัทช์หมึกรุ่น HPC1823A HPC6625A และ HP6578A จาก 130,326 PPM เป็น 92,593 PPM เมื่อเปรียบเทียบในระดับ C สามารถปรับปรุงจาก 2.62°C เป็น 2.82°C

วสันต์ พุกผาสุข (2551 : บทคัดย่อ) งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและปรับปรุงคุณภาพผิวงานชุบโครเมียมโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า โดยมีเป้าหมาย คือ การลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นลง 70 เปอร์เซ็นต์ การดำเนินงานเริ่มจากขั้นตอนการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น โดยระบุถึงขอบเขตปัญหาที่จะทำการแก้ไข และกำหนดตัวชี้วัดการปรับปรุงกระบวนการ โดยอาศัยการวัดความสามารถกระบวนการ พบว่าการเกิดเม็ดหรือตามคบนผิวชิ้นงานเป็นเหตุทำให้เกิดของเสียมากที่สุด ขั้นตอนที่สองจะเป็นการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา โดยการสร้างแผนที่กระบวนการ ทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละงานในกระบวนการ จากนั้นจะทำการวิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหา โดยสร้างแผนภาพสาเหตุและผล ซึ่งจะนำมาเชื่อมโยงกับค่าระดับความเสี่ยงที่ได้จากการวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ เพื่อค้นหาสาเหตุที่น่าจะมีผลต่อปัญหามากที่สุด จากนั้นจะศึกษากระบวนการวัดของพนักงานตรวจสอบชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความถูกต้องในระบบการตรวจสอบ ขั้นตอนที่สามเป็นการวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลกระทบกับค่าความหยาบผิวชิ้นงานโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน และนำมาหาค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมในขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการ โดยเทคนิคการออกแบบการทดลองและการหาพื้นที่ตอบสนอง ขั้นตอนสุดท้ายจะดำเนินการควบคุมตัวแปรพบว่า ค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงจาก 146,195 PPM และทำให้ลดมูลค่าความสูญเสียจาก 774,714 เหลือ 128,648 บาทต่อเดือน โดยสามารถลดระดับการเกิดของเสียลง 82 เปอร์เซ็นต์ซึ่งบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกม่า เพื่อลดปริมาณของเสีย โดยการลดของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตก และหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไข ปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตก ซึ่งผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ กระบวนการพิมพ์ ของบริษัท ไทยเว็ลด์แวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษา

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มงานที่ผลิตจากกระบวนการพิมพ์ เครื่อง PT-001

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือทางสถิติของ ซิกม่า ได้แก่

1. แผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram)
2. แผนภาพกระบวนการ (Process Map)
3. แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram)
4. การระดมความคิด (Brainstorming)
5. ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix)
6. วิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode & Effect Analysis : FMEA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การทดสอบสมมติฐาน (Hypothesis Testing)

8. แผนภูมิควบคุม (Control Plan)

3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยการวิเคราะห์จากระบบการวัด ซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบข้อมูลการวัดจากระบวนการเพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อนำไปศึกษาต่อไป

การวิเคราะห์ระบบการวัด คือ เทคนิคที่ทำการศึกษาและประเมินความสามารถของระบบการวัดที่เกิดจากพนักงาน เครื่องมือวัด วิธีการที่ใช้ในการวัด หรือผลิตภัณฑ์ที่ถูกวัด ถึงแหล่งของความคลาดเคลื่อนในระบบการวัดว่ามีความผันแปรอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ การวิเคราะห์ระบบการวัดทำโดย วิเคราะห์ความถูกต้องของระบบการวัด และวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบการวัดแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการประเมินความสามารถของระบบการวัดเมื่อข้อมูลที่ได้มาจากการวัดหรือข้อมูลจากลักษณะเชิงผันแปร (Variable Characteristic) และวิธีการประเมินความสามารถของระบบการวัดเมื่อข้อมูลที่ได้มาจากการนับหรือข้อมูลจากคุณลักษณะเชิงคุณภาพ (Attribute Characteristic)

1. การประเมินความสามารถของกระบวนการวัดเมื่อข้อมูลที่ได้มาจากการวัด ซึ่งการประเมินความสามารถของกระบวนการวัดแบบนี้จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรก คือการประเมินความสามารถของระบบการวัดด้านความถูกต้อง (Accuracy) ซึ่งการวิเคราะห์นี้จะมุ่งพิจารณาในคุณสมบัติ 3 ประการคือ การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านค่าเฉลี่ยของระบบการวัด การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเสถียรภาพและการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงเส้นของระบบการวัด

ส่วนที่สอง คือการวิเคราะห์ความแม่นยำ (Precision) ของระบบการวัด ซึ่งในส่วนนี้ จะมุ่งพิจารณาในคุณสมบัติ 2 ประการคือ ความสามารถในการวัดซ้ำภายในเงื่อนไขเดียวกันหรือ รีพีทาทิลิตี (Repeatability) ซึ่งถือว่าเป็นความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม (Random Error) ของระบบการวัด และความสามารถในการวัดซ้ำต่างเงื่อนไขหรือรีโพรดิวซิเบิลิตี (Reproducibility) ซึ่งถือว่าเป็นความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic Error) ของระบบการวัด

2. การประเมินความสามารถของระบบการวัดเมื่อข้อมูลที่ได้มาจากการนับ เป็นการประเมิน โดยการเปรียบเทียบชิ้นงานที่ทำการตรวจกับพิคัดของข้อกำหนดเฉพาะซึ่งทำให้สามารถประเมินผลของข้อมูลออกมาเป็นที่ยอมรับและปฏิเสธ หรือ ผ่านและไม่ผ่าน จึงไม่สามารถประเมินผลได้ว่าคุณภาพของงานที่ตรวจสอบได้นั้นดีหรือไม่คืออย่างไร การประเมินผลจะพิจารณา

จากค่าดัชนี 2 ค่า คือ ดัชนีรีพีทาทิวิตีของพนักงานตรวจวัดและดัชนีความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจวัด รวมถึงประสิทธิผลของค่าดัชนีทั้ง 2 ด้วย

การศึกษาความสามารถของระบบการวัดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีได้แก่ วิธีการประเมินผลในระยะยาว (Long Method) และ วิธีการประเมินผลในระยะสั้น (Short Method) ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการวัดระยะสั้นซึ่งนำมาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้

โดยที่วิธีการประเมินผลในระยะสั้น (Short Method) จะอาศัยการจำแนกชิ้นตัวอย่างงานที่มีทั้งลักษณะดี ไม่ดีและก้ำกึ่ง (Marginal) ในจำนวนที่เหมาะสม แล้วให้พนักงานที่สุ่มมาหรือกำหนดไว้ล่วงหน้าทำการตรวจสอบ เพื่อจำแนกผลการตรวจสอบเป็นผ่านและไม่ผ่าน จากนั้นจะพิจารณาว่าผลการตรวจสอบซ้ำมีคุณภาพตรงกับคุณภาพแท้จริงของสิ่งตัวอย่างงานหรือไม่

ซึ่งในการตรวจสอบจะบอกถึง ความถูกต้องในการตรวจสอบและทำการประเมินผลในรูปของความมีประสิทธิผลของการตรวจสอบ ในการแยกแยะงานไม่ดีออกจากงานที่ดี ในที่นี้จะขอกล่าวรายละเอียดถึงขั้นตอนวิธีการประเมินผลในระยะสั้น เนื่องจากเป็นวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลที่ลักษณะมีคุณภาพดี และไม่ดี

ขั้นตอนการประเมินผลระบบการตรวจสอบในระยะสั้น

1. เลือกสิ่งตัวอย่างในกระบวนการผลิต 30 ชิ้น ซึ่งสิ่งตัวอย่างเหล่านั้นจะต้องประกอบไปด้วย สิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี และไม่ดีในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

2. เลือกพนักงานพิมพ์ จำนวนทั้งสิ้น 3 คน เพื่อแยกแยะสิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี และไม่ดี เพื่อใช้เป็นมาตรฐาน

3. เลือกชิ้นงานในกระบวนการผลิตและสุ่มจำนวนทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง โดยที่ชิ้นงานเหล่านั้นต้องผ่านการแยกแยะจากพนักงานที่มีทักษะ และผ่านการฝึกอบรมเป็นอย่างดีแล้ว

4. ทำการศึกษาพนักงานทีละคน โดยที่ทำการตรวจชิ้นงานที่ได้เตรียมไว้ และที่สำคัญการวัดสิ่งตัวอย่างจะต้องเป็นแบบสุ่ม และให้พนักงานประเมินผลสิ่งตัวอย่างนั้น ๆ ว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจวัดลงในแบบฟอร์ม ในการตรวจวัดของพนักงานแต่ละคน จะต้องทำซ้ำ 2 ครั้ง พร้อมทั้งบันทึกผลลัพธ์ลงในแบบฟอร์ม ทำเช่นเดียวกันนี้กับพนักงานทุกคน จนครบ 3 คน

5. บันทึกค่าลงในแบบฟอร์มเพื่อทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด ซึ่งการคำนวณค่าต่าง ๆ แสดงดังสมการ (3.1) ถึง (3.4) ต่อไปนี้

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (3.1)$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (3.2)$$

$$\% \text{ ประสิทธิภาพด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (3.3)$$

$$\% \text{ ประสิทธิภาพด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้ถูกต้องเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} \quad (3.4)$$

6. ดำเนินการตัดสินใจจากผลการวิเคราะห์ หากค่า % Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ (% Appraiser Score) ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วให้ทำการอบรมพนักงานใหม่ รวมถึงการประเมินผลพนักงานใหม่เพื่อปรับปรุง % Repeatability ให้ดีขึ้น และถ้า % ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ (% Attribute Score) มีค่าไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจะต้องปรับปรุงวิธีการตรวจสอบใหม่หรือมีฉะนั้นจะต้องกำหนดให้ชิ้นงานได้รับการตรวจสอบโดยผู้ชำนาญการเฉพาะเท่านั้น

สำหรับ % ประสิทธิภาพด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ (% Screen Effective Score) และ % ประสิทธิภาพด้านความลำเอียงของการตรวจสอบ (% Attribute Screen Effective Score) ถ้าหากมีค่าไม่ผ่านเกณฑ์กำหนดแล้วมีความจำเป็นต้องค้นหาสาเหตุจากดัชนีข้างต้น แล้วต้องทำการแก้ไขให้ถูกต้อง

โดยสรุปการวิเคราะห์ระบบการวัด จะเป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงสถิติการวัดจากค่าที่ได้เพื่อแยกแหล่งความผันแปรออกมา เป็นชิ้นงาน (Part-to-Part Variation: IV) พนักงานวัด (Appraiser Variation: AV) ความผันแปรร่วม (Interaction Variation: IV) และแหล่งผันแปรอื่นๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้โดยธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติมักจะมีแหล่งความผันแปรหลักๆ มาจากอุปกรณ์วัด (Equipment Variation: EV) ทั้งนี้การวิเคราะห์ระบบการวัดนี้จะอยู่ภายใต้ค่าที่ได้จากการประเมินผลระบบการวัด (Measurement System Evaluation: MSE)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้หลักการการจัดการคุณภาพแบบ ชิกซ์ ซิกม่า ประกอบไปด้วยขั้นตอนหลักๆ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา (Define Phase)
2. การวัด (Measure Phase)
3. การวิเคราะห์ (Analyze Phase)

4. การปรับปรุง (Improve Phase)

5. การควบคุม (Control Phase)

ในการประเมินผลการปรับปรุงมีดัชนีตัวชี้วัดความสำเร็จ (Key Performance Indicator) ที่ใช้ในการวัดการลดปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตก มีดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ของเสีย = $\frac{\text{เมตงานที่พบปัญหา (เมตร)}}{\text{จำนวนเมตรที่ป้อนเข้า (เมตร)}} \times 100$
2. จำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้า

3.4.1 รายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.4.1.1 การระบุปัญหา (Define Phase)

ถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่การกำหนดจุดเริ่มต้นและทิศทางของการวิจัย (Define Phase) ตามวิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการพิมพ์ เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตก และเพื่อหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตก โดยใช้แนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า
2. เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์
3. กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อลดปริมาณของเสียและปรับปรุงในกระบวนการผลิตของกระบวนการพิมพ์ โดยการลดของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตก โดยใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกม่า
4. ระบุขอบเขตของงานวิจัยโดยใช้การเขียนแผนภาพกระบวนการ (Process Map)
5. กำหนดระยะเวลาในการทำการวิจัย
6. กำหนดทีมงานดำเนินงาน ซึ่งในการกำหนดทีมงานการดำเนินงานที่คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในส่วนของกระบวนการที่เลือกทำการปรับปรุงเพื่อช่วยในการสนับสนุนการทดลองและระดมความคิดด้วยเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ซึ่งทีมงานดำเนินงานในงานวิจัยประกอบไปด้วยบุคคลที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของบริษัทที่เป็นกรณีศึกษา รวมทั้งหมด 16 คน ดังนี้

- | | |
|--|------------|
| - ผู้จัดการแผนกพิมพ์ (Printing Manager) | จำนวน 1 คน |
| - หัวหน้าแผนกพิมพ์ (Printing Supervisor) | จำนวน 3 คน |
| - วิศวกรแผนกพิมพ์ (Printing Engineer) | จำนวน 1 คน |
| - วิศวกรแผนกประกันคุณภาพ (QA Engineer) | จำนวน 1 คน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หัวหน้าแผนกหมึกพิมพ์ จำนวน 1 คน
- หัวหน้าเครื่องพิมพ์ จำนวน 3 คน
- พนักงานแผนกพิมพ์ จำนวน 6 คน

โดยการระดมความคิด (Brainstorming) จะใช้เพื่อแจกแจงสาเหตุและผลกระทบของกระบวนการที่เลือก

3.4.1.2 การวัด (Measure Phase)

หลังจากขั้นตอนการระบุปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาแล้ว ในขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหานี้ จะเป็นขั้นตอนเพื่อศึกษาถึงแหล่งที่มาที่เป็นสาเหตุของปัญหาด้วยการใช้เครื่องมือทางสถิติต่าง ๆ ช่วยในการศึกษาโดยจะเริ่มจากการศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดของกระบวนการผลิตในทุก ๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษา แสดงกระบวนการผลิตโดยใช้แผนภาพกระบวนการ (Process Map) และทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (Gauge R&R) ที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อที่จะประกันความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวัดก่อนทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา

จากนั้นจะทำการทดลองเบื้องต้นเพื่อที่จะลดขอบเขตของแหล่งที่มาของปัญหาที่ทำการพิจารณาและนำผลลัพธ์จากการทดลองดังกล่าวมาศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยการระดมความคิดเห็นจากกลุ่มสมาชิกที่ได้คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ และปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ และทำการคัดเลือกปัจจัยต่าง ๆ ที่คาดว่าจะมีผลกระทบในลำดับต้น ๆ ต่อกระบวนการผลิตดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ขั้นตอนต่อไป

3.4.1.3 การวิเคราะห์ (Analyze Phase)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการระดมความคิดจากสมาชิกในทีม เพื่อค้นหาสาเหตุที่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุดระบุจากแผนภาพกระบวนการ (Process Map) ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ทำการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการผลิต ในกระบวนการพิมพ์
2. ระดมความคิดเพื่อระบุปัจจัยที่เป็นไปที่มีผลกระทบต่ออาการเกิดปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ซึ่งเครื่องมือที่จะนำมาประยุกต์ใช้ช่วยในการพิจารณาคือแผนภาพกระบวนการ (Process Map) ในการระดมความคิดนี้จะทำโดยสมาชิกในทีมทำการระดมความคิดโดยอิสระ เพราะในขั้นตอนนี้ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้คือจำนวนปัจจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยผลการระดมความคิด นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาใส่ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ในที่นี้กำหนดให้อัตราความสำคัญเท่ากับ 10 เนื่องจากเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการเพียงข้อเดียว
3. ให้กลุ่มสมาชิกทำการลงคะแนนความสำคัญให้กับทุกปัจจัยที่ได้ ซึ่งจะให้คะแนนในช่วง 1 ถึง 10 คะแนน โดยแต่ละคนจะให้คะแนนของตัวเองจนครบทุกปัจจัย

ผู้วิจัยทำการรวบรวมคะแนน พร้อมทั้งทำการคูณค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยในแต่ละสมาชิกด้วยอัตราความสำคัญที่มีต่อลูกค้าเท่ากับ 10 จากนั้นทำการรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดในแต่ละปัจจัยและทำการสรุปคะแนนในตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix)

4. ในตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix) และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยโดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อยด้วยแผนภูมิพารेटโต

5. หลังจากที่ได้พิจารณาเลือกปัจจัยที่สำคัญจากการพิจารณาด้วยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์สาเหตุผล (Cause & Effect Matrix) แล้วในขั้นตอนนี้จะนำปัจจัยเหล่านั้นมาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) เพื่อที่จะศึกษาถึงลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้พร้อมกับพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นโดยเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาจะคำนึงการให้คะแนนของ Risk Priority Number (RPN) ให้กับแต่ละปัญหา

การคำนวณค่า RPN ได้มาจากผลคูณค่าพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ S, O และ D ดังสมการ (3.5)

$$RPN = S \times O \times D \quad (3.5)$$

S = Severity คือ ระดับความรุนแรงของผลกระทบ

O = Occurrence คือ โอกาสที่เกิดขึ้น

D = Detection คือ ระดับความสามารถในการตรวจจับ

ค่า S, O และ D นิยมใช้เป็นเลขจำนวนเต็มมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งมาจาก $1 \times 1 \times 1$ หมายความว่าความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก และสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์

ในขณะที่ค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1,000 ซึ่งมาจาก $10 \times 10 \times 10$ หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีมากความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมาก และความสามารถในการตรวจจับปัญหามีต่ำมาก

ในการให้คะแนนของทั้ง 3 พารามิเตอร์นั้นจะทำการวิเคราะห์และให้คะแนนโดยการระดมความคิดของทีมงานซึ่งมีผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหลาย ๆ ฝ่ายเพื่อที่จะทำการถ่วงดุลให้เหลือเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญต่อปัญหา จากนั้นใช้แผนภูมิพารेटโตเพื่อจัดลำดับความสำคัญก่อนที่จะนำไปทำการทดสอบสมมุติฐานในขั้นตอนของการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาต่อไป

3.4.1.4 การปรับปรุง (Improve Phase)

1. ทำการรวบรวมแนวทางการแก้ไขปัญหาจากทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และจากการระดมสมองของทีมงานดำเนินงาน จากนั้นจึงทำการสรุปผลแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละหัวข้อปัญหา
2. ดำเนินการทดลองใช้แนวทางการปรับปรุงแก้ไขจากข้อ 1 และทำการวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

3.4.1.5 การควบคุม (Control Phase)

1. จัดประชุมทีมงานดำเนินงาน เพื่อสรุปผลของการนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขไปใช้ และควบคุมไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้น
2. กำหนดเป็นแผนควบคุม (Control Plan)
3. กำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงาน (Procedure, Work Instruction)
4. เก็บข้อมูลหลังการปรับปรุง
5. สรุปผลการปรับปรุงที่ได้โดยพิจารณาจากระดับของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้า

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้หลักการทางสถิติซึ่งมีแนวทางการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อมูลที่ได้มา และหาความแปรปรวนของกระบวนการ เพื่อหาวิธีควบคุม ตามแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า (สิทธิศักดิ์ พฤษย์ปิติกุล . 2548 : 16) ได้แก่

3.5.1 การระบุปัญหา (Define Phase) ดังนี้

การวิจัยครั้งนี้เลือกของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ 2 ปัญหาคือ พิมพ์เหลื่อมและสีลาก นับเป็นของเสียที่มีปริมาณมากและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้ามากที่สุดสำหรับกระบวนการพิมพ์ ดังนั้นหากมีการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ขึ้นก็จะส่งผลในการลดความสูญเสียสำหรับกระบวนการพิมพ์และเพื่อความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าด้วย โดยพิจารณาจากอัตราส่วนร้อยละ และ แผนภูมิพารโด

3.5.2 การวัด (Measure Phase)

วิเคราะห์ปัจจัยหรือตัวแปรที่ทำให้เกิดปัญหาพิมพ์เหลื่อมและสีลากโดยการสร้างแผนภาพกระบวนการ (Process Map) เพื่อค้นหาตัวแปรที่ทำให้เกิดปัญหา และ ทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด (Gauge R&R)ที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยการทดสอบระบบการวัดแบบข้อมูลนับ

3.5.3 การวิเคราะห์ (Analyze Phase)

จากแผนภาพกระบวนการ (Process Map) ในขั้นตอนการวัด นำมาทำการระดมความคิดเพื่อหาปัจจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมด และทำการสรุปคะแนนในตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix) ทำการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยโดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อยด้วยแผนภูมิพารето หลังจากนั้นพิจารณาเลือกปัจจัยที่สำคัญจากการพิจารณาด้วยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์สาเหตุผล นำปัจจัยเหล่านั้นมาวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) เพื่อที่จะศึกษาถึงลักษณะของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ พร้อมกับพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้น

3.5.4 การปรับปรุง (Improve Phase)

นำข้อมูลจากการที่วิเคราะห์หาสาเหตุแล้วมาทำการแก้ไขปัญหา

3.5.5 การควบคุม (Control Phase)

ทำการควบคุมปัจจัยนำเข้าที่สำคัญ เพื่อควบคุมไม่ให้เกิดของเสียและกำหนดเป็นมาตรฐานในการทำงาน (Procedure, Work Instruction)

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ

3.6.1 ค่าอัตราส่วนร้อยละ ใช้วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ของเสีย การคำนวณได้จากสูตร

$$\text{ร้อยละของเสีย} = \frac{\text{เมตงานที่พบปัญหา (เมตร)}}{\text{จำนวนเมตรที่ป้อนเข้า (เมตร)}} \times 100 \quad (3.6)$$

3.6.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ ANOVA คือเทคนิคที่ใช้ในการจัดสรรความผันแปรที่เกิดขึ้นในข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ ตามแหล่งที่คาดว่าทำให้เกิดความผันแปร ด้วยแนวคิดที่ว่าความแตกต่างของข้อมูลไม่น่าจะมาจากสาเหตุของความผันแปรธรรมชาติ (ความผิดพลาดแบบสุ่ม) เพียงอย่างเดียว น่าจะมาจากปัจจัยอื่นๆ ด้วย โดยปัจจัยที่คาดว่ามีส่วนต่อความผันแปรข้อมูลถือเป็นตัวแปรอิสระและมีผลต่อตัวแปรตาม ตัวแปรอิสระมักมีหลายระดับ ดังนั้นแต่ละระดับก็มีผลต่อตัวแปรตามไม่เหมือนกัน จึงต้องทำการทดลองโดยแยกตัวแปรอิสระที่ระดับต่างๆ เพื่อหาตัวแปรตามที่เกิดขึ้นจากการทดลองนั้นๆ แล้วทำการวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นว่ามีนัยสำคัญหรือไม่เมื่อเทียบกับความผันแปรธรรมชาติของตัวแปรตาม สามารถเขียนสมการความผันแปรของข้อมูลได้ดังนี้

ความผันแปรทั้งหมด = ความผันแปรเนื่องจากปัจจัย + ความผันแปร โดยธรรมชาติของข้อมูล
เขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$SS_T = SS_{Tr} + SS_E \quad (3.7)$$

โดยที่ SS_T คือ ผลบวกกำลังสองทั้งหมด
 SS_{Tr} คือ ผลบวกกำลังสองเนื่องจากอิทธิพลปัจจัย
 SS_E คือ ผลบวกกำลังสองเนื่องจากความผิดพลาดแบบสุ่ม

การวัดความผันแปรข้อมูลจะใช้ตัวประมาณค่าความผันแปร คือ ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสอง ซึ่งหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$MS = SS/DF \quad (3.8)$$

โดยที่ MS คือ ค่าความแปรปรวนของสิ่งตัวอย่าง (Mean Square)
 SS คือ ผลบวกกำลังสอง (Sum of Square)
 DF คือ ชั้นของค่าความอิสระ (Degree of Freedom)

ค่าทดสอบทางสถิติ (Test Statistic) ที่นำมาใช้เปรียบเทียบค่าความผันแปร คือ F คำนวณจากสูตรดังนี้

$$F = MS_{Tr} / MS_E \quad (3.9)$$

โดยที่ MS_{Tr} คือ ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของปัจจัย
 MS_E คือ ค่าเฉลี่ยผลบวกกำลังสองของความผิดพลาดแบบสุ่ม

จากนั้นนำค่า F ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานเทียบต่อหน่วยของข้อมูล ทำการประมาณช่วงความผันแปรเนื่องจากสาเหตุธรรมชาติด้านรีโพรดิวซิบิลิตีของกระบวนการ โดยเทียบกับค่า F_{α, v_1, v_2} ภายใต้ค่าความน่าจะเป็นที่ต้องการ ซึ่งเปิดได้จากตาราง การตีความหมาย

ถ้าค่า $F \leq F_{\alpha, v_1, v_2}$ จะยอมรับ H_0

แต่ถ้า $F > F_{\alpha, v_1, v_2}$ จะปฏิเสธ H_0

ในปัจจุบันมี โปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วยในการคำนวณตาราง ANOVA และจะคำนวณค่า P-Value ทำให้มีความสะดวกขึ้น โดยค่า P-value คือ ความน่าจะเป็นที่ค่าทดสอบสถิติ (F) จะมีความเป็นอย่างน้อยที่จะทำให้นี้มีค่ามากเท่ากับค่าสังเกตในทางสถิติ ดังนั้นจึงใช้ค่า P-value แสดงถึงน้ำหนักของหลักฐานที่จะใช้ในการปฏิเสธ H_0 ถ้ามีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α)

3.6.3 การวิเคราะห์โดยวิธี t-test

การวิเคราะห์โดยวิธี t-test ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรต้น 2 กลุ่ม (Independent t-test) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540 :162-163) โดยใช้ทดสอบสมมติฐานดังต่อไปนี้

1. สมมติฐานสถิติที่ใช้ทดสอบ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ 1 และ 2 แตกต่างกัน

2. สถิติที่ใช้ทดสอบ

กรณีที่ 1 เมื่อ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (3.10)$$

เมื่อ
$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (3.11)$$

$$S_i^2 = \frac{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n_i - 1} \quad (3.12)$$

กรณีที่ 2 เมื่อ $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}} \quad (3.13)$$

โดยมี
$$df, v = \frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[\frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}} \quad (3.14)$$

4. การตัดสินใจ

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ = α

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับค่า t จากตาราง ที่ $df = n_1 + n_2 - 2$ หรือ v หรือ ถ้าโปรแกรมให้ค่า p-value ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มตัวอย่างที่จะมีค่า t มากกว่าค่า t ที่คำนวณได้ ถ้าค่า p-value มีค่าน้อยกว่า α จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_1 นั่นคือยอมรับว่า $\mu_1 \neq \mu_2$ หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ 1 และ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเมื่อเปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ $df = n_1 + n_2 - 2$ หรือ V แล้วแต่กรณี หรือถ้ามีค่า p -value มากกว่าหรือเท่ากับ α จะยอมรับ H_0 นั่นคือยอมรับว่า $\mu_1 = \mu_2$ หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกัน

$$\text{การทดสอบ } \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

การที่จะเลือกใช้สูตรกรณีที่ 1 หรือ 2 นั้น จำเป็นต้องทดสอบว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ หรือไม่ โดยทำการทดสอบโดยใช้ F-test ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

สมมติฐานสถิติ

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

สถิติที่ใช้ทดสอบ

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \text{ เมื่อ } S_1 > S_2, \quad df = (n_1 - 1), (n_2 - 1) \quad (3.15)$$

$$\text{หรือ } F = \frac{S_2^2}{S_1^2} \text{ เมื่อ } S_2 > S_1, \quad df = (n_2 - 1), (n_1 - 1) \quad (3.16)$$

การตัดสินใจ

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $= \alpha$

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับค่า F จากตารางที่ $df = (n_1 - 1), (n_2 - 1)$ หรือ $df = (n_2 - 1), (n_1 - 1)$ แล้วแต่กรณี จะปฏิเสธ H_0 ยอมรับ H_a นั่นคือยอมรับว่า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับเมื่อเทียบกับค่า F จากตารางที่ $df = (n_1 - 1), (n_2 - 1)$ หรือ $df = (n_2 - 1), (n_1 - 1)$ แล้วแต่กรณี จะยอมรับ H_0 นั่นคือยอมรับว่า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

3.6.4 การทดลองแบบแฟกทอเรียล (Factorial Experiment)

การออกแบบการทดลองแบบแฟกทอเรียลใช้กันมากในการทดลองที่ต้องการศึกษาถึงผลของปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป และผลของอิทธิพลร่วมของปัจจัยต่างๆ จึงเป็นการทดลองที่ให้สารสนเทศครบและเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบการทดลองขั้นสูงต่อไป ซึ่งการออกแบบการทดลองแบบนี้เรียกว่า 2^k แฟกทอเรียล (สองกำลังแฟกทอเรียล) ซึ่งเลข 2 หมายถึง จำนวนระดับ (Level) อักษร k หมายถึง จำนวนปัจจัย (Factor) การทดลองแบบ 2^k แฟกทอเรียล เป็น

การทดลองที่มีจำนวนของปัจจัยจำนวนมากได้ แต่จำนวนของระดับที่ใช้ในการทดลองนั้นมีเพียง 2 ระดับเท่านั้นในทุกๆ ปัจจัยที่ทำการศึกษา

ในกรณีที่มียปัจจัยอยู่เป็นจำนวนมากสิ่งสำคัญ คือ ผลของอิทธิพลร่วมของปัจจัยต่างๆ ซึ่งถ้าละเอียดหรือไม่สนใจแล้วอาจทำให้การตีความหมายผิดพลาดไปได้ แต่การที่ต้องการรู้ถึงผลของปัจจัยจำนวนมากนั้นเป็นเหตุให้การทดลองมีขนาดใหญ่มากขึ้น ซึ่งบางครั้งอาจไปกระทบกับต้นทุนการผลิต จึงต้องมีการออกแบบเพื่อกรองปัจจัย (Screening Design) ต่างๆ ที่สงสัยออกไปก่อน ให้เหลือเฉพาะปัจจัยที่มีผลจริงๆ

3.6.4 การทดสอบสมมติฐาน

สิทธศักดิ์ พุทธิพิทักษ์ (2548 : 16) กล่าวว่า สมมติฐาน คือ ความเชื่อของบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่คาดว่าสิ่งนั้นจะเกิดขึ้น ความเชื่อนั้นอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ สมมติฐานสามารถแบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่

- สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) คือ สมมติฐานที่เชื่อว่าเป็นสภาวะที่เกิดขึ้นจริงและต้องทำการทดสอบเพื่อที่จะปฏิเสธสมมติฐานนี้
- สมมติฐานรอง (Alternative Hypothesis: H_1) คือ สมมติฐานที่ตั้งขึ้นมาเพื่อแย้งกับความเชื่อ

การพิสูจน์ว่าสมมติฐานนั้นเป็นจริงหรือไม่จะใช้วิธีการการทดสอบ เรียกว่า การทดสอบสมมติฐาน (Test of Hypothesis) เป็นกระบวนการตัดสินใจเพื่อยืนยันความเชื่ออย่างใดอย่างหนึ่งเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่อธิบายสภาวะที่เกิดขึ้นจริง และเรียกข้อความที่แสดงถึงการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรสุ่มที่หมายถึงสภาวะที่เกิดขึ้นจริงว่าสมมติฐานเชิงสถิติ (Statistical Hypothesis) การตัดสินใจแบบทดสอบสมมติฐานนี้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้ 2 ชนิด คือ

- ความผิดพลาดแบบที่ 1 (Type I Error) การปฏิเสธสมมติฐานหลักทั้งที่ในความเป็นจริงสมมติฐานหลักถูกต้องอยู่แล้ว ทางสถิติเรียกว่าระดับนัยสำคัญ (Significant Level) แทนด้วยสัญลักษณ์ α
- ความผิดพลาดแบบที่ 2 (Type II Error): การไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักทั้งที่ในความเป็นจริงสมมติฐานหลักไม่ถูกต้อง แทนด้วยสัญลักษณ์ β

ในการทดสอบสมมติฐานนั้นต้องออกแบบวิธีการตัดสินใจให้มีระดับนัยสำคัญคงที่และมีค่าต่ำๆ เช่น 0.05 หรือ 0.1 และให้อำนาจในการทดสอบมีค่าสูงที่สุด เพื่อให้การตัดสินใจเลือก H_1 มีเหตุผลรองรับที่ชัดเจนจริงๆ เรียกว่าการตัดสินใจแบบยืนยัน (Strong Conclusion) การตัดสินใจโดยการทดสอบสมมติฐานสามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ตั้งสมมติฐานตามสิ่งที่ต้องการทดสอบ

2. กำหนดวิธีการตัดสินใจ ด้วยการพิจารณาถึงตัวสถิติสำหรับการทดสอบพารามิเตอร์ รวมถึงการแจกแจงของตัวสถิติดังกล่าวซึ่งอธิบายขนาดความผันแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ ระหว่างเงื่อนไขของการทดลอง (Reproducibility) และกำหนดช่วงการปฏิเสธและการยอมรับ ภายใต้ค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด

3. ออกแบบการทดลอง ด้วยการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยให้อำนาจในการทดสอบอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

4. ดำเนินการทดลองตามทีออกแบบไว้

5. ตัดสินใจตามวิธีการตัดสินใจที่กำหนดไว้ โดยหากข้อมูลอยู่ในช่วงการยอมรับให้สรุปว่าไม่มีเหตุผลในการปฏิเสธสมมุติฐานเนื่องจากข้อมูลอยู่ในช่วงความผันแปรที่เกิดจากสาเหตุธรรมชาติ แต่หากข้อมูลอยู่ในช่วงการปฏิเสธให้ทำการปฏิเสธสมมุติฐาน

3.6.5 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE)

ในการตัดสินใจทางวิศวกรรมในบางครั้งนั้น ข้อมูลที่จะนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์และทำการตัดสินใจอาจจะเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถเก็บมาจากการปฏิบัติงานในสภาวะจริงได้ เนื่องจากข้อมูลเหล่านั้นไม่มีสารสนเทศเพียงพอที่จะนำมาใช้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถรวบรวมสารสนเทศที่ผู้ตัดสินใจต้องการใช้ในการวิเคราะห์ ก่อนที่ทำการทดลองจำเป็นที่จะต้องวางแผนการทดลองให้ดีเสียก่อนเพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อการวิเคราะห์ที่ผิดพลาดได้ และการออกแบบการทดลองต้องคำนึงถึงหลักการสำคัญในการออกแบบการทดลองซึ่งมี 3 ประการคือ

- หลักการสุ่ม (Randomization) วัตถุประสงค์เพื่อทำการเฉลี่ยออก (Balance Out) ของอิทธิพลแทรกซ้อน (Noise Effect) ต่างๆ ที่มีต่อข้อมูล โดยแต่ละเงื่อนไขของการทดลองจะมีโอกาสที่จะได้รับการเลือกทำการทดลองก่อนหรือหลังที่เท่าเทียมกัน

- หลักการซ้ำ (Replication) วัตถุประสงค์เพื่อการกำจัดออก (Average Out) ซึ่งอิทธิพลแทรกซ้อนต่างๆ ที่มีในข้อมูล ซึ่งการทำซ้ำจะสะท้อนถึงแหล่งความผันแปรระหว่างการทดลอง (Between Condition) และความผันแปรในการทดลอง (Within Condition) โดยวิธีการทำซ้ำนั้นจะทำการทดลองซ้ำภายใต้เงื่อนไขเดียวกันแต่ไม่ใช่การวัดซ้ำในหนึ่งการทดลอง (Repeat)

- หลักการบล็อก (Blocking) วัตถุประสงค์เพื่อลดอิทธิพลแทรกซ้อนออกไปเพื่อสร้างความแม่นยำในข้อมูลให้มากขึ้น

นอกจากหลักการออกแบบการทดลองที่จำเป็นแล้ว จะต้องมีขั้นตอนที่ถูกต้องในการออกแบบการทดลอง เพื่อให้การทดลองมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.6.4 แผนภูมิควบคุม

แผนภูมิหรือกราฟที่จัดทำขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยข้อมูลจากขอบเขตที่กำหนด (Specification) ที่ระบุคุณสมบัติทางคุณภาพข้อใดข้อหนึ่งของชิ้นงานที่ดำเนินการผลิตและจะต้องควบคุม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการติดตามผลการผลิตจากกระบวนการผลิต ขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง โดยการตรวจวัดคุณภาพของชิ้นงาน ซึ่งในการวัดข้อมูลอาจจะอยู่ในลักษณะ 2 แบบ คือ ข้อมูลที่ได้จากการวัด (Variable Data) และข้อมูลที่ได้จากการนับ (Attribute Data) จากนั้นเขียนบันทึกลงในแผนภูมินั้น ๆ ซึ่งโดยปกติจะมีเส้นควบคุม 3 เส้น ได้แก่ เส้นขอบเขตกลางคือ เส้นที่แสดงขนาดหรือจำนวนที่เป็นข้อกำหนดหรือเป้าหมายในการผลิต เส้นขอบเขตควบคุมบนและเส้นขอบเขตควบคุมล่างเป็นค่าที่อนุญาตให้มีความคลาดเคลื่อนในการผลิตเกิดขึ้นได้ และหากอยู่บนขอบเขตนี้ก็คือว่าผลการผลิตยอมรับได้ แต่หากว่าค่าที่ได้อยู่นอกเหนือขอบเขตควบคุม (ไม่ว่าในทางมากกว่าหรือต่ำกว่า) ถือว่าการผลิตในขณะนั้นยอมรับไม่ได้จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องโดยทันที



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ไปปฏิบัติใช้เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก และเพื่อศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก โดยใช้แนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 4.1 การระบุปัญหา (Define Phase)
- 4.2 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measure Phase)
- 4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)
- 4.4 การปรับปรุง (Improve Phase)
- 4.5 การควบคุม (Control Phase)

4.1 การระบุปัญหา (Define Phase)

ขั้นตอนการระบุปัญหา ถือว่าเป็นขั้นตอนแรกที่จะนำไปสู่การกำหนดจุดเริ่มต้นและทิศทางของการวิจัย (Define Phase) ตามวิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการพิมพ์ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ไปปฏิบัติใช้เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก และเพื่อศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก โดยมีรายละเอียดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

4.1.1 การกำหนดทีมงานดำเนินงาน

ในการกำหนดทีมงานดำเนินงานที่คัดเลือกจากผู้ที่มีความรู้ ความชำนาญในส่วนของกระบวนการที่เลือกทำการปรับปรุงเพื่อช่วยในการสนับสนุนการทดลองและระดมความคิดด้วยเครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายซึ่งทีมงานดำเนินงานประกอบไปด้วยบุคคลที่มาจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจำนวนทั้งหมด 16 คน ดังนี้

- ผู้จัดการแผนกพิมพ์ (Printing Manager) จำนวน 1 คน
- หัวหน้าแผนกพิมพ์ (Printing Supervisor) จำนวน 3 คน
- วิศวกรแผนกพิมพ์ (Printing Engineer) จำนวน 1 คน
- วิศวกรแผนกประกันคุณภาพ (QA Engineer) จำนวน 1 คน
- หัวหน้าแผนกหมึกพิมพ์ จำนวน 1 คน
- หัวหน้าเครื่องพิมพ์ จำนวน 3 คน และพนักงานแผนกพิมพ์ จำนวน 6 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การศึกษากระบวนการผลิต

การเขียนแผนผังกระบวนการ (SIPOC Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 4.1 จะสามารถช่วยให้มองเห็นภาพรวมและกำหนดขอบเขตของการวิจัยได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

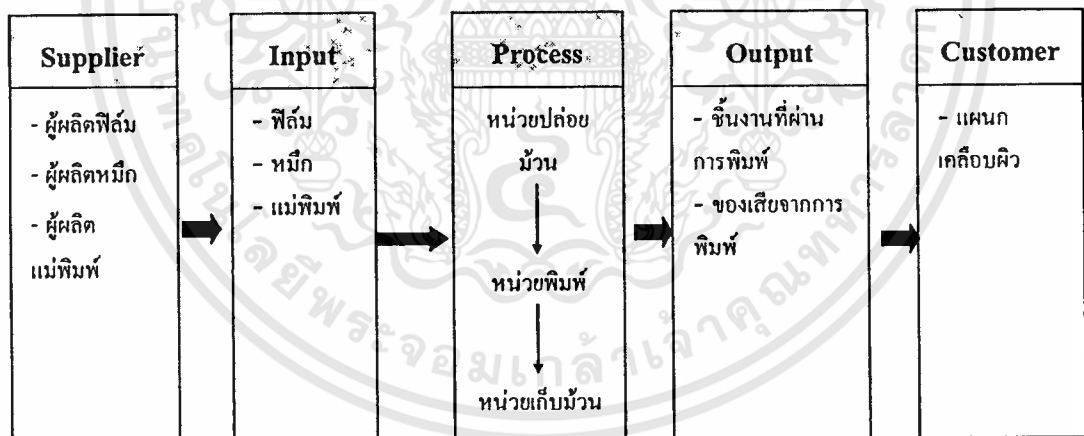
ผู้จัดตั้ง (S : Suppliers) ของกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ ผู้ผลิตฟิล์ม ผู้ผลิตหมึก และผู้ผลิตแม่พิมพ์

ปัจจัยนำเข้า (I : Inputs) ของกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ ฟิล์ม หมึก และแม่พิมพ์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่จะนำไปใช้ในกระบวนการพิมพ์

กระบวนการ (P : Process) ของกระบวนการพิมพ์ มีขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่ หน่วยปล่อยม้วน (Unwind Unit) หน่วยพิมพ์ (Printing Unit) และหน่วยเก็บม้วน (Rewind Unit)

ผลลัพธ์ออก (O : Outputs) ของกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ ชิ้นงานที่ผ่านการพิมพ์ และของเสียจากการพิมพ์

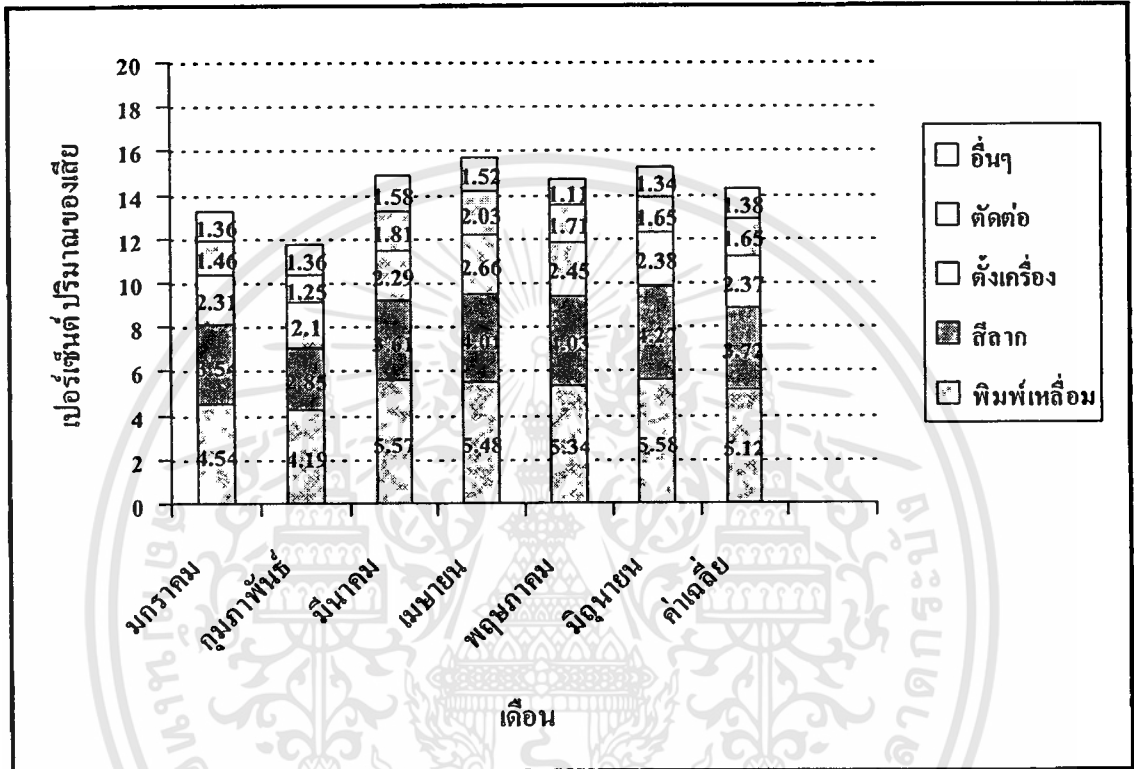
ลูกค้า (C : Customer) ของกระบวนการพิมพ์ ได้แก่ แผนกเคลือบผิว ซึ่งเป็นลูกค้าหลักที่จะนำเอาฟิล์มที่พิมพ์มาประกอบชิ้นงาน L-LDPE เพื่อเพิ่มคุณสมบัติในการปกป้องสินค้าของลูกค้า ได้แก่ ป้องกันน้ำ ความชื้น ก๊าซ และอากาศ ป้องกันกลิ่นหรือความร้อน เพิ่มความแข็งแรงให้แก่บรรจุภัณฑ์ กันการหลุดลอกของสีที่พิมพ์



รูปที่ 4.1 แผนผังกระบวนการของกระบวนการพิมพ์ (SIPOC Diagram)

4.1.3 สภาพปัญหาในปัจจุบัน

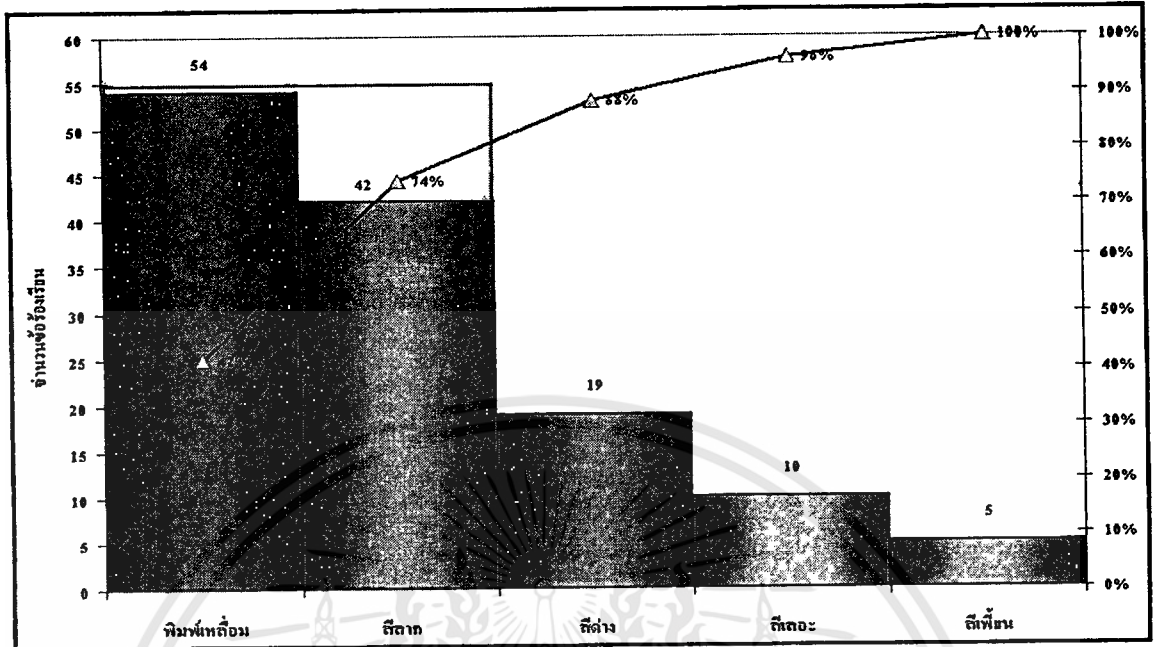
จากการศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนพ.ศ. 2551 พบว่า ในกระบวนการพิมพ์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียระหว่างกระบวนการผลิต โดยเฉลี่ย 14.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับจำนวนวัตถุดิบที่ป้อนเข้าเป็นเมตร



รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551

ที่มา : บริษัท ไทยเวลด์แวร์ โพลีโปรดักส์ จำกัด (2551)

เมื่อนำข้อมูลของของเสียที่ถูกคัดทิ้งออกมาและของเสียที่เกิดขึ้นภายในกระบวนการพิมพ์ มาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้โดยใช้แผนภูมิพาเรโต ซึ่งจากแผนภูมิพาเรโต (รูปที่ 4.3) แสดงให้เห็นว่าปัญหาเรื่องของพิมพ์เหลือม เป็นปัญหาที่รุนแรงที่สุด รองลงมาคือสีตก สีค้าง สีเลอะ และสีเพี้ยน ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 แผนภูมิพารेटโต แสดงจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าของเสียที่เกิดจากกระบวนการพื้มท์ ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551
ที่มา : บริษัท ไทยเวิลด์แวร์โพลีพรดักส์ จำกัด (2551)

จากข้อมูลข้างต้น (รูปที่ 4.2-4.3) จะเห็นได้ว่าปัญหาพื้มท์เหลือ้ม นับเป็นของเสียที่มีปริมาณมากและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้ามากที่สุด รองลงมาคือปัญหาเนื่องจากสีลาถ สำหรับกระบวนการพื้มท์ ดังนั้นหากมีการปรับปรุงกระบวนการพื้มท์ขึ้นก็จะส่งผลในการลดความสูญเสียสำหรับกระบวนการพื้มท์และเพื่อความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงจะนำวิธีชิคซ์ ชิคม่า มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียจากกระบวนการพื้มท์ ในกรณีของปัญหาพื้มท์เหลือ้ม และสีลาถ

พื้มท์เหลือ้ม คือ ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพื้มท์ โดยมีลักษณะการซ้อนภาพพื้มท์ไม่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างปัญหาพื้มท์เหลือ้ม มีลักษณะการซ้อนภาพพื้มท์ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีลาก คือ ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ โดยจะมีลักษณะเป็นรอยของหมึกที่เปื้อนอยู่บนเนื้องานทำให้ภาพพิมพ์เสียหาย รอยหมึกที่เกิดจากสีลากมีลักษณะเป็นทางยาวหรือเป็นเส้นคล้ายรอยขีด ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างปัญหาสีลาก

4.2 การวัดเพื่อกำหนดสาเหตุปัญหา (Measure Phase)

ในขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุของปัญหาจะทำการศึกษารายละเอียดของกระบวนการพิมพ์จากแผนภาพกระบวนการ (Process Map) และทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัดที่ใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อที่จะประกันความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวัดก่อนทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์ปัญหา

4.2.1 แผนภาพกระบวนการ

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษารายละเอียดของกระบวนการพิมพ์ จากแผนภาพกระบวนการ (Process Map) ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ซึ่งแสดงขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการพิมพ์ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. หน่วยปล่อยม้วน (Unwind Unit) หน้าที่สำคัญคือควบคุมม้วนให้คลายออกอย่างราบรื่น ด้วยแรงที่สม่ำเสมอ (Tension) ตรงตำแหน่งกึ่งกลางของเครื่อง รวมถึงการตัดต่อม้วนใหม่เข้าไปแทนที่ม้วนเดิมที่กำลังจะหมด หน่วยปล่อยม้วนนี้พบว่ามีปัจจัยนำเข้าที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ได้แก่ Tension ฟิล์ม และลูกยาง

2. หน่วยพิมพ์ (Printing Unit) ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- 2.1 ฟิล์มผ่านลูกกลิ้งปรับระยะ เป็นจุดเริ่มต้นของหน่วยการพิมพ์

- 2.2 ลูกยางกดฟิล์มกับแม่พิมพ์ ประกอบด้วยแม่พิมพ์ตักหมึกและมีดปาดหมึก

โดยแม่พิมพ์ที่ถูกกดเป็นภาพแล้วจะหมุนอยู่ในอ่างหมึกเหลว หมึกจะเกาะอยู่ในบ่อหมึกที่กดไว้ และจะมีมีดปาดหมึก (Doctor Blade) เป็นเหล็กสปริง ยาวๆ กดแนบสนิทอยู่กับผิวของแม่พิมพ์ทำหน้าที่ปาดหมึกออกจากผิว หมึกจะติดอยู่กับเฉพาในบ่อหมึก เมื่อผ่านวัสดุแผ่นเรียบเข้าไปจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

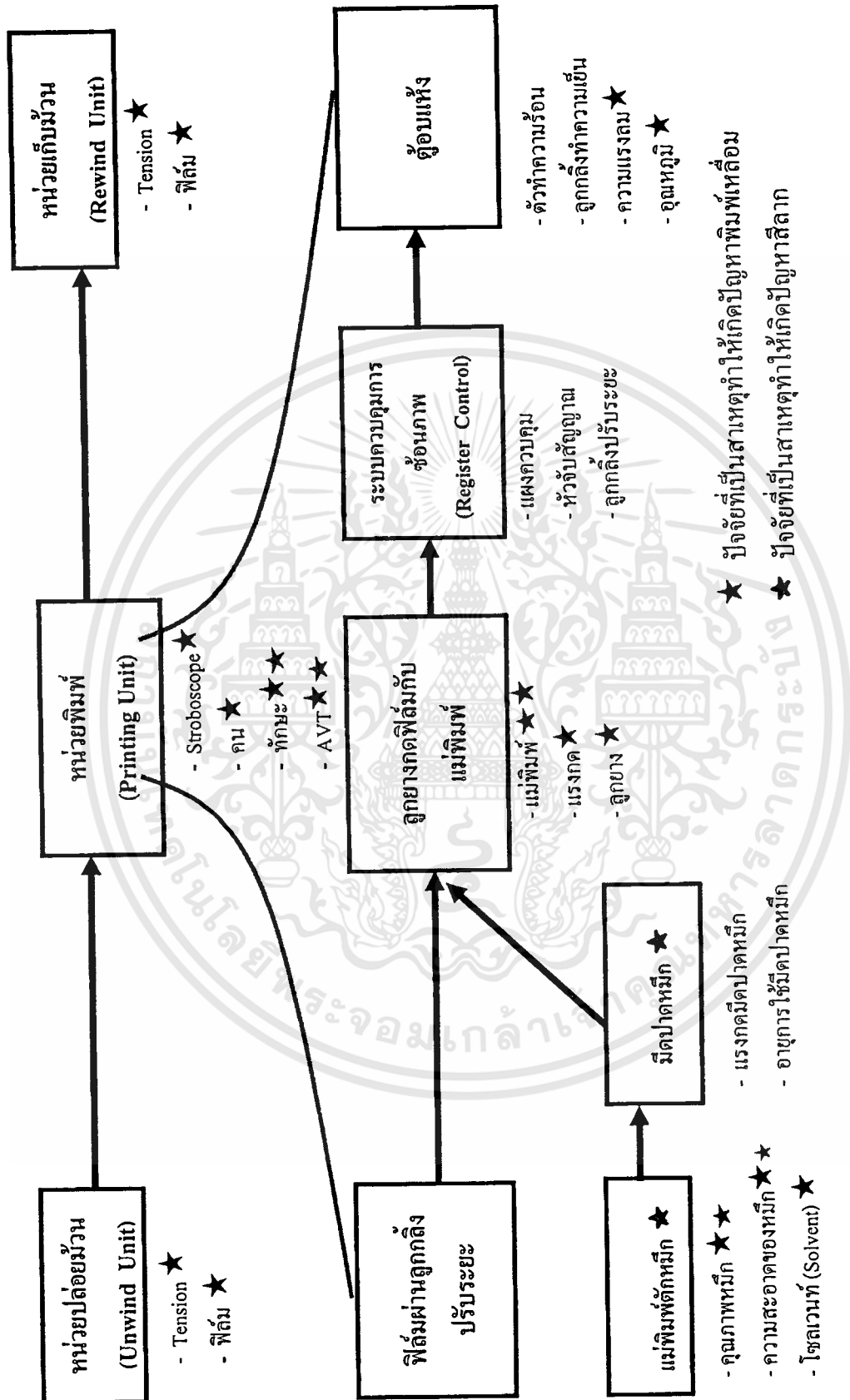
ลูกกลิ้งเหล็กทำหน้าที่กด (Impression) วัสดุติดกับแม่พิมพ์ หมึกเหลวเมื่อรับแรงอัดก็จะถ่ายทอดหมึก(Transfer) จากแม่พิมพ์ลงบนผิวของวัตถุเป็นลายเส้นทางกราฟฟิคออกมา ซึ่งตัวละลาย (Solvent) มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการพิมพ์ เพราะหากไม่มีก็ไม่สามารถจะทำการพิมพ์ได้ เนื่องจากตัวทำละลาย (Solvent) ใช้เป็นตัวละลายหมึกพิมพ์ เพื่อให้หมึกพิมพ์มีความหนืดที่เหมาะสม ปัจจัยนำเข้าไปที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ได้แก่ แม่พิมพ์ แรงกด ลูกยาง คุณภาพหมึก ความสะอาดของหมึก และตัวทำละลาย (Solvent)

2.3 ระบบควบคุมการช้อนภาพ (Register Control) ประกอบด้วยชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายๆ ชิ้น ประกอบกันเพื่อควบคุมลูกกลิ้งปรับระยะ (Compensate Roll) เพื่อควบคุมคุณภาพการช้อนภาพตามตำแหน่งที่ต้องการ โดยลูกกลิ้งปรับระยะ (Compensate Roll) เป็นชุดลูกกลิ้งหลายๆ ลูกและมอเตอร์เดินช้า ทำหน้าที่ปรับระยะของม้วนวัสดุพิมพ์ให้เลื่อนเข้าไปพิมพ์ตามตำแหน่งที่ต้องการ อันทำให้ภาพแต่ละสีซ้อนกันสนิท มีปัจจัยนำเข้าไปที่สำคัญคือ หัวจับสัญญาณ (Scanning Head) ทำหน้าที่จับสัญญาณจากฉาก (Mark) แล้วสร้างสัญญาณไฟฟ้าไปยังชุดควบคุมเพื่อสั่งการแก้ไขเมื่อระยะฉากเปลี่ยนแปลงไป

2.4 ตู้อบแห้ง ทำหน้าที่ให้หมึกพิมพ์บนวัสดุพิมพ์แห้งสนิทก่อนไปพิมพ์สีอื่นหรือก่อนเก็บม้วน รวมถึงลดการเกิดกลิ่นจากตัวทำละลาย (Solvent) ในหมึกพิมพ์ที่ตกค้างบนสิ่งพิมพ์ มีปัจจัยนำเข้าไปที่สำคัญประกอบด้วย ตัวทำความร้อน (Heater) ลมเป่า (Blower) อุณหภูมิของตู้อบ และลูกกลิ้งทำความเย็น (Cooling Roll) เพื่อระบายความร้อนให้กับฟิล์มก่อนที่จะเข้าพิมพ์ในหน่วยพิมพ์ถัดไป

สำหรับหน่วยพิมพ์ จะมีปัจจัยนำเข้าไปที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ได้แก่ คน ทักษะ AVT และ Stroboscope ทำหน้าที่ส่องไฟกระพริบให้ตามองเห็นภาพพิมพ์ที่กำลังพิมพ์ได้อย่างชัดเจน ซึ่งความถี่ที่กระพริบจะปรับให้อยู่ในย่านความถี่ที่ตามองเห็นในลักษณะเสมือนภาพนิ่ง

3. หน่วยเก็บม้วน (Rewind Winding) หน้าที่สำคัญคือ ควบคุมการเก็บม้วนให้ม้วนเข้าอย่างราบรื่น ด้วยแรงที่สม่ำเสมอตรงตำแหน่งกึ่งกลางของเครื่อง รวมถึงการตัดต่อเปลี่ยนม้วนใหม่เข้าไปแทนที่ม้วนเดิมที่กำลังจะเต็ม โดยมีปัจจัยนำเข้าไปที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ได้แก่ Tension ฟิล์ม และลูกยาง



รูปที่ 4.6 ปัจจัยที่เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาการพิมพ์เหลืองและสีคล้ำ โดยใช้แผนภาพกระบวนการพิมพ์

4.2.2 การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด (Gage R & R)

การวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัดแบบข้อมูลนับ เพื่อลดความผันแปรของระบบให้มีสาเหตุหลักมาจากกระบวนการผลิตเท่านั้น จำเป็นต้องทำการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบการวัดให้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการยอมรับทางสถิติ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เลือกสิ่งตัวอย่างในกระบวนการผลิต 30 ชิ้น ซึ่งสิ่งตัวอย่างเหล่านั้นจะต้องประกอบไปด้วย สิ่งตัวอย่างที่มีคุณภาพดี และไม่ดีในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน
2. เลือกพนักงานตรวจสอบมาจำนวนทั้งสิ้น 3 คน จากแผนกพิมพ์
3. เลือกชิ้นงานในกระบวนการผลิตและสุ่มจำนวนทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง โดยที่ชิ้นงานเหล่านั้นต้องผ่านการตรวจวัดและได้ผลลัพธ์แล้ว
4. ทำการศึกษาพนักงานทีละคน โดยที่ทำการตรวจชิ้นงานที่ได้เตรียมไว้ และที่สำคัญการวัดสิ่งตัวอย่างจะต้องเป็นแบบสุ่ม และให้พนักงานประเมินผลสิ่งตัวอย่างนั้น ๆ ว่า ผ่านหรือไม่ผ่าน ทำการบันทึกผลลัพธ์ที่ได้จากการตรวจวัดลงในแบบฟอร์ม ในการตรวจวัดของพนักงานแต่ละคน จะต้องทำซ้ำ 2 ครั้ง พร้อมทั้งบันทึกผลลัพธ์ลงในแบบฟอร์ม ทำเช่นเดียวกันนี้กับพนักงานทุกคนครบ 3 คน
5. บันทึกค่าลงในแบบฟอร์มเพื่อทำการวิเคราะห์ความแม่นยำของระบบการวัด ผลการตรวจสอบคุณภาพงานก่อนการอบรมดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะต้น (ก่อนการอบรม)

สิ่งตัวอย่าง ที่	คุณภาพงานที่แท้จริง	พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3		พนักงานตรวจได้ เหมือนกันอย่าง ถูกต้องทุกคน
		1	2	1	2	1	2	
1	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
2	Pass	Pass	Pass	Fail	Fail	Pass	Pass	No
3	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
4	Pass	Fail	Pass	Pass	Pass	Fail	Fail	No
5	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
6	Pass	Fail	Fail	Pass	Pass	Pass	Pass	No
7	Fail	Fail	Fail	Pass	Fail	Fail	Fail	No
8	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
9	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	Pass	No
10	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
11	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
12	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	Pass	No
13	Pass	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	No

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สิ่งตัวอย่าง ที่	คุณภาพงานที่แท้จริง	พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3		พนักงานตรวจได้เหมือนกัน ทุกครั้งและทุกคน	พนักงานตรวจได้ เหมือนกันอย่าง ถูกต้องทุกคน
		1	2	1	2	1	2		
14	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes	Yes
15	Pass	Pass	Pass	Fail	Fail	Fail	Fail	No	No
16	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes	Yes
17	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Fail	Fail	No	No
18	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes	Yes
19	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes	Yes
20	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	Fail	Fail	No	No
21	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes	Yes
22	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes	Yes
23	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes	Yes
24	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	Pass	No	No
25	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes	Yes
26	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	Pass	No	No
27	Pass	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes	No

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สิ่งตัวอย่าง ที่	คุณภาพงานที่แท้จริง	พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3		พนักงานตรวจ ได้เหมือนกัน ทุกครั้งและทุกคน	พนักงานตรวจได้ เหมือนกันอย่าง ถูกต้องทุกคน	
		1	2	1	2	1	2			
28	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes	Yes	
29	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes	Yes	
30	Pass	Fail	Fail	Fail	Fail	Pass	Pass	No	No	
% Repeatability ของพนักงาน			96.67%		93.33%		96.67%			
% ความไม่ลำเอียงของพนักงาน			83.33%		76.67%		73.33%			
		% ประสิทธิภาพด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ								
		% ประสิทธิภาพด้านความลำเอียงของการ ตรวจสอบ								53.33%

จากตารางที่ 4.1 สามารถสรุปผลเป็นดัชนีได้ดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96.67\%$$

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{28}{30} \times 100\% = 93.33\%$$

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96.67\%$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{25}{30} \times 100\% = 83.33\%$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{23}{30} \times 100\% = 76.76\%$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{22}{30} \times 100\% = 73.33\%$$

$$\% \text{ประสิทธิผล Repeatability ของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{17}{30} \times 100\% = 56.66\%$$

$$\% \text{ประสิทธิผลด้านความถี่ของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้ถูกต้องเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{16}{30} \times 100\% = 53.33\%$$

จากตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะสั้น สรุปได้ว่าสำหรับผลของการวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด สรุปได้ว่า พนักงานแต่ละคนมีความสามารถในการตรวจสอบไม่เท่ากัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 96.97% คนที่ 2 เท่ากับ 93.33 % และคนที่ 3 เท่ากับ 96.67% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 83.33% คนที่ 2 เท่ากับ 76.67% และคนที่ 3 เท่ากับ 73.33% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้าน Repeatability ของการตรวจสอบเท่ากับ 56.67%

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบเท่ากับ 53.33%

โดยการตัดสินใจว่าประสิทธิภาพของแต่ละดัชนีสามารถยอมรับได้หรือไม่ จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดโดยปกติค่าที่วัดได้จะต้องมีค่า 95 เปอร์เซนต์ขึ้นไป จึงสามารถสรุปได้ว่าความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลของพนักงานอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ จากตารางที่ 4.1 พบว่าประสิทธิภาพของแต่ละดัชนีต่ำกว่า 95 เปอร์เซนต์ ดังนั้นจะต้องทำการปรับปรุงระบบการวัดโดยการจัดฝึกอบรมพนักงาน ในเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการพิมพ์และการดูแลรักษาของปัญหา เพื่อให้เข้าใจถึงพื้นฐานของการพิมพ์และลักษณะของเสียได้อย่างถูกต้อง เข้าใจหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการแยกแยะความแตกต่างของเสียจากกระบวนการพิมพ์ โดยใช้ระยะเวลาในการอบรม 1 วัน สมาชิกที่เข้าร่วมอบรมเป็นพนักงานพิมพ์ 20 คน โดยหลังการอบรม พบว่าผลการตรวจสอบงานดีขึ้นและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ เปอร์เซนต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ เปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ และเปอร์เซนต์ด้านความไม่ลำเอียงของการตรวจสอบ ซึ่งมีค่ามากกว่า 95 เปอร์เซนต์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 สรุปได้ดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 100% คนที่ 2 เท่ากับ 96.67% และคนที่ 3 เท่ากับ 100% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 100% คนที่ 2 เท่ากับ 96.67% และคนที่ 3 เท่ากับ 100% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้าน Repeatability ของการตรวจสอบเท่ากับ 96.67%

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบเท่ากับ 96.67%

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพงานในระยะต้น (หลังการอบรม)

สิ่งตัวอย่าง ที่	คุณภาพงานที่แท้จริง		พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3		พนักงานตรวจได้ เหมือนกันอย่าง ถูกต้องทุกคน
	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
2	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
3	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
4	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
5	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
6	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
7	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
8	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
9	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
10	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
11	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Y
12	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
13	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สิ่งตัวอย่าง ที่	คุณภาพงานที่แท้จริง	พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3		พนักงานตรวจได้เหมือนกัน ถูกต้องทุกคน
		1	2	1	2	1	2	
14	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
15	Pass	Pass	Pass	Fail	Pass	Pass	Pass	No
16	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
17	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
18	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
19	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
20	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
21	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
22	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
23	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
24	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
25	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
26	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
27	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สิ่งตัวอย่าง ที่	คุณภาพงานที่แท้จริง	พนักงานตรวจสอบคนที่ 1		พนักงานตรวจสอบคนที่ 2		พนักงานตรวจสอบคนที่ 3		พนักงานตรวจได้เหมือนกันทุก คู่
		1	2	1	2	1	2	
28	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
29	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Fail	Yes
30	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Yes
% Repeatability ของพนักงาน		100%	96.67%	100%	96.67%	100%	96.67%	
% ความไม่ไว้อิสของพนักงาน		100%	96.67%	100%	96.67%	100%	96.67%	
% ประสิทธิภาพด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ								
% ประสิทธิภาพด้านไว้อิสของการตรวจสอบ								

จากตารางที่ 4.2 สามารถสรุปผลเป็นดังนี้ได้ดังต่อไปนี้

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96.67\%$$

จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ

$$\% \text{ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมดที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 2} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96.67\%$$

$$\% \text{ ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 3} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกันและถูกต้อง}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{30}{30} \times 100\% = 100\%$$

$$\% \text{ ประสิทธิภาพด้านปริมาตรของผลการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ผลการตรวจสอบเหมือนกัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96.67\%$$

$$\% \text{ ประสิทธิภาพด้านความถี่ของการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ตรวจสอบได้ถูกต้องทั้งหมด}}{\text{จำนวนชิ้นงานตรวจสอบ}} = \frac{29}{30} \times 100\% = 96.67\%$$

4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)

4.3.1 การวิเคราะห์ปัญหาจากสาเหตุและผล (Cause & Effect Matrix)

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการระดมความคิดจากสมาชิกในทีม เพื่อค้นหาสาเหตุที่มีโอกาสเป็นไปได้มากที่สุดระบุจากแผนภาพกระบวนการ (Process Map) ดังแสดงในรูปที่ 4.6 ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้คือ

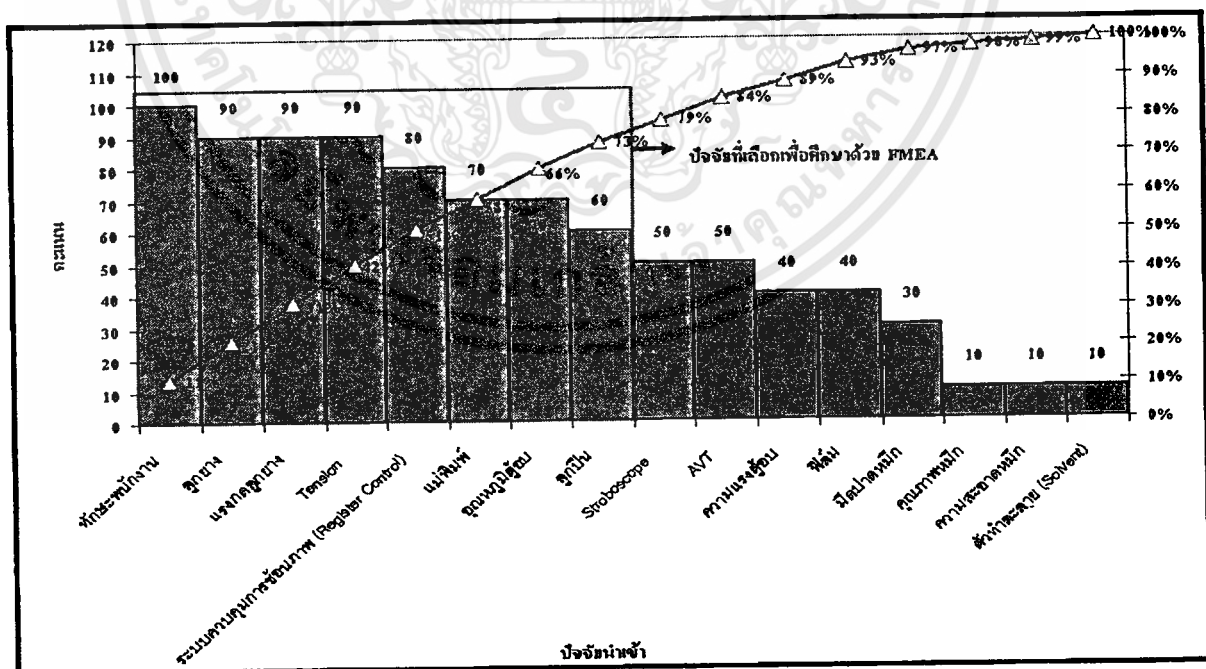
1. ทำการศึกษาขั้นตอนของกระบวนการผลิตในกระบวนการพิมพ์
2. ระดมความคิดเพื่อระบุปัจจัยที่เป็นไปที่มีผลกระทบต่อการเกิดปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ซึ่งเครื่องมือที่จะนำมาประยุกต์ใช้ช่วยในการพิจารณาคือแผนภาพกระบวนการ (Process Map) ในการระดมความคิดนี้จะทำโดยสมาชิกในทีมทำการระดมความคิดโดยอิสระ เพราะในขั้นตอนนี้ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้คือจำนวนปัจจัยที่เป็นไปได้ทั้งหมด หลังจากที่ได้พิจารณาเลือกปัจจัยที่สำคัญจากการพิจารณาด้วยการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์จากตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ในที่นี้กำหนดให้อัตราราคามสำคัญเท่ากับ 10
3. ให้กลุ่มสมาชิกทำการลงคะแนนความสำคัญให้กับทุกปัจจัยที่ได้ ซึ่งจะให้คะแนนในช่วง 1 ถึง 10 คะแนน
4. ผู้วิจัยทำการรวบรวมคะแนน พร้อมทั้งทำการคูณค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยในแต่ละสมาชิกด้วยอัตราราคามสำคัญที่มีต่อลูกค้าเท่ากับ 10 จากนั้นทำการรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดในแต่ละปัจจัยและทำการสรุปคะแนนในตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ดังแสดงในตารางที่ 4.3-4.4 และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยโดยเรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อยด้วยแผนภูมิพารโต ดังแสดงในรูปที่ 4.7-4.8

ตารางที่ 4.3 ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาพิมพ์เหลือง

	ผลลัพธ์ (KPOV)	
อัตราราคามสำคัญ	10	
ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	พิมพ์เหลือง	Total
ทักษะพนักงาน	10	100
ลูกยาง	9	90
แรงกดลูกยาง	9	90
Tension	9	90
ระบบควบคุมการซ็อนภาพ (Register Control)	8	80

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

	ผลลัพธ์ (KPOV)	
อัตราความสำคัญ	10	
ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	พิมพ์เหลือง	Total
แม่พิมพ์	7	70
อุณหภูมิคูบ	7	70
ลูกปืน	6	60
Stroboscope	5	50
AVT	5	50
ความแรงคูบ	4	40
ฟิล์ม	4	40
มิดปาดหมึก	3	30
คุณภาพหมึก	1	10
ความสะอาดหมึก	1	10
Solvent	1	10
	Total	



รูปที่ 4.7 แผนภูมิพาราโตเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาพิมพ์เหลือง

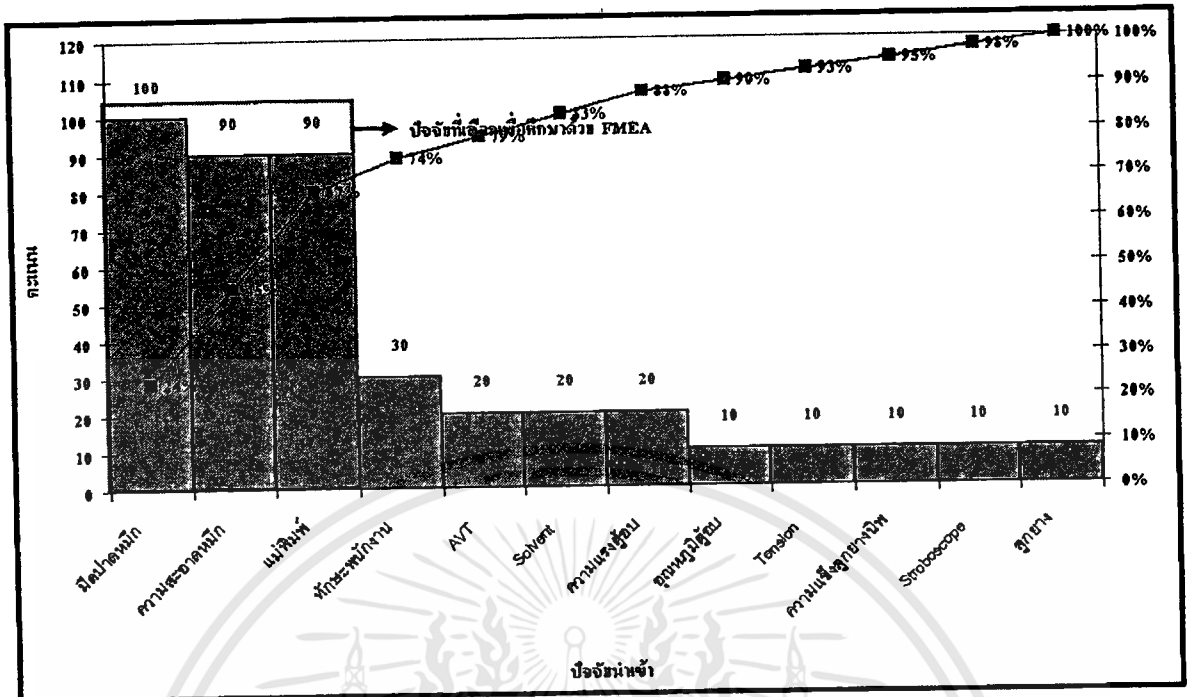
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อการเกิดปัญหาพิมพ์เหลือง สำหรับกระบวนการพิมพ์ โดยสมาชิกในกลุ่ม พบว่าคะแนนรวมทั้งหมดของปัจจัย มีค่าเท่ากับ 890 คะแนน และทำการเลือกปัจจัยตามลำดับคะแนนที่ได้จัดเรียงไว้ในแผนภูมิพารโด เพื่อนำไปศึกษาต่อด้วย FMEA ต่อไป โดยปัจจัยที่ได้เลือกไว้รวมทั้งสิ้น 8 ปัจจัย ได้แก่ ทักษะพนักงาน ลูกยาง แรงกดลูกยาง Tension ระบบการควบคุมการช้อนภาพ (Register Control) แม่พิมพ์ อุณหภูมิตู้อบ และลูกปืน ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัยทั้งหมดที่ได้เลือกไว้มีค่าเท่ากับ 650 คะแนน คิดเป็น 73 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 4.4 ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาสีลาก

	ผลลัพธ์ (KPOV)	
อัตราความสำคัญ	10	
ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	พิมพ์เหลือง	Total
มีดปาดหมึก	10	100
ความสะอาดหมึก	9	90
แม่พิมพ์	9	90
ทักษะพนักงาน	9	30
AVT	2	20
Solvent	2	20
ความแรงตู้อบ	2	20
อุณหภูมิตู้อบ	2	20
Tension	1	10
ความแข็งลูกยางนิพ	1	10
Stroboscope	1	10
ลูกยาง	1	10
	Total	650

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนภูมิพารโทเรียงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ จากการวิเคราะห์ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) ของปัญหาสีลาก

จากผลการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อการเกิดปัญหาสีลาก สำหรับกระบวนการพิมพ์ โดยสมาชิกในกลุ่ม พบว่าคะแนนรวมทั้งหมดของปัจจัย มีค่าเท่ากับ 420 คะแนน และทำการเลือกปัจจัยตามลำดับคะแนนที่ได้จัดเรียงไว้ในแผนภูมิพารโท เพื่อนำไปศึกษาต่อด้วย FMEA ต่อไป โดยปัจจัยที่ได้เลือกไว้รวมทั้งสิ้น 3 ปัจจัย ได้แก่ มีปาดหมึก ความสะอาดหมึก และแม่พิมพ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัยทั้งหมดที่ได้เลือกไว้มีค่าเท่ากับ 280 คะแนน คิดเป็น 67 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากปัจจัย 3 ปัจจัยเป็นสาเหตุหลักและสำคัญที่ต้องทำการแก้ไข เพื่อที่จะลดปัญหาสีลาก

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis : FMEA)

หลังจากที่ได้พิจารณาเลือกปัจจัยที่สำคัญจากการวิเคราะห์ตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) แล้วในขั้นตอนนี้จะนำปัจจัยเหล่านั้นมา วิเคราะห์ปัญหาหรือความล้มเหลวที่เกิดขึ้นโดยวิธีการ FMEA ถือว่าเป็นการวางระบบเตือนภัยล่วงหน้าและเป็นเทคนิคการป้องกันปัญหาชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนช่วยวิศวกรกระบวนการในการศึกษาสาเหตุและผลกระทบต่างๆ ก่อนที่การออกแบบหรือวิธีการกระบวนการผลิตจะสรุปผลขั้นสุดท้ายทุกเรื่อง ทุกด้านที่มีการวิเคราะห์ร่วมกันจะถูกบันทึกลงแบบฟอร์มมาตรฐานของ FMEA เริ่มต้นจากอย่างใดอย่างหนึ่งของกระบวนการผลิตจะถูกนำมาพิจารณาอย่างละเอียดว่ามีชนิด หรือรูปแบบของปัญหา และความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นหรือเคยเกิดขึ้นมาแล้วมีอะไรบ้างมีสาเหตุมาจากเรื่องใด และจะมีผลกระทบอย่างไร หลังจากนั้นจะมีการประมาณระดับความเสี่ยงหรือที่เรียกกันว่าค่า RPN ซึ่งมาจากคำว่า Risk Priority Number ให้กับแต่ละปัญหาการคำนวณค่า RPN ได้มาจากผลคูณพารามิเตอร์ 3 ตัว คือ S, O และ D ดังสมการ (4.5)

$$RPN = S \times O \times D \quad (4.5)$$

S = Severity คือระดับความรุนแรงของผลกระทบ

O = Occurrence คือโอกาสที่เกิดขึ้น

D = Detection คือระดับความสามารถในการตรวจจับ

ค่า S, O และ D นิยมใช้เป็นเลขจำนวนเต็มมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 ดังนั้นค่าระดับความเสี่ยงต่ำสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1 ซึ่งมาจาก $1 \times 1 \times 1$ หมายความว่าความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก ความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีน้อยมาก และสามารถตรวจจับปัญหานี้ได้ก่อนส่งมอบให้แก่ลูกค้าอย่างสมบูรณ์

ในขณะที่ค่าระดับความเสี่ยงสูงสุดของการเกิดปัญหาคือค่า RPN เท่ากับ 1,000 ซึ่งมาจาก $10 \times 10 \times 10$ หมายความว่า ความรุนแรงของผลกระทบเมื่อเกิดปัญหานี้มีมากความถี่ของการเกิดปัญหานี้มีมาก และความสามารถในการตรวจจับปัญหามีต่ำมาก

ในการให้คะแนนของทั้ง 3 พารามิเตอร์นั้นจะทำการวิเคราะห์และให้คะแนนโดยการระดมความคิดของทีมงานซึ่งจะมีผู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหลายๆ ฝ่ายเพื่อที่จะทำการถกกันกรองให้เหลือเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญต่อปัญหา จากนั้นทำการใช้แผนภูมิพารโดเพื่อจัดลำดับความสำคัญดังแสดงในตารางที่ 4.5-4.6

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของปัญหาพิมพ์เคลื่อน

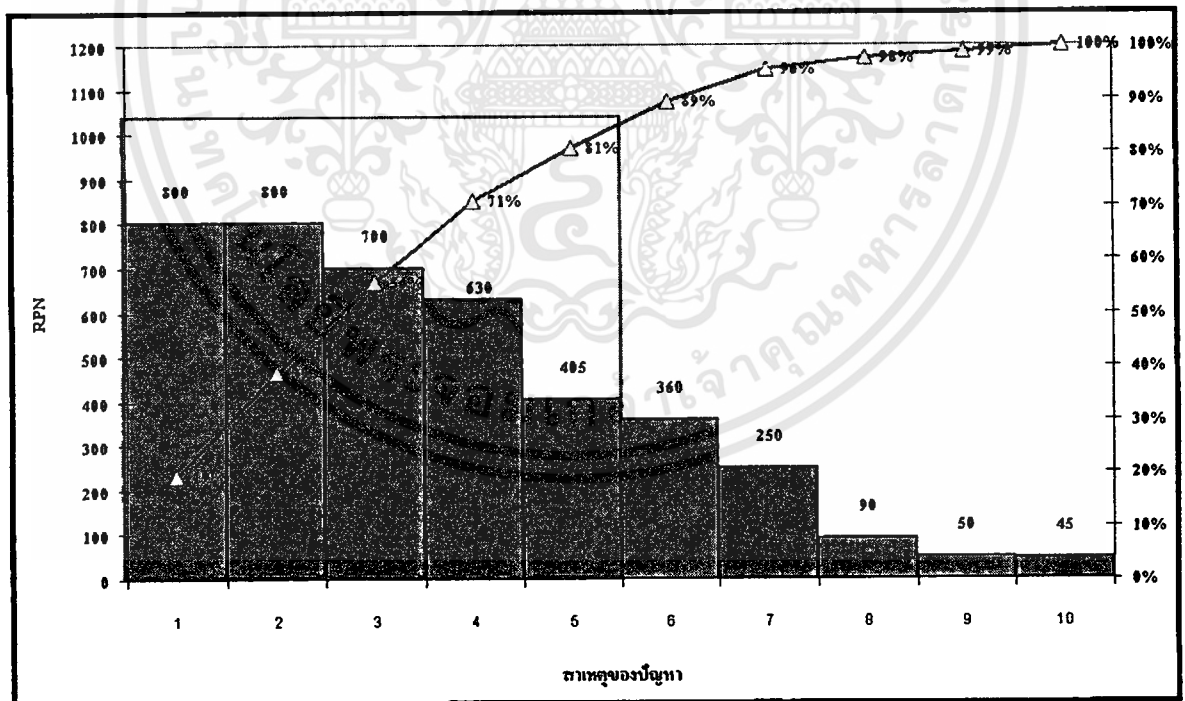
No.	ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	มีความผิดพลาดอะไร	ผลกระทบที่มีต่อ (KPOV)	S	สาเหตุที่ทำให้ KPIV ผิดพลาด	O	ระบบการควบคุมในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข
1	ทักษะพนักงาน	ไม่มีความชำนาญ	พิมพ์เคลื่อน	10	อายุงานน้อย	5	ให้คนมีประสบการณ์ช่วยสอน	1	50	จัดอบรมพนักงานเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นและทักษะในการพิมพ์
2	ลูกยาง	อายุใช้งานมาก, ไม่มีการตรวจสอบก่อนการใช้งาน	พิมพ์เคลื่อน	10	คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม	8	-	10	800	กำหนดอายุการใช้งานลูกยาง จัดซื้อเครื่องตรวจสอบความแข็ง จัดทำตารางตรวจสอบลูกยางก่อนเริ่มใช้งาน
3	แรงกดลูกยาง	ไม่สม่ำเสมอ	พิมพ์เคลื่อน	10	การปรับแรงกดไม่ได้ตาม Condition	10	-	8	800	จัดทำ Standard Condition
4	Tension	ไม่สม่ำเสมอ	พิมพ์เคลื่อน	10	ไม่มี Standard Condition	10	หา Standard Condition	7	700	จัดทำ Standard Condition ตรวจสอบการทำงานของ Tension ในขั้นตอนการตั้งเครื่องและขณะพิมพ์
5	ระบบควบคุมการซ้อนภาพ (Register Control)	ทำงานผิดพลาด	พิมพ์เคลื่อน	10	ตัวควบคุมการซ้อนภาพทำงานผิดพลาด	7	-	9	630	ตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมการซ้อนภาพในขั้นตอนตั้งเครื่องและเริ่มพิมพ์
6	แม่พิมพ์	เพลตามแม่พิมพ์ชำรุด	ทำให้การซ้อนภาพไม่สมบูรณ์	9	เพลตามแม่พิมพ์ชำรุด	5	-	9	405	ทำการตรวจสอบเพลตามแม่พิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน ถ้าพบว่าแม่พิมพ์ชำรุด ให้ทำการคัดแยกและส่งซ่อมทันที
7	อุณหภูมิห้อง	ฟิล์มยึด	พิมพ์เคลื่อน	10	อุณหภูมิห้องสูง	3	-	3	90	Calibrate ตัว Temperature Meter
8	ลูกปืน	ชำรุดหมดอายุการใช้งาน	พิมพ์เคลื่อน	9	ไม่มีการบำรุงรักษา	5	-	8	360	ตรวจสอบสภาพลูกปืนก่อนเริ่มงาน
				10	ไม่มีการกำหนดอายุการใช้งาน	5	-	5	250	จัดทำบันทึกการใช้งานลูกปืน
				9	ไม่มีอะไหล่สำรอง	5	-	1	45	จัดซื้ออะไหล่สำรองที่ใช้งานบ่อย

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบของปัญหาเสิร์จ

No	ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	มีความผิดพลาดอะไร	ผลกระทบที่มีต่อ (KPOV)	S	สาเหตุที่ทำให้ KPIV ผิดพลาด	O	ระบบการควบคุมในปัจจุบัน	D	RPN	วิธีการแก้ไข
1	ใบมีดปาดหมึก	มีดแตก	สีฉาก	10	ใบมีดมีสิ่งสกปรก	5	มีตะแกรงกรองหมึก 1 ชั้น	7	350	เพิ่มตะแกรงกรองหมึกเป็น 3 ชั้น
		มีดสึก	สีฉาก	10	อุปกรณ์ใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน	9	เปลี่ยนเมื่อเกิดปัญหาหรือเสื่อมสภาพ	8	720	เปลี่ยนใบมีดทุก 100,000 เมตร หรือทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนงาน
		องศาใบมีดมากเกินไป	สีฉาก	10	องศาใบมีดปาดหมึกมากเกินไป	10	ดูโดยใช้ประสบการณ์	2	200	ปรับปรุงสเกลอ่านระยะให้อ่านได้ชัดเจน
2	ความสะอาดของหมึก	มีเศษหมึก	สีฉาก	10	ฝุ่นในอากาศ หรือจากอุปกรณ์ที่อยู่แวดล้อมตกลงไปในถาดหมึก	10		10	1000	ปิดถาดหมึก ทดลองใช้กระดาษ
				10	มีเศษผงและเศษหมึกเข้าไปอุดตันใน Cell ของแม่พิมพ์ และด้านหลังของใบมีดปาดหมึก	10	มีตะแกรงกรองหมึก 1 ชั้น	10	1000	เพิ่มตะแกรงกรองหมึกเป็น 3 ชั้น
3	แม่พิมพ์	ผิวไม่เรียบ	ใช้แม่พิมพ์ผ่านเกินไป ทำให้เซลดัน สีจุด เกิดเส้นในสกรีนในเวลาดอกยา	10	แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป	7	แก้ไขเมื่อเจอปัญหา ขัดผิวแม่พิมพ์ด้วยกระดาษทราย	10	700	ขัดผิวแม่พิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน และจัดหาแม่พิมพ์ชุดสำรองให้เมื่อมีการพิมพ์งานเกิน 100,000 เมตร

ตารางที่ 4.7 สาเหตุของปัญหาและค่า RPN ของปัญหาพิมพ์เคลื่อน

No.	ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	RPN
1	คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม	800
2	แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ	800
3	Tension ในการพิมพ์ไม่มี Standard Condition	700
4	ตัวควบคุมการซ้อนภาพทำงานผิดปกติ	630
5	เพลแม่พิมพ์ชำรุด	405
6	ลูกปืนไม่มีการบำรุงรักษา	360
7	ลูกปืนไม่มีการกำหนดอายุการใช้งาน	250
8	อุณหภูมิคู่ออบสูง	90
9	พนักงานมีอายุงานน้อย	50
10	ลูกปืนไม่มีอะไหล่สำรอง	45



รูปที่ 4.9 แผนภูมิพารेटอเรียงลำดับความสำคัญของของค่า RPN ของปัญหาพิมพ์เคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ได้นำผลคะแนน RPN ที่ได้ มาจัดเรียงจากมากไปน้อย เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย ดังรูปที่ 4.9 และจากการพิจารณาแผนภูมิพาเรโตพบว่าปัจจัยนำเข้าที่จะถูกเลือกเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไปมีดังนี้

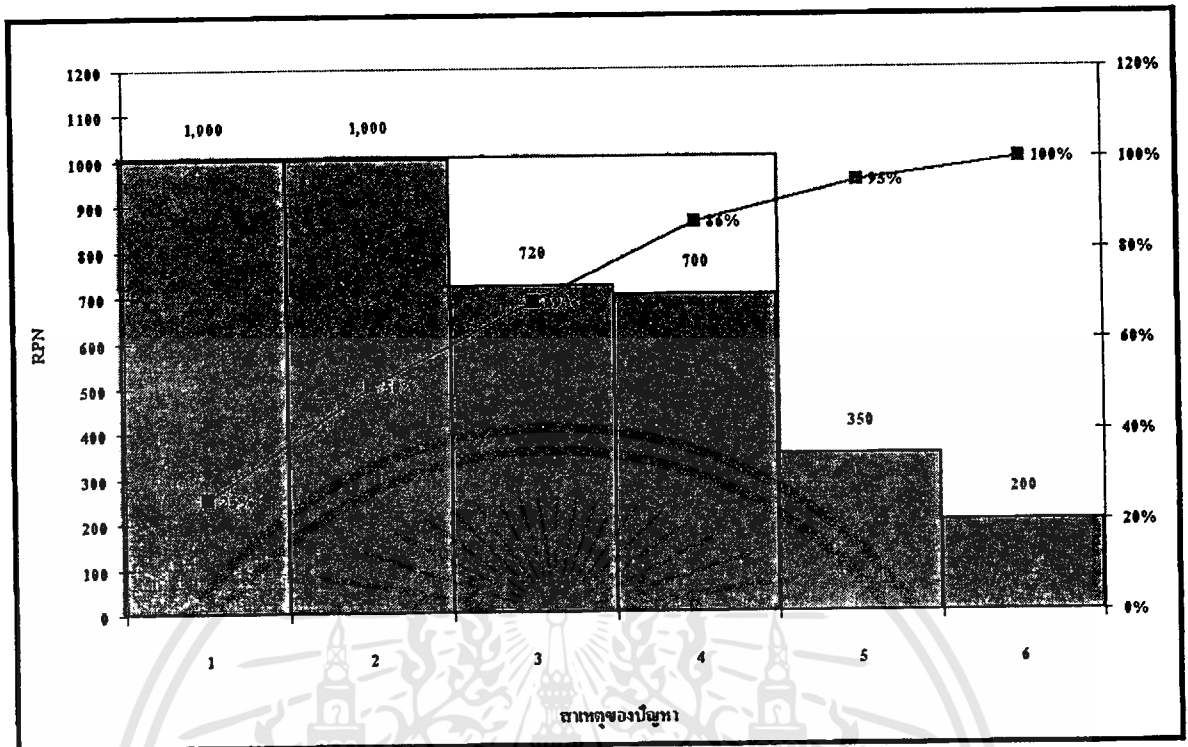
สำหรับปัญหาพิมพ์เหลือง สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

1. คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม
2. แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ
3. Tension ในการพิมพ์ไม่มี Standard Condition
4. ตัวควบคุมการซ้อนภาพทำงานผิดปกติ
5. เพลาแม่พิมพ์ชำรุด

ปัจจัยที่ได้เลือกไว้มีจำนวนทั้งหมด 5 ปัจจัย และมีคะแนน RPN รวมทั้งสิ้น 3,335 คะแนน คิดเป็น 81 เปอร์เซ็นต์ ของคะแนน RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน โดยนำปัจจัยที่เลือก 5 ปัจจัย ไปทำการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อลดปัญหาพิมพ์เหลือง

ตารางที่ 4.8 สาเหตุของปัญหาและค่า RPN ของปัญหาสีลาก

No.	ปัจจัยนำเข้า (KPIV)	RPN
1	ฝุ่นในอากาศ หรือจากอุปกรณ์ที่อยู่แวดล้อมตกลงไปในถาดหมึก	1,000
2	มีเศษผงและเศษหมึกเข้าไปอุดตันใน cell ของแม่พิมพ์ และด้านหลังของใบมีดปาดหมึก	1,000
3	อายุการใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน	720
4	แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป	700
5	ใบมีดมีสิ่งสกปรก	350
6	องศาใบมีดปาดหมึกมากเกินไป	200



รูปที่ 4.10 แผนภูมิพารโทเรียงลำดับความสำคัญของของค่า RPN ของปัญหาสี่ลา

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ได้นำผลคะแนน RPN ที่ได้ มาจัดเรียงจากมากไปน้อย เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย ดังรูปที่ 4.10 และจากการพิจารณาแผนภูมิพารโทพบว่าปัจจัยนำเข้าที่จะถูกเลือกเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไปมีดังนี้

สำหรับปัญหาสี่ลา สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

1. ผู้คนในอากาศ หรือจากอุปกรณ์ที่อยู่แวดล้อมตกลงไปในถาดหมัก
2. มีเศษผงและเศษหมักเข้าไปอุดตันใน cell ของแม่พิมพ์ และด้านหลังของ

ใบมีดปาดหมัก

3. อายุการใช้งานใบมีดปาดหมักนาน
4. แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป

ปัจจัยที่ได้อ้างอิงไว้มีจำนวนทั้งหมด 4 ปัจจัย และมีคะแนน RPN รวมทั้งสิ้น 3,420 คะแนน คิดเป็น 86 เปอร์เซ็นต์ ของคะแนน RPN ทั้งหมด 3,970 คะแนน โดยนำปัจจัยที่เลือก 4 ปัจจัย ไปทำการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อลดปัญหาสี่ลา

4.4 การปรับปรุง (Improve Phase)

จากการที่วิเคราะห์หาสาเหตุแล้วจึงได้นำสาเหตุมาทำการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลากเพื่อลดปัญหาให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด

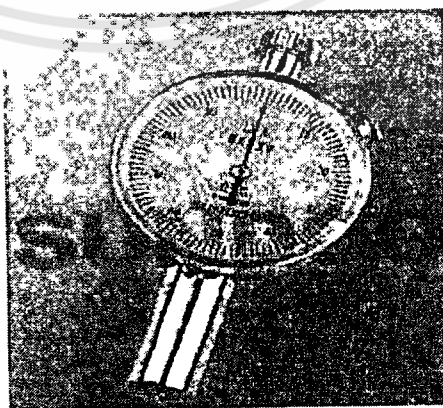
สำหรับปัญหาการเกิดปัญหาพิมพ์เหลืองมีสาเหตุปัญหาที่สำคัญ 5 สาเหตุ ได้แก่ คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ Tension ในการพิมพ์ไม่มี Standard Condition ตัวควบคุมการซ้อนภาพทำงานผิดปกติ และเพลाम้วนพิมพ์ชำรุด ได้นำเอาการปรับปรุงอย่างง่าย (Quick Win) มาช่วยในการแก้ไขปัญหโดย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม

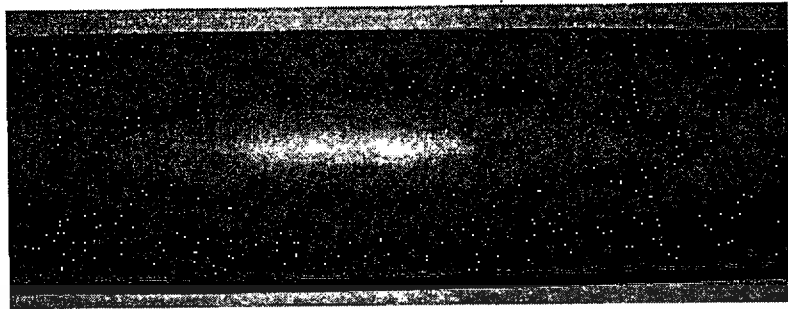
จากผลการจัดลำดับค่า RPN จะพบว่าคุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม โดยมีค่า RPN เท่ากับ 800 คะแนน จากค่า RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาพิมพ์เหลืองในปัจจุบัน โดยคุณภาพลูกยางไม่เหมาะสมนั้น มีสาเหตุมาจาก ลูกยางไม่มีการจับอายุการใช้งาน ลูกยางไม่มีการตรวจสอบความแข็งและก่อนใช้งาน ดังนั้นทางทีมจึงได้ดำเนินการแก้ไขดังนี้

1.1 สำหรับลูกยางไม่มีการจับอายุการใช้งาน ได้ทำการกำหนดวิธีการแก้ไขปัญหาจากสาเหตุเรื่องลูกยางไม่มีการจับอายุการใช้งาน คือ กำหนดอายุการใช้งานของลูกยาง โดยกำหนดการเปลี่ยนลูกยางที่ใช้สำหรับการพิมพ์ทุกๆ 100,000 เมตร

1.2 ลูกยางไม่มีการตรวจสอบความแข็ง ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาพิมพ์เหลือง โดยในสภาพปัจจุบันก่อนการใช้งานลูกยางจะไม่มีการตรวจสอบความแข็งของลูกยาง ดังนั้นจึงได้ทำการจัดซื้อเครื่องตรวจสอบความแข็งของลูกยาง เพื่อตรวจสอบสภาพลูกยางก่อนเริ่มใช้งาน เนื่องจากสภาพการใช้งานของลูกยางไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการกดทับฟิล์มขณะพิมพ์กับแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์ โดยก่อนเริ่มทำการผลิตงานทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบลูกยางก่อนการเริ่มใช้งาน และทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบ



รูปที่ 4.11 เครื่องตรวจสอบความแข็งแรงของลูกยาง



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างของลูกยางที่พร้อมใช้งาน

2. แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ

จากผลการจัดลำดับค่า RPN จะพบว่า แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ โดยมีค่า RPN เท่ากับ 800 คะแนน จากค่า RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน ซึ่งถ้าใช้แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอและไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลือง ดังนั้นจึงได้มีการจัดทำมาตรฐานในการใช้แรงกดลูกยาง (Standard Condition)

3. Tension ในการพิมพ์ไม่มีมาตรฐานในการพิมพ์ (Standard Condition)

จากผลการจัดลำดับค่า RPN จะพบว่า Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind) และด้านเก็บม้วน (Rewind) ในการใช้พิมพ์ไม่มี Standard Condition โดยมีค่า RPN เท่ากับ 700 คะแนน จากค่า RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน เนื่องจากในปัจจุบันการพิมพ์จะใช้ประสิทธิภาพของพนักงานในการทำงานโดยใช้วิธีการบอกต่อกันมา ดังนั้นจึงได้มีการจัดทำ Standard Condition และทำการตรวจสอบการทำงานของ Tension ในขั้นตอนการตั้งเครื่องและขณะพิมพ์

4. ตัวควบคุมการช้อนภาพทำงานผิดปกติ

จากผลการจัดลำดับค่า RPN จะพบว่า ตัวควบคุมการช้อนภาพทำงานผิดปกติ โดยมีค่า RPN เท่ากับ 540 คะแนน จากค่า RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน การแก้ไขคือทำการตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมการช้อนภาพในขั้นตอนตั้งเครื่องและเริ่มพิมพ์ ซึ่งตัวควบคุมการช้อนภาพจะทำหน้าที่ปรับการช้อนภาพขณะทำการพิมพ์เป็นระบบปรับช้อนภาพโดยอัตโนมัติ ถ้าตัวควบคุมการช้อนภาพเสียจะทำให้มีของเสียที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลืองมาก

5. เพลाम้วนพิมพ์ชำรุด

จากผลการจัดลำดับค่า RPN จะพบว่า เพลาม้วนพิมพ์ไม่มีการกำหนดอายุการใช้งาน โดยมีค่า RPN เท่ากับ 405 คะแนน จากค่า RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน โดยทางทีมได้กำหนดแนวทางการแก้ไขคือทำการตรวจสอบเพลาม้วนพิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน ถ้าพบว่าเพลาม้วนพิมพ์ชำรุดให้ทำการคัดแยกและส่งซ่อมทันที

การหา Standard Condition ที่เหมาะสมสำหรับการพิมพ์ โดยการออกแบบการทดลองเริ่มจากการเลือกตัวแบบสำหรับการทดลองโดยเลือกแบบแฟกทอเรียลทอเรียล (Factorial Experiment) เป็นการศึกษาถึงผลของปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัยขึ้นไป และผลของอิทธิพลร่วมของปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อปัญหาพิมพ์เหลือง ซึ่งตัวแปรตอบสนองคือปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลือง การออกแบบการทดลองแบบนี้เรียกว่า 2^k แฟกทอเรียล (สองกำลังแฟกทอเรียล) ซึ่ง เลข 2 หมายถึง จำนวนระดับปัจจัย (Level) อักษร k หมายถึง จำนวนปัจจัย (Factor) ในการทดลองครั้งนี้มีจำนวนปัจจัย 3 ปัจจัย ได้แก่ แรงกดลูกยาง Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind) และ Tension ด้านเก็บม้วน (Rewind) กำหนดระดับของปัจจัย (Level) ที่ค่าสูงสุดและต่ำสุด

ตารางที่ 4.9 ปัจจัยนำเข้าเพื่อออกแบบการทดลอง

ลำดับที่	ปัจจัยนำเข้า	ระดับ		หน่วย
		ต่ำ	สูง	
1	แรงกดลูกยาง	1	5	Kgf/cm ³
2	Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind)	10	20	Kgf/cm ³
3	Tension ด้านเก็บม้วน (Rewind)	3	10	Kgf/cm ³

การทดลองใช้การวิ่งทุก 50,000 เมตร ในการสุ่มเก็บข้อมูลปริมาณของเสียที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลือง ทำให้การทดลองนี้มีจำนวนครั้งในการทดลองทั้งหมดอยู่ที่ $2^k = 2^3 = 8$ และดำเนินการทำซ้ำ 2 ครั้ง เท่ากับ 16 ครั้ง

ตารางที่ 4.10 การออกแบบการทดลองและผลการทดลองปัจจัยที่น่าจะมีผลกระทบ

Order	Unwind Tension	Rewind Tension	Roller Pressure	Run	Defect	Waste
1	22	3	5	50,000	1,500	3.00
2	22	3	1	50,000	2,000	4.00
3	10	10	1	50,000	1,000	2.00
4	22	10	5	50,000	300	0.60
5	10	10	5	50,000	500	1.00
6	10	3	1	50,000	700	1.40
7	22	10	5	50,000	100	0.20
8	22	3	5	50,000	1,300	2.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

Order	Unwind Tension	Rewind Tension	Roller Pressure	Run	Defect	Waste
9	22	3	1	50,000	1,800	3.60
10	22	10	1	50,000	900	1.80
11	10	3	1	50,000	630	1.26
12	10	10	1	50,000	870	1.74
13	22	10	1	50,000	800	1.60
14	10	3	5	50,000	600	1.20
15	10	3	5	50,000	750	1.50
16	10	10	5	50,000	525	1.05

หลังจากนั้นนำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อหาค่าความเหมาะสม จากการศึกษาอิทธิพลร่วมของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลือง ซึ่งในการออกแบบการทดลองครั้งแรกเป็นการหาค่าตัวแปรที่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ด้วยโปรแกรม Minitab for estimate effect and coefficients for wastes

Term	Effect	Coef.	SE Coef.	T	p-value
Constant	-	1.7844	0.05228	34.13	0.000
Unwind Tension	0.7812	0.3906	0.05228	77.4	0.000
Rewind Tension	-1.0713	-0.5356	0.05228	-10.25	0.000
Roller Pressure	-0.7812	-0.3906	0.05228	-7.47	0.000
Unwind Tension * Rewind Tension	-1.1788	-0.5894	0.05228	-11.27	0.000
Unwind Tension * Roller Pressure	-0.3688	-0.1844	0.05228	-3.53	0.008
Rewind Tension * Roller Pressure	-0.2913	-0.1456	0.05228	-2.79	0.024
Unwind Tension Rewind Tension Roller Pressure	0.1412	0.0706	0.05228	1.35	0.214

จากตารางที่ 4.11 พบว่าค่า $S = 0.209120$ $R-Sq = 97.86\%$ $R-Sq(adj) = 95.99\%$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ด้วยโปรแกรม Minitab for Analysis of variance for wastes

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F	p-value
Main Effects	3	9.47312	3.15771	72.21	0.000
2-way Interactions	3	6.44102	2.14701	49.10	0.000
3-way Interactions	1	0.07981	0.07981	1.82	0.214
Residual Error	8	0.34985	0.34985	-	-

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4.11-4.12 ด้วยโปรแกรม Minitab พบว่า แรงกดลูกยาง Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind) และ Tension ด้านเก็บม้วน (Rewind) เป็นปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาการเกิดพิมพ์เหลืองอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 4.10 ด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อหาจุดที่เหมาะสมของ Standard Conditions สรุปได้ดังนี้

1. แรงกดลูกยาง Tension คือ 5.0 Kg/cm³
2. Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind) คือ 20 Kg/cm³
3. Tension ด้านเก็บม้วน (Rewind) คือ 10 Kg/cm³

หลังจากได้จุดที่เหมาะสมแล้ว ทำการปรับค่า แรงกดลูกยาง Tension 5.0 Kg/cm³ Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind) คือ 20 Kg/cm³ และ Tension ด้านเก็บม้วน (Rewind) คือ 10 Kg/cm³ ไปทดลองวิ่งงาน 10 ใบสั่งผลิต ผลการปรับตั้งค่าใหม่ ได้ผลตามตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองหลังการปรับตั้ง Condition ใหม่

ใบสั่งผลิต	จำนวนเมตรงานที่ป้อนเข้า	จำนวนเมตรงานที่พบปัญหาพิมพ์เหลือง
1	50,000	200
2	50,000	250
3	50,000	190
4	50,000	160
5	50,000	140
6	50,000	120
7	50,000	100
8	50,000	90
9	50,000	80
10	50,000	70

จากข้อมูลตารางที่ 4.13 แสดงผลการทดลองหลังการปรับตั้ง Condition ใหม่ พบว่า ปริมาณของเสียบที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลื่อมลดลง และได้นำ Condition ดังกล่าวมาตั้งเป็น Standard Condition ดังต่อไปนี้

1. แรกกดลูกยาง Tension คือ $5.0 \pm 1 \text{ Kgf/cm}^3$
2. Tension ด้านปล่อยม้วน (Unwind) คือ $20 \pm 2 \text{ Kgf/cm}^3$
3. Tension ด้านเก็บม้วน (Rewind) คือ $10 \pm 2 \text{ Kgf/cm}^3$

สำหรับปัญหาสีลาก สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

1. ฝุ่นในอากาศ หรือจากอุปกรณ์ที่อยู่แวดล้อมตกลงไปในถาดหมึก
2. มีเศษผงและเศษหมึกเข้าไปอุดตันใน Cell ของแม่พิมพ์ และด้านหลังของใบมีดปาดหมึก
3. อายุการใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน
4. แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป

ในการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของปัญหาพิมพ์เหลื่อมและสีลาก จะทำการทดสอบสมมติฐานระดับของแต่ละปัจจัยใน 2 ระดับที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการทดลองและสามารถทำการทดลองได้ง่าย ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนการดำเนินการทดสอบสมมติฐานดังนี้

4.3.1.1 การทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบสมมติฐาน โดยดำเนินการทดลองเพื่อหาข้อมูลสนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อเป็นการยืนยันว่าสาเหตุที่สงสัยนั้นคือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาหรือความบกพร่องด้านคุณภาพ นอกจากนี้เมื่อมีการยืนยันว่าสาเหตุเหล่านั้นมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยังสามารถสรุปได้ต่อไปว่าสาเหตุดังกล่าวมีผลกระทบมากน้อยเพียงใด

ในการทดสอบสมมติฐานนี้จะใช้การทดสอบแบบ t-test เนื่องจากเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน และมีจำนวนข้อมูลไม่เกิน 30 ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ฝุ่นในอากาศ หรือจากอุปกรณ์ที่อยู่แวดล้อมตกลงไปในถาดหมึก

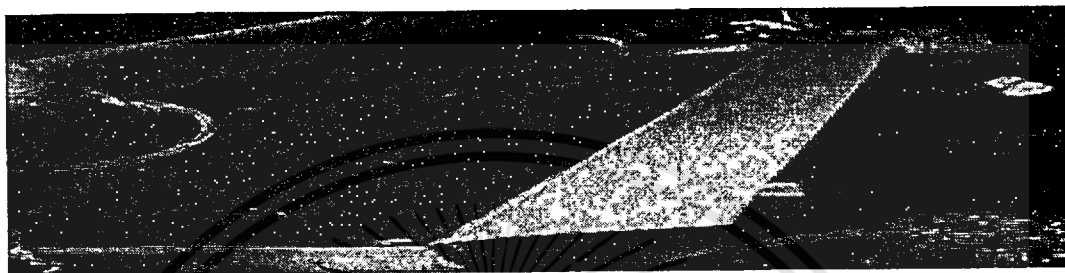
ปัญหา

ในปัจจุบันบริเวณเครื่องพิมพ์มีฝุ่นในอากาศและมีเศษหมึกตกลงไปในถาดหมึก ทำให้เกิดปัญหาสีลาก ซึ่งปัจจุบันถาดหมึกที่ใช้สำหรับใส่หมึกนั้นเป็นแบบการเปิด ดังนั้นจึงได้ทดลองใช้กระดาษปิดถาดหมึก

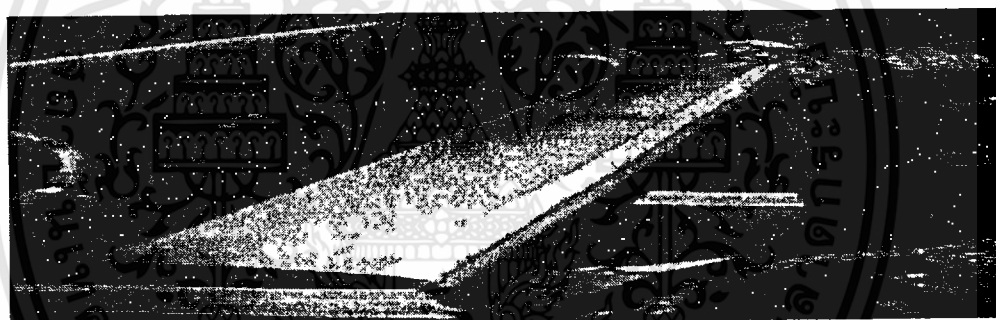
ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมกระดาษสำหรับปิดถาดหมึก
2. ทำการทดลองวิ่งงาน โดยใช้ถาดหมึกแบบปิดและแบบเปิด ดังแสดงในรูปที่ 4.13-

4.14



รูปที่ 4.13 ถาดหมึกแบบเปิด



รูปที่ 4.14 ถาดหมึกแบบปิด

3. ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยพิมพ์งานทั้งแบบเปิดและปิดอย่างละ 10 ใบส่งผลิตต่อเนื่อง เพื่อคู่ลักษณะปัญหาสีลาก

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0: \mu_1 = \mu_2$ ไม่มีความแตกต่างกันของของเสียจากปัญหาสีลากในแต่ละแบบของการใช้ถาดหมึกแบบเปิดและปิด

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ มีความแตกต่างของของเสียจากปัญหาสีลากในแต่ละแบบของการใช้ถาดหมึกแบบเปิดและปิด

เมื่อ μ_1 = ปริมาณของเสียเนื่องจากการใช้ถาดหมึกแบบเปิด

เมื่อ μ_2 = ปริมาณของเสียเนื่องจากการใช้ถาดหมึกแบบปิด

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองการใช้ถาดหมึกแบบเปิดและปิด

แบบการใช้ถาดหมึก	ใบสั่งผลิต	จำนวนเมตรงานที่ป้อนเข้า	จำนวนเมตรงานที่พบปัญหาสีตก
เปิด	1	50,000	100
เปิด	2	50,000	80
เปิด	3	50,000	90
เปิด	4	50,000	60
เปิด	5	50,000	100
เปิด	6	50,000	150
เปิด	7	50,000	100
เปิด	8	50,000	70
เปิด	9	50,000	80
เปิด	10	50,000	90
ปิด	1	50,000	50
ปิด	2	50,000	40
ปิด	3	50,000	70
ปิด	4	50,000	80
ปิด	5	50,000	80
ปิด	6	50,000	90
ปิด	7	50,000	80
ปิด	8	50,000	65
ปิด	9	50,000	120
ปิด	10	50,000	100

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4.14 ด้วยโปรแกรม Minitab

ถาดหมึก	n	Mean	Std.	SE Mean	p-value
แบบเปิด	10	92.0	24.4	7.7	0.191
แบบปิด	10	77.5	23.2	7.4	

จากตารางที่ 4.15 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab พบว่าค่า p-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.191 จึงสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันของของเสียในแต่ละแบบของถาดหมึกระบบเปิดและปิด อย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05

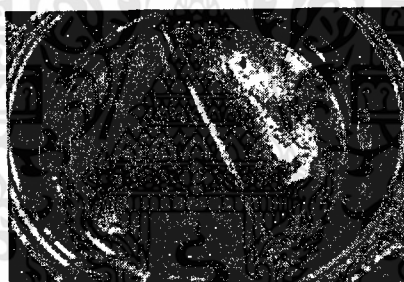
2. มีเศษผงและเศษหมึกเข้าไปอุดตันใน cell ของแม่พิมพ์ และด้านหลังของใบมีดปาดหมึกอายุการใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน

ปัญหา

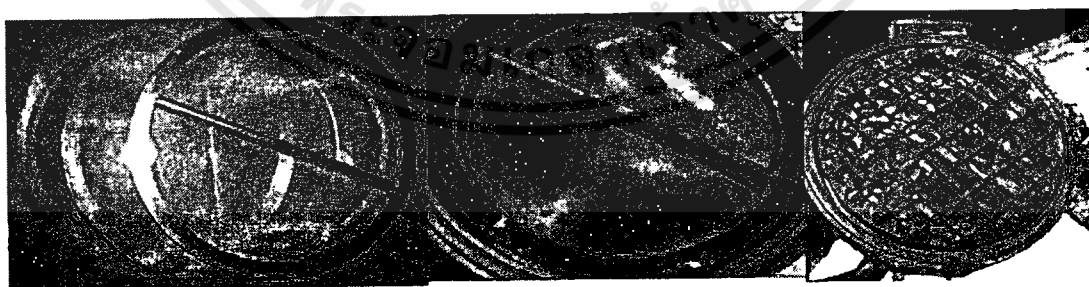
ในปัจจุบันใช้ตะแกรงกรองหมึกชั้นเดียว ซึ่งไม่เพียงพอต่อการกรองหมึกทำให้เศษหมึกตกลงไปในถาดหมึก จึงได้ทดลองเพิ่มตะแกรงกรองหมึกเป็น 3 ชั้น

ขั้นตอนในการทดลอง

1. เตรียมตะแกรงสำหรับกรองหมึก 2 แบบ คือ แบบที่ 1 ใช้ตะแกรง 1 ชั้น (เก่า) (รูปที่ 4.15) โดยใช้ตะแกรงเบอร์ 60 และแบบที่ 2 ใช้ตะแกรง 3 ชั้น ซ้อนกัน โดยมีห่วงกัน (ใหม่) โดยใช้ตะแกรงเบอร์ 40, 60 และ 80 ตามลำดับ (รูปที่ 4.16)



รูปที่ 4.15 แบบที่ 1 ใช้ตะแกรง 1 ชั้น (เก่า)



รูปที่ 4.16 แบบที่ 2 ใช้ตะแกรง 3 ชั้น ซ้อนกัน โดยมีห่วงกัน (ใหม่)

2. ทำการทดลองวิ่งงาน โดยใช้ตะแกรงกรองหมึก 2 แบบ โดยวิ่งงานประเภทเดียวกันอย่างละ 10 ใบสั่งผลิตต่อเนื่อง

3. ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง เพื่อคุณลักษณะปัญหาสีลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมุติฐานที่ใช้ในการทดสอบ

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ ไม่มีความแตกต่างกันของของเสียจากปัญหาสีลากในแต่ละแบบของการใช้
ตะแกรง

$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$ มีความแตกต่างของของเสียจากปัญหาสีลากในแต่ละแบบของการใช้
ตะแกรง

เมื่อ μ_1 = ปริมาณของเสียเนื่องจากการใช้ตะแกรงแบบที่ 1 ใช้ตะแกรง 1 ชั้น

เมื่อ μ_2 = ปริมาณของเสียเนื่องจากการใช้ตะแกรงแบบที่ 2 ชั้น ซ้อนกัน โดยมีห่วงกัน

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองการใช้ตะแกรงแบบที่ 1 และ 2

แบบของตะแกรง	ครั้งที่	จำนวนเมตรงานที่	จำนวนเมตรงานที่พบปัญหาสีลาก
1	1	50,000	2,000
1	2	50,000	1,700
1	3	50,000	900
1	4	50,000	1,400
1	5	50,000	1,200
1	6	50,000	1,000
1	7	50,000	800
1	8	50,000	1,900
1	9	50,000	1,300
1	10	50,000	1,000
2	1	50,000	80
2	2	50,000	0
2	3	50,000	30
2	4	50,000	50
2	5	50,000	50
2	6	50,000	100
2	7	50,000	70
2	8	50,000	40
2	9	50,000	0
2	10	50,000	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4.16 ด้วยโปรแกรม Minitab

แบบของตะแกรง	n	Mean	Std.	SE Mean	p-value
1	10	1,320	424	134	0.000
2	10	48.0	32.2	10	

จากตารางที่ 4.17 แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab พบว่าค่า p-value ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.000 จึงสรุปได้ว่ามีความแตกต่างกันของของเสียในแต่ละแบบของตะแกรงที่ใช้กรองหมึก อย่างมีนัยสำคัญด้วยระดับนัยสำคัญ 0.05

3.อายุการใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน

ในปัจจุบันใบมีดปาดหมึกที่ใช้สำหรับการพิมพ์นั้น มีอายุการใช้งานนาน และไม่มีการกำหนดอายุการใช้งาน ดังนั้นจึงได้ทดลองหาอายุการใช้งานที่เหมาะสม ขั้นตอนในการทดลอง

1. ทำการทดลองหาอายุการใช้งานของใบมีดปาดหมึกที่เหมาะสม โดยทดลองใช้ใบมีดปาดหมึกที่มีอายุการใช้งานทุก 50,000 เมตร แบ่งเป็น 50,000 เมตร 100,000 เมตร และ 150,000 เมตร
2. ทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลองโดยดูปริมาณการเกิดของเสีย

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองการใช้งานใบมีดปาดหมึก

ระยะวิ่งงาน (เมตร)	จำนวนเมตรงานที่พบปัญหาสีลาก	เปอร์เซ็นต์ของเสีย
0-50,000	50	0.10
50,000-100,000	100	0.10
100,000-150,000	2,000	1.33

จากการทดลองจึงได้ทำการกำหนดอายุการใช้งานของใบมีด โดยทุกการวิ่งงาน 100,000 เมตร จะต้องทำการเปลี่ยนใบมีด เพื่อไม่ให้มีดแตกหรือสึก ซึ่งจะเป็ตัวก่อให้เกิดปัญหาสีลาก

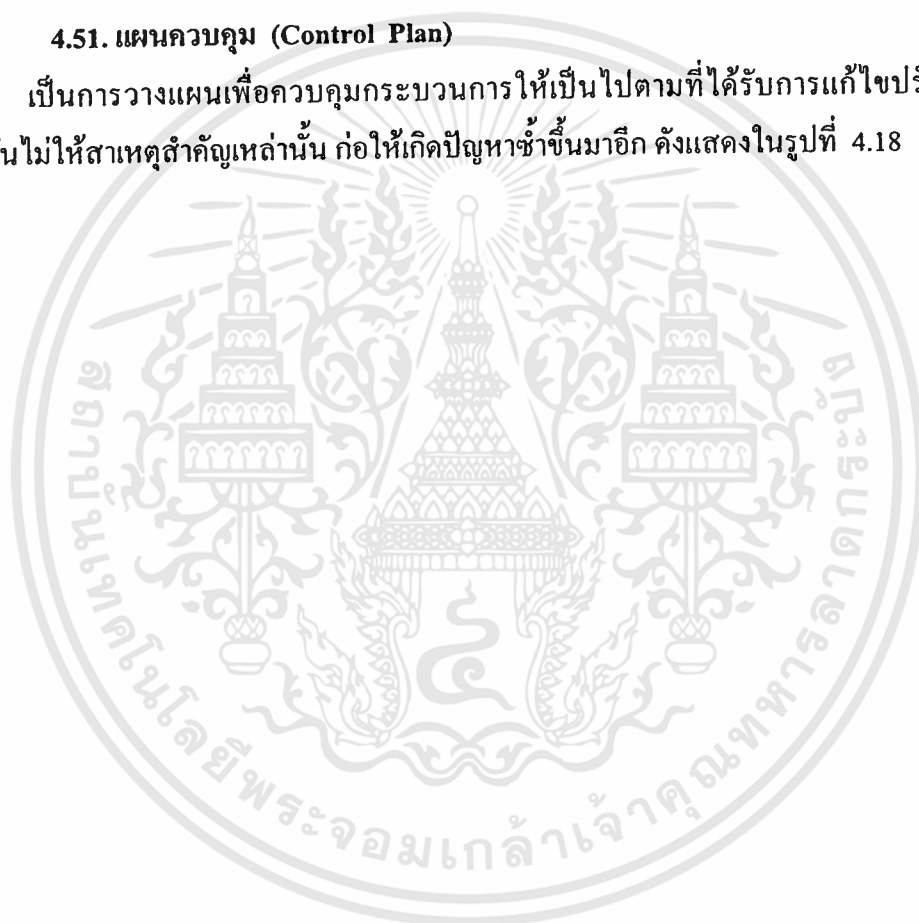
4. แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป ทำให้เซลล์ตัน สีจืด เกิดเส้นในสกรีนในเวลาต่อมา ดังนั้นจึงได้ขัดผิวแม่พิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน และจัดหาแม่พิมพ์ชุดสำรองให้เมื่อมีการพิมพ์งานเกิน 100,000 เมตร

4.5 การควบคุม (Control Phase)

เมื่อสามารถระบุปัญหาหรือสาเหตุปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำแนวทางนั้นไปปฏิบัติตาม โดยจะต้องคำนึงถึงว่าไม่ส่งผลข้างเคียงใดๆ นอกจากนั้นการแก้ไขปัญหาก็ต้องเน้นกิจกรรมเพื่อการแก้ไข และเน้นการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นมา โดยจัดทำแผนการควบคุม (Control Plan) และจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน

4.51. แผนควบคุม (Control Plan)

เป็นการวางแผนเพื่อควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามที่ได้รับการแก้ไขปรับปรุงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสาเหตุสำคัญเหล่านั้น ก่อให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นมาอีก ดังแสดงในรูปที่ 4.18



ตารางที่ 4.19 แผนควบคุม (Control Plan)

Process	บ้จยนำเข้า	ผลลัพท์	ข้อกำหนดของกระบวนการ	ระบบการวัด	มาตรการควบคุม	ผู้รับผิดชอบ
Printing	คุณภาพดูยาง	พิมพ์เหลือง	1. ตรวจสอบสภาพดูยางก่อนเริ่มใช้งาน ดูยางต้องมีพื้นผิวราบเรียบ 2. ความแข็งดูยาง 75±5 ชอร์ 3. มีจำนวนลูกของรอรอบอย่างน้อย 20 ลูก/เครื่อง 4. กำหนดให้เปลี่ยนลูกยางที่ใช้สำหรับการพิมพ์ทุกๆ 100,000 เมตร	ตรวจสอบด้วยการมอง เครื่องวัดความแข็ง รายการตรวจสอบ รายการตรวจสอบ รายการตรวจสอบ	รายการตรวจสอบ Standard Condition ป้ายเตือน ป้ายเตือน Standard Condition	พนักงานเครื่อง หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง
	แรงกดดูยาง	พิมพ์เหลือง	1. ปรับตั้งแรงกดดูยาง 5±1 kgf/cm ²	รายการตรวจสอบ	Standard Condition	หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง
	Tension	พิมพ์เหลือง	1. ปรับ Tension ค้าน Unwind 20±2 kgf/cm ² 2. ปรับ Tension ค้าน Rewind 10±2 kgf/cm ²	ตรวจสอบด้วยการมอง ตรวจสอบด้วยการมอง	Standard Condition Standard Condition	หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง
	Register Control	พิมพ์เหลือง	1. ทำการตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมการซ้อนภาพในชั้นตอนตั้งเครื่องและเริ่มพิมพ์	รายการตรวจสอบ	ระบบเสียงเตือน	พนักงานเครื่อง
	เพลตาม้วนพิมพ์	พิมพ์เหลือง	1. ทำการตรวจสอบเพลตาม้วนพิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน ถ้าพบว่าเม้วนพิมพ์ชำรุดให้ทำการถักแยกและส่งซ่อมทันที	รายการตรวจสอบ	ป้ายเตือน	พนักงานเครื่อง
	ตะแกรงกรองหมึก	สีตก	1. กำหนดให้ใช้ตะแกรงกรองหมึก 3 ชั้น ซ้อนกัน โดยมีหัวกับ โดยใช้ตะแกรงเบอร์ 40, 60 และ 80 ตามลำดับ เพื่อป้องกันเศษหมึกลงในภาคหมึก	ตรวจสอบด้วยการมอง	รายการตรวจสอบ	พนักงานเครื่อง
	ใบมีดปาดหมึก	สีตก	1. กำหนดให้เมื่อวิ่งงานครบ 100,000 เมตร จะต้องทำการเปลี่ยนใบมีดเพื่อไม่ให้มีขีดแตกหรือสึก	รายการตรวจสอบ	ป้ายเตือน	พนักงานเครื่อง
	แม่พิมพ์	สีตก	1. ตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน 2. จัดหาแม่พิมพ์ชุดสำรองไว้เมื่อมีการพิมพ์งานเกิน 100,000 เมตร	ตรวจสอบด้วยการมอง รายการตรวจสอบ	รายการตรวจสอบ ป้ายเตือน	หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง หัวหน้าแผนกพิมพ์/พนักงานเครื่อง

4.5.2 จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน

เพื่อให้พนักงานทุกคนได้ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ โดยมีรายละเอียดของวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการพิมพ์ เครื่อง PT-001 หมายเลขเอกสาร WI-PT-001 ดังต่อไปนี้

1. นำแม่พิมพ์มาที่เครื่องพิมพ์ ให้เรียงลำดับของแม่พิมพ์ให้ถูกต้องโดยดูจากหมายเลขของแม่พิมพ์ที่อยู่ในรูปลูกศรที่อยู่ข้างของแม่พิมพ์ และทำการตรวจสอบแม่พิมพ์ลงในแบบฟอร์มหมายเลขเอกสาร PT-F-001 เพื่อทำการตรวจสอบแม่พิมพ์ก่อนพิมพ์

แบบฟอร์มการตรวจสอบแม่พิมพ์				หมายเลขเอกสาร PT-F-001
ใบสั่งผลิต		ชื่องาน.....		วันที่.....
รหัสงาน.....		เครื่อง.....		
แม่พิมพ์	รหัสแม่พิมพ์	สภาพแม่พิมพ์		หมายเหตุ
No. 1		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 2		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 3		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 4		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 5		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 6		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 7		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
No. 8		<input type="checkbox"/> สมบูรณ์	<input type="checkbox"/> มีแผล	
ผู้เบิก	ผู้จ่าย.....	ผู้รับ.....		
เวลา	เวลา	เวลา		

รูปที่ 4.17 แบบฟอร์มการตรวจสอบแม่พิมพ์

- วางแม่พิมพ์เข้าในแต่ละยูนิตของเครื่องพิมพ์ และล็อกแม่พิมพ์เข้ากับแท่นพิมพ์
- นำกระดาษใส่ในทุกยูนิตที่ใช้ในการพิมพ์
- หมุนตัวกระดาษแต่ละยูนิต เพื่อยกกระดาษขึ้นไปหาแม่พิมพ์ จนกว่ากระดาษอยู่ในระดับที่แม่พิมพ์จุ่มลงในหมึกพิมพ์
- นำมีดปาดหมึกมาใส่แทนใส่มีดในทุกยูนิตที่ใช้ในการพิมพ์งาน และล็อกมีดด้วยน็อตทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พับกระดาษทรายเบอร์ 400 ประมาณ 4 ชั้น จุ่มลงในน้ำมันเครื่อง และนำไปลับหน้ามีดทุกเล่ม เสร็จแล้วให้ใช้ผ้าชุบน้ำมันเช็ดหน้ามีด แล้วตรวจสอบดูหากพบว่าใบมีดแตก ต้องเปลี่ยนใบมีดใหม่ และกำหนดให้เมื่อวิ่งงานครบ 100,000 เมตร จะต้องทำการเปลี่ยนใบมีด เพื่อไม่ให้มีดแตกหรือสึก

7. ดึงปุ่มควบคุม Outfeed Unit ขึ้น และหมุนปุ่มปรับแรงกดของลูกยาง (เมื่อเครื่องเริ่มวิ่งงาน อาจจะต้องมาปรับอีกครั้ง)

8. ดึงปุ่มควบคุม Rewind Tension ที่อยู่ควบคุม Outfeed Unit ขึ้น และหมุนปุ่มปรับความตึงของการเข้าม้วน (เมื่อเครื่องเริ่มวิ่งงาน อาจจะต้องมาปรับอีกครั้ง)

9. ดึงปุ่มควบคุม Outfeed Unit ขึ้น และหมุนปุ่มปรับความตึงของฟิล์มระหว่าง Infeed และ Out feed (เมื่อเครื่องเริ่มวิ่งงาน อาจจะต้องมาปรับอีกครั้ง)

10. หมุนปุ่ม Speed Control ที่แผงควบคุมกลางในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่อเพิ่มความเร็วของแม่พิมพ์ จนมีความเร็วประมาณ 120 เมตร/นาที ตาม Standard Condition

11. ใช้ผ้าชุบ Solvent เช็ดแม่พิมพ์ทุกตัวที่ใช้ในการพิมพ์งานนั้นๆ โดยเช็ดตลอดความยาวของแม่พิมพ์ หลังจากนั้น ใช้ผ้าแห้งเช็ด Solvent ออกให้หมด

12. ใช้กระดาษทรายเบอร์ 800 ขัดแม่พิมพ์ทุกตัวที่ใช้ในการพิมพ์งานนั้น ๆ จนกว่าผิวแม่พิมพ์ทุกตัวจะเรียบ แต่ถ้าเป็นแม่พิมพ์ใหม่ ให้ใช้กระดาษทรายเบอร์ 600 ขัดหัวแม่พิมพ์ก่อนที่จะทำการขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 800

13. ทำการปรับ Speed ลดความเร็วของแม่พิมพ์ให้มีความเร็วประมาณ 20 เมตร/นาที

14. เทหมึกที่ทางแผนกหมึกพิมพ์เตรียมไว้ให้ลงในถังใส่หมึกและกรองสีผ่านตะแกรงทุกสี

15. เปิดเครื่องวัดความหนืดของหมึก โดยการเลื่อนปุ่มเปิดเครื่องไปที่ตำแหน่ง On

16. ใช้ลูกโป่งอลูมิเนียมช่วยกวนหมึก เพื่อไม่ให้หมึกแห้งเป็นฝ้าลอยหน้าหรือใช้ลูกโป่งพลาสติกช่วยในการกวนหมึก

17. ดึงปุ่มควบคุมใบมีดปาดหมึกที่อยู่บนแผงควบคุมในแต่ละชนิดที่ใช้ในการพิมพ์งานนั้นๆ วางแทนมีดปาดหมึกลงบนแม่พิมพ์ในทุกชนิดที่ใช้ในการพิมพ์นั้น ๆ โดยการคลายตัวล็อกแทนมีดออก และหมุนตัวปรับระยะมีดที่อยู่ด้านข้างของแทนจับมีดในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

18. หมุนปุ่ม Heating Control เพื่อตั้งค่าอุณหภูมิในแต่ละชนิดที่ใช้ในการพิมพ์ ค่าที่เลือกมีอยู่ 3 ระดับ คือ 1,2 และ 3 ถ้าตั้งค่ามากอุณหภูมิก็จะมากตาม และขนาดของความร้อนที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุพิมพ์

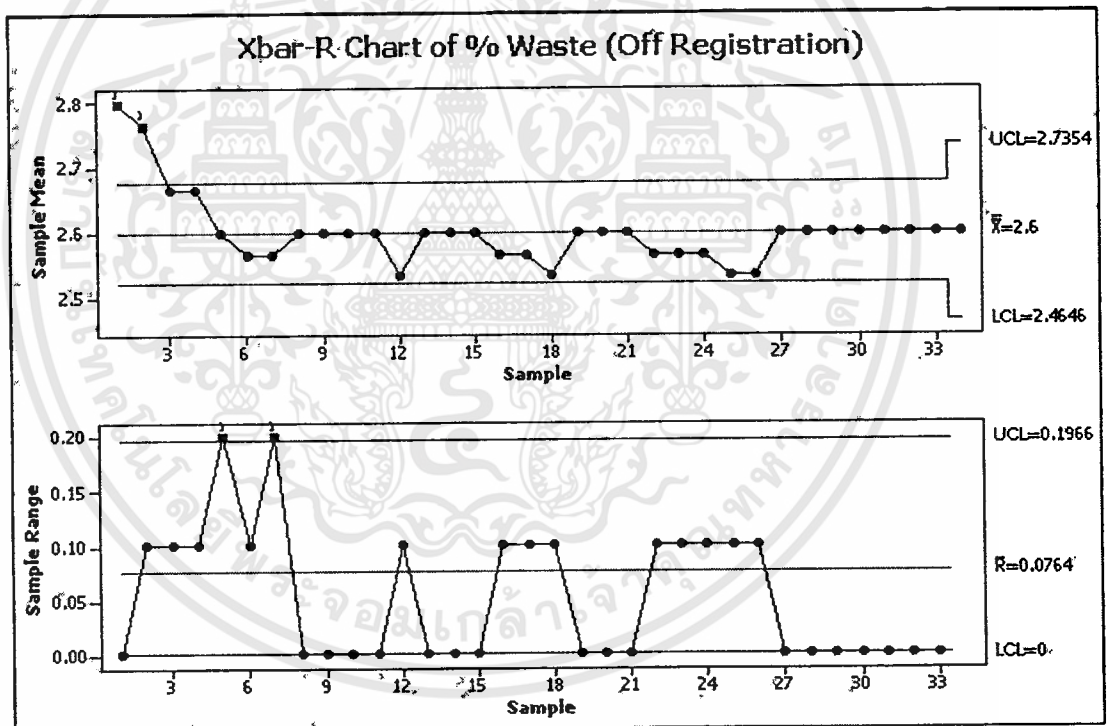
19. กดปุ่ม Inch Down ที่อยู่ในส่วนของ Impression ในแต่ละชนิดที่ใช้งาน เพื่อให้ลูกยางกดลงแม่พิมพ์

20. กดปุ่ม Lock Down ที่อยู่ในส่วนของ Impression ในแต่ละชนิดที่ใช้งาน เพื่อล็อกลูกยาง

21. หมุนปุ่ม Speed Control ที่แผงควบคุมกลางในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่อเพิ่มความเร็วของเครื่องพิมพ์
22. หมุนปุ่มที่ควบคุม Web Guide ที่อยู่บนแผงควบคุมด้าน Unwind ไปที่ตำแหน่ง On
23. เปิด Stroboscope และปรับความถี่ในการกะพริบของหลอดไฟ จนกว่าจะเห็นภาพหยุดนิ่ง
24. ปรับแรงกดของลูกยางโดยการหมุนปุ่ม Impression Pressure Control ที่อยู่ด้านบนของแผงควบคุมในแต่ละยูนิตของเครื่องพิมพ์ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เพื่อเพิ่มแรงกดลูกยางที่กดลงบนแม่พิมพ์ ให้มีค่า $5 \pm 1 \text{ Kgf/cm}^3$ (ตาม Standard Condition) ลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบงานพิมพ์
25. ปรับแรงกดของมีดปาดหมึกในแต่ละยูนิตให้มีค่า $3 \pm 1 \text{ Kgf/cm}^3$ (ตาม Standard Condition) ลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบงานพิมพ์
26. ปรับ Tension ในการเข้าม้วนด้าน Rewind ให้มีค่า $10 \pm 2 \text{ Kgf/cm}^3$ (ตาม Standard Condition) ลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบงานพิมพ์
27. เมื่อจำเป็นต้องหยุดเครื่องพิมพ์ขณะพิมพ์งาน ให้เปิดมีดเพื่อให้สีพอกแม่พิมพ์อยู่และแม่พิมพ์ต้องหมุนอยู่ตลอดเวลาเพื่อป้องกันสีอุดตัน
28. เมื่อต้องการเปลี่ยนงานหรือจบงาน ให้กดปุ่ม Stop หรือ Slow Rotation Off ที่แผงควบคุมกลางเพื่อให้เครื่องค่อย ๆ วิ่งช้าลง
29. กดปุ่ม Slow ก่อนกดปุ่ม Stop ที่อยู่แผงควบคุมกลางหรือที่แผงควบคุมแต่ละยูนิต เพื่อให้เครื่องหยุดทำงาน และยกลูกยางขึ้น
30. ถ้าเห็นว่าแม่พิมพ์ยังจุ่มอยู่ในถาดหมึก ให้หมุนด้วยถาดหมึกที่อยู่ด้านล่างทางฝั่งตัวขับในแต่ละยูนิตในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา จนกว่าแม่พิมพ์จะพ้นจากหมึก
31. เมื่อสีไหลออกจากถาดหมึกจนหมดให้ใช้ Solvent ที่ใช้กับสีนั้น ล้างแม่พิมพ์เพื่อไล่เอาสีที่ติดอยู่ที่แม่พิมพ์บางส่วนออกไป
32. ใช้ผ้าชุบ Solvent ที่ใช้กับสีชนิดนั้น เช็ดหัวเพลลาและแม่พิมพ์ จนสะอาด
33. นำแม่พิมพ์ออกจากเครื่อง โดยการคลายลือคที่หัวเพลลาของแม่พิมพ์และเลื่อนแม่พิมพ์จากเครื่องมาไว้ในแท่นเคลื่อนย้ายแม่พิมพ์
34. เทสีที่เหลือในถังเก็บหมึกเพื่อเก็บหมึกไว้ใช้ต่อไป
35. ล้างถาดด้วย Solvent ที่ใช้กับสีชนิดนั้น
36. ล้างมอเตอร์ปั๊มสีจนสะอาดด้วย Solvent ที่ใช้กับสีชนิดนั้น
37. ล้างเครื่องวัดความหนืดของหมึก (Viscosity) ด้วย Solvent ที่ใช้กับสีชนิดนั้น

4.5.3 จัดทำแผนภูมิควบคุม

หลังการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้จัดทำแผนควบคุมและจัดทำมาตรฐานในการปฏิบัติงานเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นจัดทำแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) เพื่อควบคุมค่าเฉลี่ยและค่าความแปรผันหรือค่าการกระจายของกระบวนการผลิต เนื่องจากการพิจารณาว่า กระบวนการผลิตอยู่ภายใต้การควบคุมหรือไม่นั้น จะต้องพิจารณาทั้งค่าเฉลี่ยของกระบวนการว่ามีค่าเหมาะสมตามที่กำหนด และมีการกระจายของข้อมูลที่เหมาะสมคือไม่มากเกินไปหรือไม่ โดยทำการเก็บข้อมูล 200 ข้อมูล จากการผลิต 2 เดือน สังกัดจากแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) รูปที่ 4.17-4.18 ซึ่งแสดงค่าความแปรผันหรือการกระจายของกระบวนการผลิต

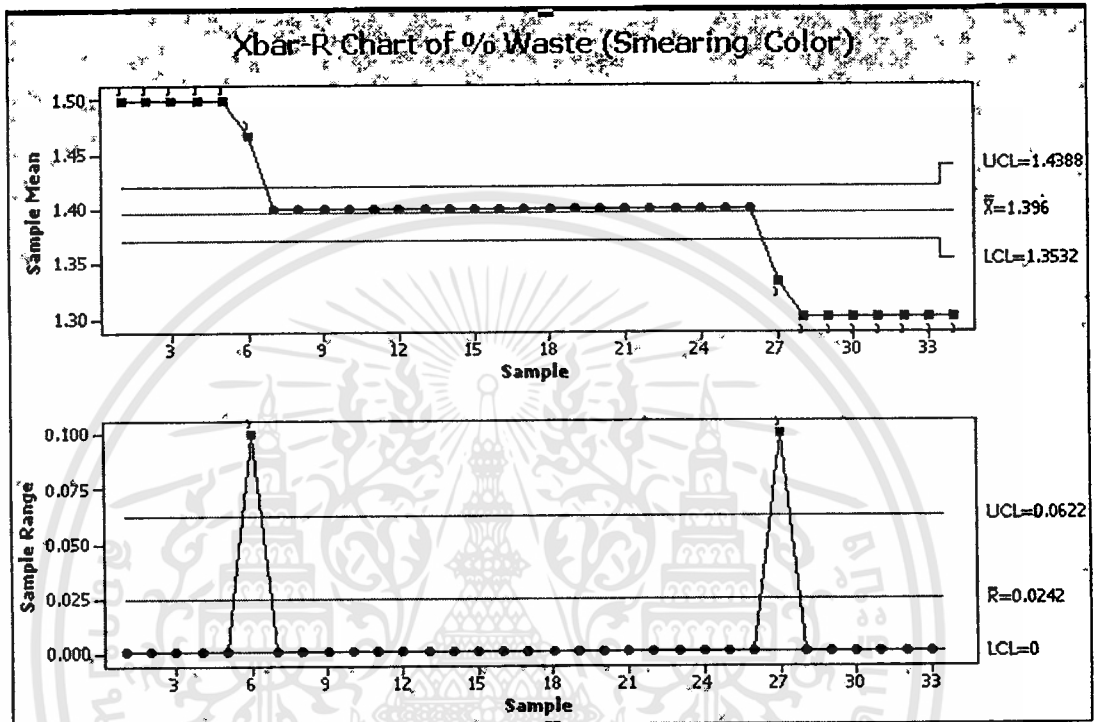


รูปที่ 4.18 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) ของปัญหาพิมพ์เหลือง

จากรูปที่ 4.18 แสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) ของปัญหาพิมพ์เหลือง พบว่าค่าเฉลี่ยของปัญหาพิมพ์เหลืองหลังการปรับปรุงในช่วงใบสั่งผลิตที่ 1 ถึง 3 อยู่นอกขอบเขตที่กำหนด เนื่องจากในช่วงแรกของการปรับปรุงพนักงานยังไม่ได้ปฏิบัติตามแผนควบคุม (Control Plan) และมาตรฐานการปฏิบัติงาน แต่หลังจากทำความเข้าใจกับพนักงาน และให้พนักงานปฏิบัติตามแผนควบคุม (Control Plan) และมาตรฐานการปฏิบัติงานที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าค่าเฉลี่ยของปัญหาพิมพ์เลื่อมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 2.6 เปอร์เซ็นต์ และค่าพิสัยของกระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุม



รูปที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) ของปัญหาสีลาก

จากรูปที่ 4.19 แสดงแผนภูมิควบคุมค่าเฉลี่ยและพิสัย (X-bar Chart และ R Chart) ของปัญหาสีลาก พบว่าค่าเฉลี่ยของปัญหาสีลากหลังการปรับปรุงในช่วงการผลิตใบสั่งผลิตที่ 1 ถึง 6 อยู่นอกขอบเขตที่กำหนด เนื่องจากในช่วงแรกของการปรับปรุงพนักงานยังไม่ได้ปฏิบัติตามแผนควบคุม (Control Plan) และมาตรฐานการปฏิบัติงาน แต่หลังจากทำความเข้าใจกับพนักงานและให้พนักงานปฏิบัติตามแผนควบคุม (Control Plan) และมาตรฐานการปฏิบัติงานที่กำหนดพบว่าค่าเฉลี่ยของปัญหาสีลากโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.4 เปอร์เซ็นต์ และค่าพิสัยของกระบวนการผลิตอยู่ในการควบคุมในช่วงหลังใบสั่งผลิตที่ 29 และคงที่

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

รายละเอียดในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวโดยสรุปถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีดำเนินการวิจัย สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ โดยประกอบด้วยข้อเสนอแนะการนำไปใช้และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

จากการนำแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกมา มาใช้ในการลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนกรณีศึกษา บริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด โดยเลือกปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้ 2 ประการคือ

1. ศึกษาแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกมา ไปปฏิบัติใช้เพื่อลดปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก

2. เพื่อศึกษาสาเหตุที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก

การดำเนินการวิจัยจะใช้แนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกมา ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา (Define Phase) การวัด (Measure Phase) การวิเคราะห์ (Analyze Phase) การปรับปรุง (Improve Phase) และการควบคุม (Control Phase) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ของ บริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลีโพรดักส์ จำกัด ในระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 มาเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากมีปริมาณของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนของลูกค้า พบว่ามาจากกระบวนการพิมพ์เป็นจำนวนมากที่สุด 2 อันดับแรก

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สรุปการนิยามปัญหา (Define Phase)

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของเสียและข้อร้องเรียนของลูกค้าของกระบวนการพิมพ์ในระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ของเสียที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลากมีปริมาณมากและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้ามากที่สุดตามลำดับ ดังนั้นหากมีการปรับปรุงกระบวนการพิมพ์ขึ้นก็จะส่งผลในการลดความสูญเสียสำหรับกระบวนการพิมพ์ และเพื่อความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงได้นำวิธีซิกมา มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ ในกรณีของปัญหาพิมพ์เหลือง และสีลาก

5.1.2 สรุปผลขั้นตอนการวัดเพื่อกำหนดสาเหตุปัญหา (Measure Phase)

แผนการกระบวนการ (Process Map) เป็นการศึกษากระบวนการผลิตในทุกขั้นตอนของกระบวนการพิมพ์อย่างละเอียด ซึ่งประกอบไปด้วย หน่วยปล่อยม้วน (Unwind Unit) หน่วยพิมพ์ (Printing Unit) และหน่วยเก็บม้วน (Rewind Unit) เพื่อที่ระดมความคิดและเพื่อระบุปัจจัยที่เป็นไปที่มีผลกระทบต่อการศึกษาพิมพ์เหลือและสีลากในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

สำหรับผลของการวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัด สรุปได้ว่า พนักงานแต่ละคนมีความสามารถในการตรวจสอบไม่เท่ากัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 96.97% คนที่ 2 เท่ากับ 93.33 % และคนที่ 3 เท่ากับ 96.67% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 83.33% คนที่ 2 เท่ากับ 76.67% และคนที่ 3 เท่ากับ 73.33% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้าน Repeatability การตรวจสอบเท่ากับ 56.67%

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบเท่ากับ 53.33%

โดยการตัดสินใจว่าประสิทธิภาพของแต่ละดัชนีสามารถยอมรับได้หรือไม่ จะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดโดยปกติค่าที่วัดได้จะต้องมีค่า 95 เปอร์เซนต์ขึ้นไป จึงสามารถสรุปได้ว่าความสามารถของกระบวนการวัดแบบข้อมูลของพนักงานอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ จากผลการวิเคราะห์ความถูกต้องและแม่นยำของระบบการวัดก่อนการอบรม พบว่าประสิทธิภาพของแต่ละดัชนีต่ำกว่า 95 เปอร์เซนต์ ดังนั้นจะต้องทำการปรับปรุงระบบการวัด โดยการจัดฝึกอบรมพนักงาน ในเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการพิมพ์และการดูแลรักษาของปัญหา เพื่อให้เข้าใจถึงพื้นฐานของการพิมพ์และลักษณะของเสียได้อย่างถูกต้อง เข้าใจหลักเกณฑ์การตัดสินใจในการแยกแยะความแตกต่างของเสียจากกระบวนการพิมพ์ โดยหลังการอบรม พบว่าผลการตรวจสอบงานดีขึ้นและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบ เปอร์เซนต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบ เปอร์เซนต์ประสิทธิผลด้าน Repeatability ของการตรวจสอบ และเปอร์เซนต์ด้านความไม่ลำเอียงของการตรวจสอบ ซึ่งมีค่ามากกว่า 95 เปอร์เซนต์ สรุปได้ดังต่อไปนี้

เปอร์เซ็นต์ Repeatability ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 100% คนที่ 2 เท่ากับ 96.67% และคนที่ 3 เท่ากับ 100% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ความไม่ลำเอียงของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 เท่ากับ 100% คนที่ 2 เท่ากับ 96.67% และคนที่ 3 เท่ากับ 100% ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้าน Repeatability ของการตรวจสอบเท่ากับ 96.67%

เปอร์เซ็นต์ประสิทธิผลด้านความลำเอียงของการตรวจสอบเท่ากับ 96.67%

5.1.3 สรุปผลขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase)

ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาจากตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause and Effect Matrix) และผลจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) สรุปได้ดังนี้

ผลจากการวิเคราะห์ปัญหาจากตารางสาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix)

จากผลการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อการเกิดปัญหาพิมพ์เหลือง สำหรับกระบวนการพิมพ์ โดยสมาชิกในกลุ่ม พบว่าคะแนนรวมทั้งหมดของปัจจัย มีค่าเท่ากับ 890 คะแนน และทำการเลือกปัจจัยตามลำดับคะแนนที่ได้จัดเรียงไว้ในแผนภูมิพารето เพื่อนำไปศึกษาต่อด้วย FMEA ต่อไป โดยปัจจัยที่ได้เลือกไว้รวมทั้งสิ้น 7 ปัจจัย ได้แก่ ทักษะพนักงาน ลูกยาง แรงกดลูกยาง Tension ระบบการควบคุมการซ้อนภาพ แม่พิมพ์ และอุณหภูมิคู่อบ ผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัยทั้งหมดที่ได้เลือกไว้มีค่าเท่ากับ 590 คะแนน คิดเป็น 66 เปอร์เซ็นต์

จากผลการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยที่มีต่อการเกิดปัญหาสีลาก สำหรับกระบวนการพิมพ์ โดยสมาชิกในกลุ่ม พบว่าคะแนนรวมทั้งหมดของปัจจัย มีค่าเท่ากับ 420 คะแนน และทำการเลือกปัจจัยตามลำดับคะแนนที่ได้จัดเรียงไว้ในแผนภูมิพารето เพื่อนำไปศึกษาต่อด้วย FMEA ต่อไป โดยปัจจัยที่ได้เลือกไว้รวมทั้งสิ้น 3 ปัจจัย ได้แก่ มีดบาดหมึก ความสะอาดหมึก และแม่พิมพ์ ผลรวมคะแนนความสำคัญของปัจจัยทั้งหมดที่ได้เลือกไว้มีค่าเท่ากับ 280 คะแนน คิดเป็น 67 เปอร์เซ็นต์

ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) โดยนำผลคะแนน RPN ที่ได้มาจัดเรียงจากมากไปน้อยด้วยแผนภูมิพารето เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย และจากการวิเคราะห์แผนภูมิพารโตพบว่าปัจจัยนำเข้าที่จะถูกเลือกเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไปมีดังนี้ สำหรับปัญหาพิมพ์เหลือง สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

1. คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม มีค่า RPN เท่ากับ 800 คะแนน
2. แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ มีค่า RPN เท่ากับ 800 คะแนน
3. Tension ในการพิมพ์ไม่มี Standard Condition มีค่า RPN เท่ากับ 700 คะแนน
4. ตัวควบคุมการซ้อนภาพทำงานผิดปกติ มีค่า RPN เท่ากับ 630 คะแนน
5. เพลาแม่พิมพ์ชำรุด มีค่า RPN เท่ากับ 405 คะแนน

ซึ่งปัจจัย 5 ปัจจัย นั้นมีคะแนน RPN รวมทั้งสิ้น 3,335 คะแนน คิดเป็น 81 เปอร์เซ็นต์ ของคะแนน RPN ทั้งหมด 4,130 คะแนน

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) โดยนำผลคะแนน RPN ที่ได้มาจัดเรียงจากมากไปน้อยด้วยแผนภูมิพารโต เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย และจากการวิเคราะห์แผนภูมิพารโตพบว่าปัจจัยนำเข้าที่จะถูกเลือกเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไปมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับปัญหาสีลาก สาเหตุที่สำคัญ ได้แก่

1. ฝุ่นในอากาศ หรือจากอุปกรณ์ที่อยู่แวดล้อมตกลงไปในถาดหมึก มีค่า RPN เท่ากับ 1,000 คะแนน
2. มีเศษผงและเศษหมึกเข้าไปอุดตันใน Cell ของแม่พิมพ์ และด้านหลังของใบมีดปาดหมึก มีค่า RPN เท่ากับ 1,000 คะแนน
3. อายุการใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน มีค่า RPN เท่ากับ 720 คะแนน
4. แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป มีค่า RPN เท่ากับ 700 คะแนน

จากปัจจัย 4 ปัจจัย พบว่ามีคะแนน RPN รวมทั้งสิ้น 3,420 คะแนน คิดเป็น 86 เปอร์เซ็นต์ ของคะแนน RPN ทั้งหมด 3,970 คะแนน

5.1.4 การปรับปรุง (Improve Phase)

ในงานวิจัยนี้ได้นำเอาการปรับปรุงอย่างง่าย (Quick Win) มาช่วยในการแก้ไขปัญหาพิมพ์เหลืองแต่ละสาเหตุ ดังต่อไปนี้

1. คุณภาพลูกยางไม่เหมาะสม มีสาเหตุมาจาก ลูกยางไม่มีการจับอายุการใช้งาน ลูกยางไม่มีการตรวจสอบความแข็งและก่อนใช้งาน ดังนั้นทางทีมจึงได้ดำเนินการแก้ไขดังนี้

- 1.1 สำหรับลูกยางไม่มีการจับอายุการใช้งาน ได้ทำการกำหนดวิธีการแก้ไข ปัญหาจากสาเหตุเรื่องลูกยางไม่มีการจับอายุการใช้งาน คือ กำหนดอายุการใช้งานของลูกยาง โดยกำหนดการเปลี่ยนลูกยางที่ใช้สำหรับการพิมพ์ทุก ๆ 100,000 เมตร

- 1.2 ลูกยางไม่มีการตรวจสอบความแข็ง ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาพิมพ์เหลือง โดยในสภาพปัจจุบันก่อนการใช้งานลูกยางจะไม่มีการตรวจสอบความแข็งของลูกยาง ดังนั้นจึงได้ทำการจัดซื้อเครื่องตรวจสอบความแข็งของลูกยาง เพื่อตรวจสอบสภาพลูกยางก่อนเริ่มใช้งาน เนื่องจากสภาพการใช้งานของลูกยางไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดการกดทับฟิล์มขณะพิมพ์กับแม่พิมพ์ไม่สมบูรณ์ โดยก่อนเริ่มทำการผลิตงานทุกครั้งจะต้องทำการตรวจสอบลูกยางก่อนการเริ่มใช้งาน และทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มการตรวจสอบ

2. แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอ ถ้าใช้แรงกดลูกยางไม่สม่ำเสมอและไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลือง จึงได้มีการจัดทำ Standard Condition เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการพิมพ์

3. Tension ในการพิมพ์ไม่มี Standard Condition จึงได้มีการจัดทำ Standard Condition เพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการพิมพ์ และทำการตรวจสอบการทำงานของ Tension ในขั้นตอนการตั้งเครื่องและขณะพิมพ์

4. ตัวควบคุมการซoonภาพทำงานผิดปกติ โดยทำการตรวจสอบการทำงานของระบบควบคุมการซoonภาพในขั้นตอนตั้งเครื่องและเริ่มพิมพ์ ซึ่งตัวควบคุมการซoonภาพจะทำหน้าที่ปรับการซoonภาพขณะทำการพิมพ์เป็นระบบปรับซoonภาพโดยอัตโนมัติ ถ้าตัวควบคุมการซoonภาพเสียจะทำให้มีของเสียที่เกิดจากปัญหาพิมพ์หลือมมาก

5. เพลาแม่พิมพ์ชำรุด โดยทางทีมงานได้กำหนดแนวทางการแก้ไขคือทำการตรวจสอบเพลาแม่พิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน ถ้าพบว่าแม่พิมพ์ชำรุด ให้ทำการคัดแยกและส่งซ่อมทันที สำหรับปัญหาสีลากมีวิธีการแก้ไขสาเหตุ ดังต่อไปนี้

1. มีเศษผงและเศษหมึกเข้าไปอุดตันใน Cell ของแม่พิมพ์ วิธีการแก้ไขคือกำหนดให้ใช้ตะแกรงกรองหมึก 3 ชั้น ซoonกัน โดยมีห้วงกัน โดยใช้ตะแกรงเบอร์ 40, 60 และ 80 ตามลำดับ เพื่อป้องกันเศษหมึกลงในถาดหมึก

2. อายุการใช้งานใบมีดปาดหมึกนาน วิธีการแก้ไขคือ กำหนดให้เมื่อวิ่งงานครบ 100,000 เมตร จะต้องทำการเปลี่ยนใบมีด เพื่อไม่ให้ใบมีดแตกหรือสึก

3. แม่พิมพ์ไม่มีการขัดแม่พิมพ์และใช้แม่พิมพ์นานเกินไป ทำให้เซลล์ตัน สีออก เส้นในสกรีนในเวลาต่อมา ดังนั้นจึงได้ขัดผิวแม่พิมพ์ก่อนเริ่มใช้งาน และจัดหาแม่พิมพ์ชุดสำรองให้เมื่อมีการพิมพ์งานเกิน 100,000 เมตร

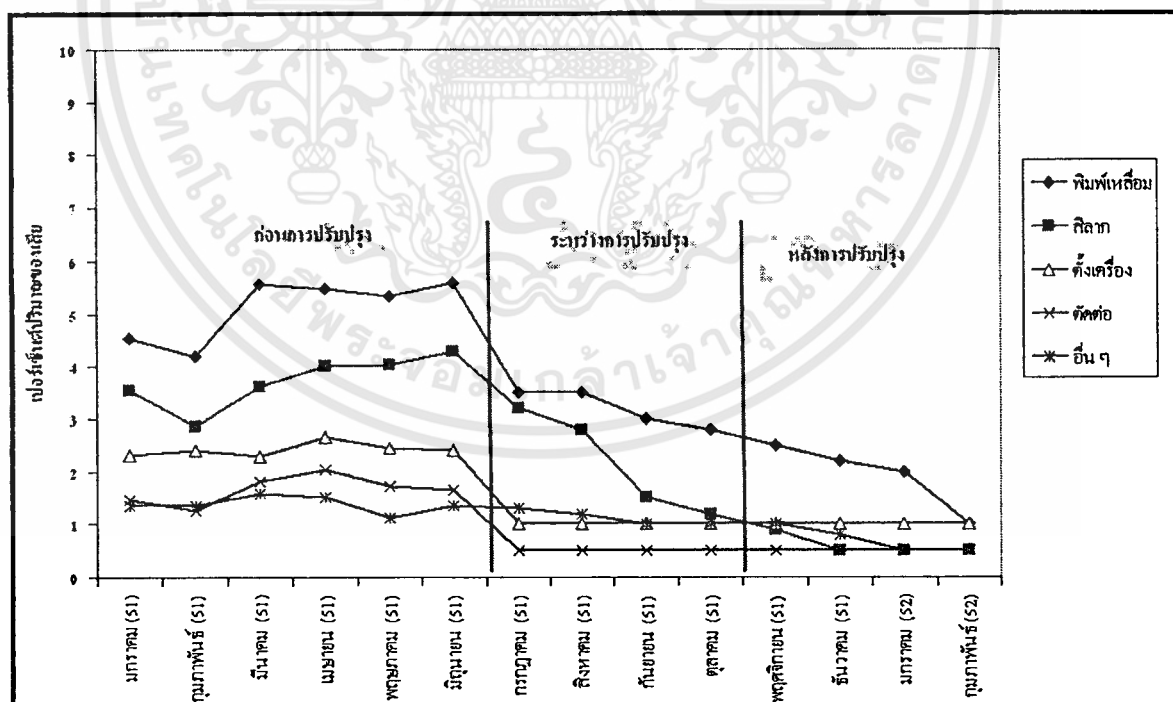
5.1.5 การควบคุม (Control Phase)

เมื่อสามารถระบุปัญหาหรือสาเหตุปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำแนวทางนั้นไปปฏิบัติตาม โดยจะต้องคำนึงถึงว่าไม่ส่งผลข้างเคียงใดๆ นอกจากนั้นการแก้ไขปัญหาก็ต้องเน้นกิจกรรมเพื่อการแก้ไข และเน้นการป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำขึ้นมา โดยจัดทำแผนการควบคุม (Control Plan) และจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงาน

5.2 การเปรียบเทียบระดับของเสียและข้อร้องเรียนสำหรับปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก่อนและหลังการปรับปรุงโดยการประยุกต์ใช้ ซิกซ์ ซิกม่า

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงทั้ง 5 ขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว ตามแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ทำให้สามารถลดระดับของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าสำหรับปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก่อน

จากรูปที่ 5.1-5.4 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนการดำเนินการแก้ไข ปัญหาช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนเท่ากับ 14.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระดับ σ อยู่ที่ 2.6σ (จากตารางที่ 5.1) หลังการปรับปรุงช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 พบว่าปริมาณของเสียในกระบวนการพิมพ์ลดลงเหลือ 7.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระดับ σ อยู่ที่ 3.0σ (จากตารางที่ 5.1) โดยปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองลดลงจาก 5.1 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.6 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณของเสียจากปัญหาสีลากลดลงจาก 3.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.4 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากมีการควบคุมอย่างต่อเนื่องจะทำให้ปริมาณของเสียจากกระบวนการพิมพ์ลดลงได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 5.1 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552

ตารางที่ 5.1 ตารางการเปลี่ยนแปลงค่า σ เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง

σ Level	% Yield	% Waste	Defects Per Million Opportunities
6.00	99.9997	0.0003	3.4
5.92	99.9995	0.0005	5
5.81	99.9992	0.0008	8
5.76	99.999	0.001	10
5.61	99.998	0.002	20
5.51	99.997	0.003	30
5.44	99.996	0.004	40
5.31	99.993	0.007	70
5.22	99.99	0.01	100
5.12	99.985	0.015	150
5.00	99.977	0.023	230
4.91	99.967	0.033	330
4.80	99.952	0.048	480
4.70	99.932	0.068	680
4.60	99.904	0.096	960
4.50	99.865	0.135	1,350
4.40	99.814	0.186	1,860
4.30	99.745	0.255	2,550
4.20	99.654	0.346	3,460
4.10	99.534	0.466	4,660
4.00	99.379	0.621	6,210
3.90	99.181	0.819	8,190
3.80	98.93	1.07	10,700
3.70	98.61	1.39	13,900
3.60	98.22	1.78	17,800
3.50	97.73	2.27	22,700
3.40	97.13	2.87	28,700
3.30	96.41	3.59	35,900
3.20	95.54	4.46	44,600

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

σ Level	% Yield	% Waste	Defects Per Million Opportunities
3.10	94.52	5.48	54,800
3.00	93.32	6.68	66,800
2.90	91.92	8.08	80,800
2.80	90.32	9.68	96,800
2.70	88.5	11.5	115,000
2.60	86.5	13.5	135,000
2.50	84.2	15.8	158,000
2.40	81.6	18.4	184,000

ที่มา : http://www.isixsigma.com/library/content/sigma_table.asp

การคำนวณ σ level ก่อนการปรับปรุง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของเสียก่อนการปรับปรุง} = 14.3\%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ Yield} = 100\% - 14.3\% = 85.7\%$$

จากตาราง 5.1 จะได้ค่า σ level อยู่ระหว่าง 2.5σ ถึง 2.6σ

$$\text{คำนวณจาก } \begin{pmatrix} 88.6\% - 84.2\% \\ 86.5\% - 84.2\% \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.5 \\ 2.3 \end{pmatrix} = 0.7$$

$$2.6\sigma - 2.5\sigma = 0.1$$

$$\text{ดังนั้น } \sigma \text{ level} = 2.50 + (0.7 \times 0.1) = 2.57\sigma \approx 2.6\sigma$$

การคำนวณ σ level หลังการปรับปรุง

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของเสียหลังการปรับปรุง} = 7.2\%$$

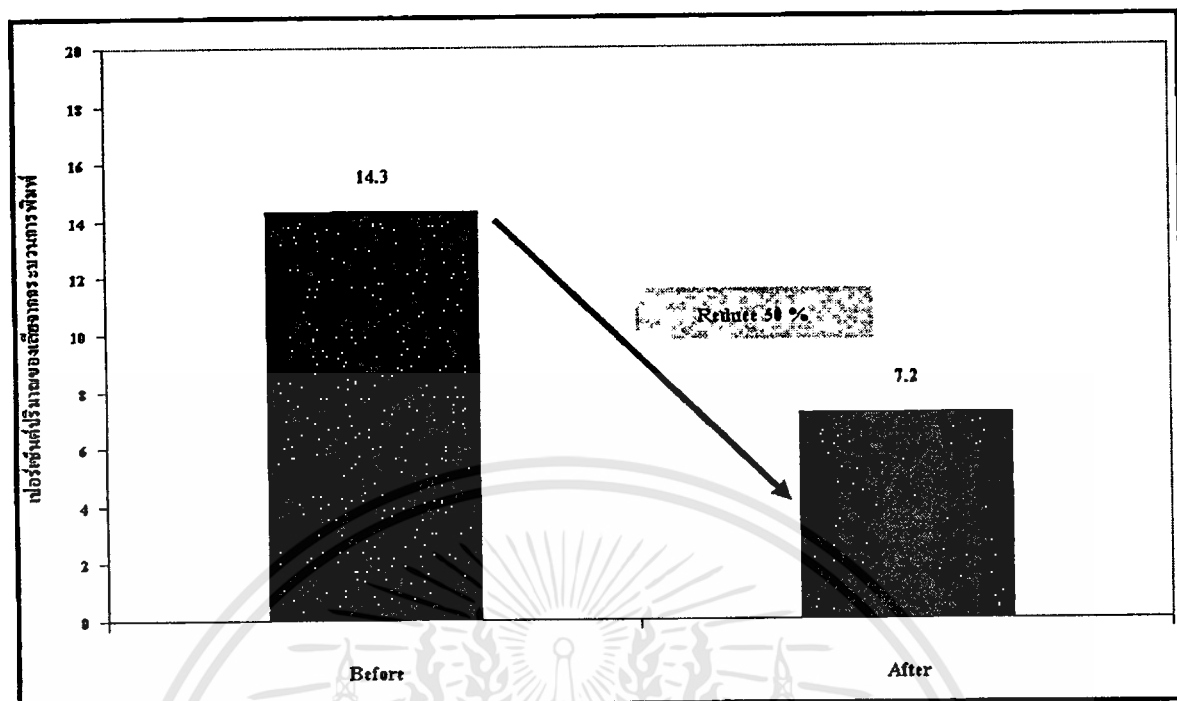
$$\text{เปอร์เซ็นต์ Yield} = 100\% - 7.2\% = 92.8\%$$

จากตาราง 5.1 จะได้ค่า σ level อยู่ระหว่าง 2.90σ ถึง 3.0σ

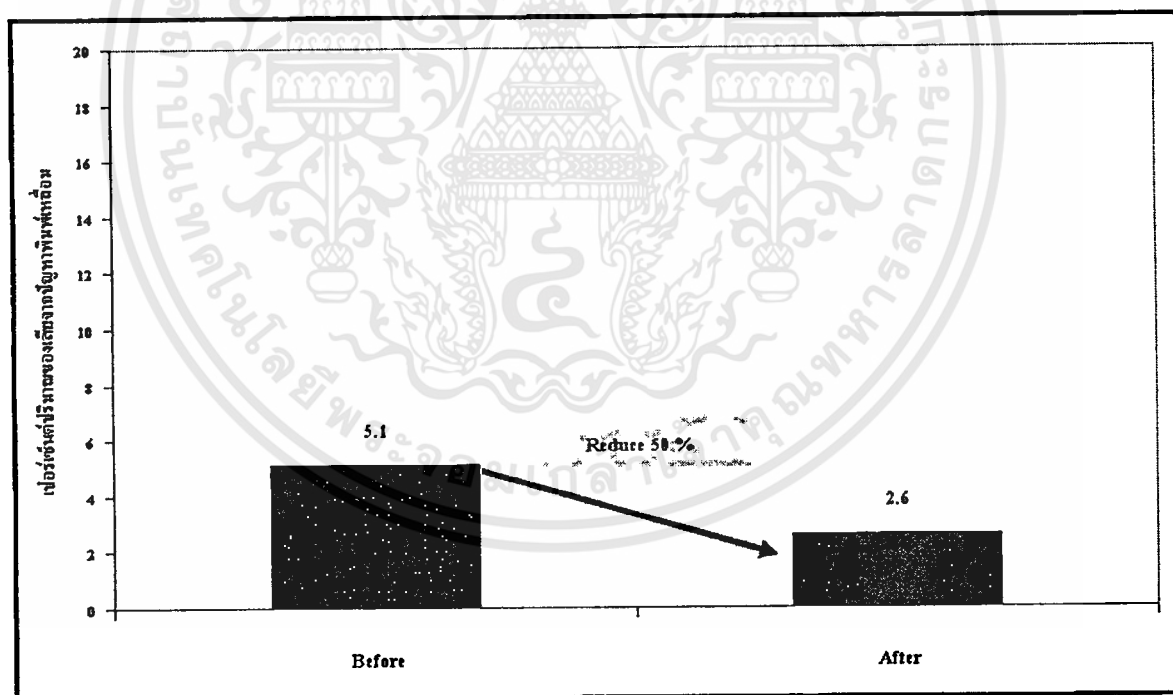
$$\text{คำนวณจาก } \begin{pmatrix} 93.32\% - 91.92\% \\ 92.80\% - 91.92\% \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.40 \\ 0.88 \end{pmatrix} = 0.6$$

$$3.0\sigma - 2.90\sigma = 0.1$$

$$\text{ดังนั้น } \sigma \text{ level} = 2.50 + (0.6 \times 0.1) = 2.96\sigma \approx 3.0\sigma$$

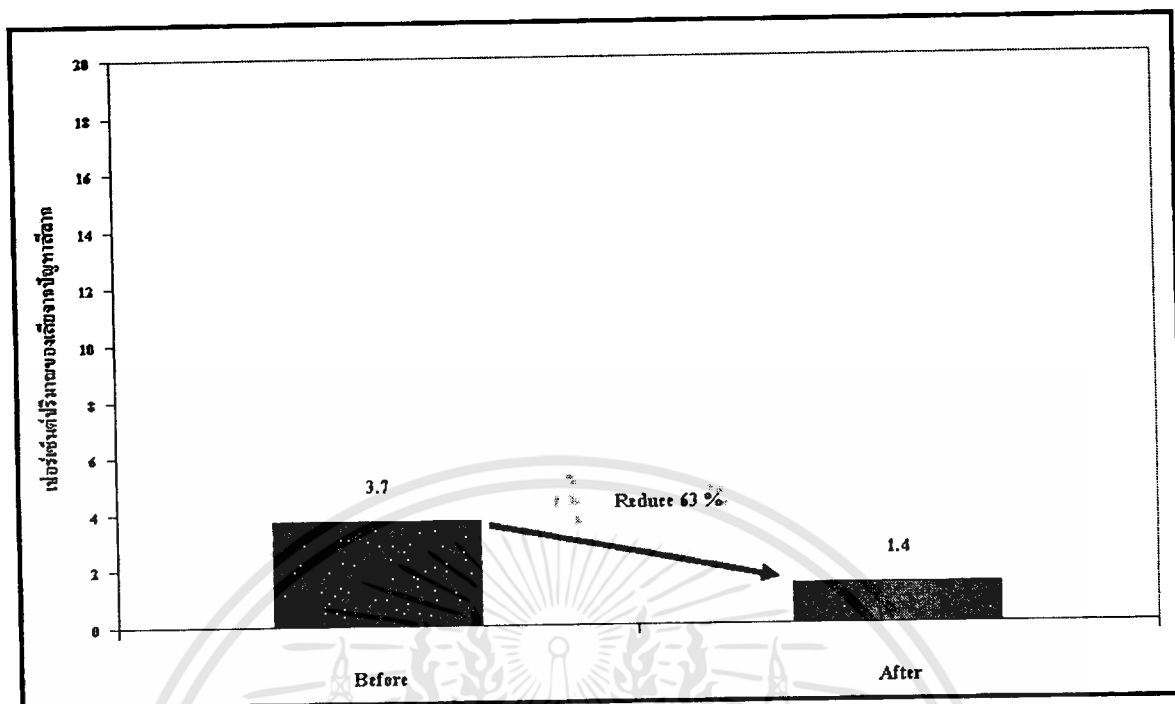


รูปที่ 5.2 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากกระบวนการพิมพ์ก่อนและหลังการปรับปรุง



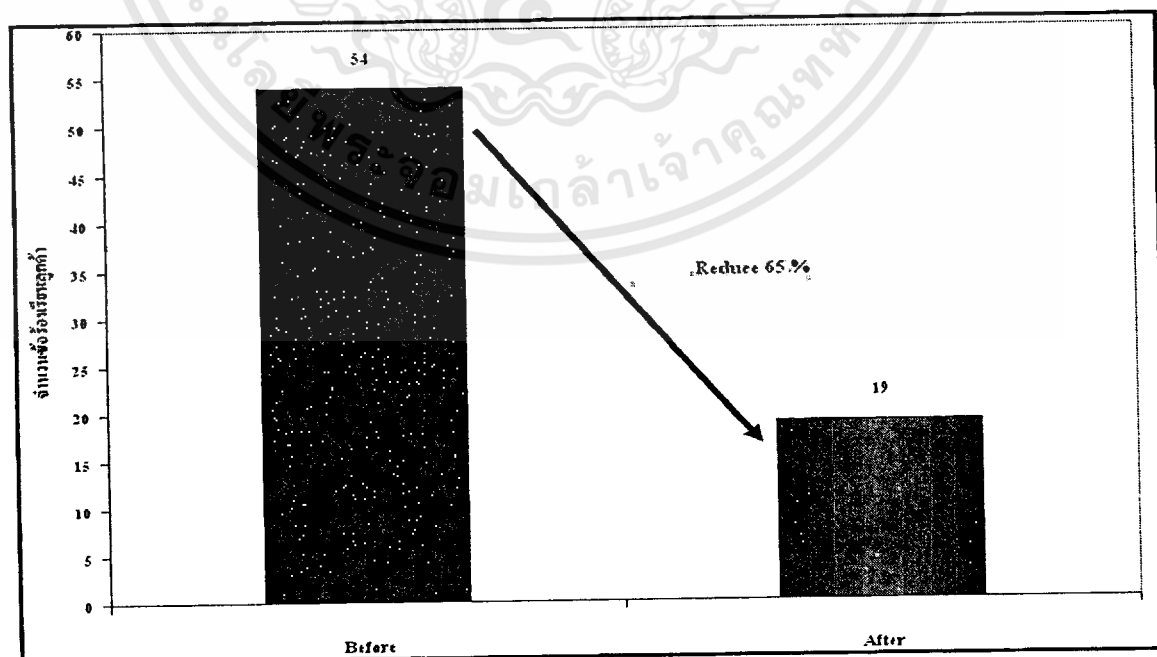
รูปที่ 5.3 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดจากปัญหาพิมพ์หลวมก่อนและหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



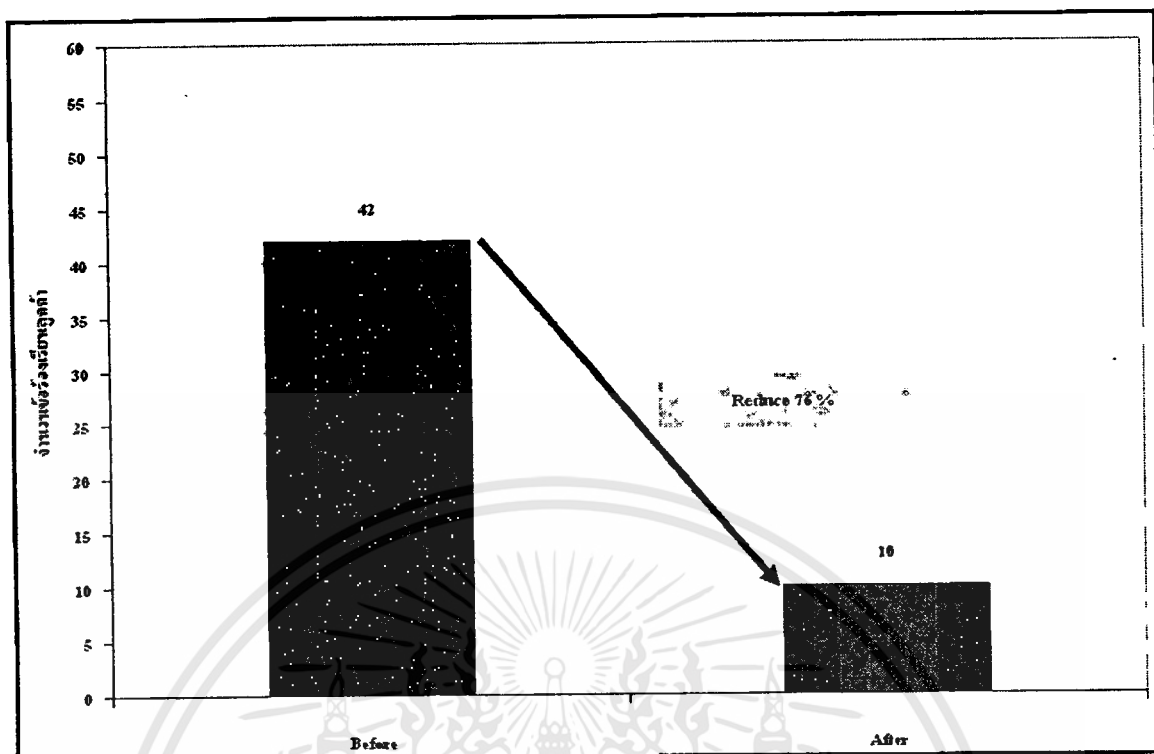
รูปที่ 5.4 เปอร์เซ็นต์ของเสียที่เกิดขึ้นจากปัญหาสีกาก่อนและหลังการปรับปรุง

เมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าก่อนและหลังการดำเนินการแก้ไขจากรูปที่ 5.5 พบว่ามีจำนวนข้อร้องเรียนจากปัญหาพิมพ์เหลืองลดลงจาก 54 ครั้ง เป็น 19 ครั้ง คิดเป็น 65 เปอร์เซ็นต์ และจากรูปที่ 5.6 จำนวนข้อร้องเรียนจากปัญหาสีกาลดลงจาก 42 ครั้ง เป็น 10 ครั้ง คิดเป็น 76 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5.5 จำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่เกิดจากปัญหาพิมพ์เหลืองก่อนและหลังการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 จำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าที่เกิดจากปัญหาสีลากก่อนและหลังการปรับปรุง

5.3 การอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์ในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อน โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษา บริษัท ไทยเวลด์แวร์โพลีพรดักส์ จำกัด โดยผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

จากการนำแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหา การวัด การวิเคราะห์ การปรับปรุง และการควบคุม มาประยุกต์ใช้ในการลดของเสียจากกระบวนการพิมพ์สำหรับการลดปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลาก ผลจากการใช้แนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 พบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์ลดลงจาก 14.3 เปอร์เซ็นต์ เป็น 7.2 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ หรือเมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 2.6 σ เป็นระดับ 3.0 σ โดยปริมาณของเสียจากปัญหาพิมพ์เหลืองลดลงจาก 5.1 เปอร์เซ็นต์ เป็น 2.6 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ปัญหาสีลากลดลงจาก 3.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 1.4 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็น 63 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย อุยณิษฐ์ ถิ่นเกาะแก้ว (2545 : บทคัดย่อ) ได้นำเสนองานวิจัย การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋อง โดยการประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งพบว่าสัดส่วนของเสียในกระบวนการผลิตกระป๋องลดลงจาก 4,400 DPMO เป็น 2,849 DPMO หรือเมื่อเปรียบเทียบในระดับ σ สามารถปรับปรุงจากระดับ 2.85 เป็นที่ระดับ 2.986 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวิดี เอื้ออรุณโชติ (2546 :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่บนสื่อออนไลน์
ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากระดับ 2.85 เป็นที่ระดับ 2.986 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริวิติ เอื้อรัฐโชติ (2546 : บทคัดย่อ) การลดการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตหัวอ่าน-เขียนสำหรับคอมพิวเตอร์โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งพบว่าสามารถที่จะลดความสูญเสียได้เป็นเงิน US\$8.091 โดยพิจารณาจากระยะเวลาระหว่างการดำเนินการวิจัย ซึ่งคิดเป็น 53 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนของเสียที่ลดได้จากการปรับปรุงกระบวนการผลิตมีปริมาณของเสียเท่ากับ 79,080 DPPM

จากการนำแนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ส่งผลให้ปริมาณของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าลดลง ซึ่งส่งผลให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจรวมทั้งต้นทุนการผลิตของบริษัทโดยรวมลดลง

5.4 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. การวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะปัญหาพิมพ์เหลืองและสีตกที่เครื่องพิมพ์ PT-001 เท่านั้น และมีตัวชี้วัดที่สำคัญคือเปอร์เซ็นต์ของเสียและจำนวนข้อร้องเรียนจากลูกค้าเท่านั้น ซึ่งการที่จะนำการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า เข้าไปปรับปรุงกระบวนการผลิตนั้นจะต้องทำความเข้าใจกับพนักงานเพื่อให้พนักงานให้ความร่วมมือ ให้พนักงานรู้สึกว่าการนำเอาเครื่องมือซิกซ์ ซิกม่า เข้าไปปรับปรุง ไม่ได้เป็นการเพิ่มงานให้กับพนักงาน และขอความร่วมมือให้พนักงานปฏิบัติตามแผนควบคุมและวิธีการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด เพื่อให้ปัญหาในกระบวนการผลิตลดลง ถ้าหากพนักงานไม่ปฏิบัติตามแผนควบคุมและวิธีการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์อาจจะกลับมาเหมือนเดิมอีกในอนาคต ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณของเสียและข้อร้องเรียนจากลูกค้าเพิ่มขึ้นได้

2. ข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการทำวิจัย โดยจากการใช้แนวทางการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า มาประยุกต์ใช้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2552 พบว่าค่าระดับ σ เพิ่มขึ้นจากระดับ 2.6 σ เป็น 3.0 σ ถ้าต้องการให้ระดับ σ เพิ่มขึ้นเพื่อให้มีของเสียน้อยลงหรือของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) หรือระดับ 6 σ ถ้าใช้เวลาเพิ่มขึ้นและพนักงานปฏิบัติตามแผนควบคุม (Control Plan) และวิธีการปฏิบัติงานอย่างเคร่งครัด ปริมาณของเสียจะน้อยลง

5.5 ข้อเสนอแนะ

5.5.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้

1. เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาในการทำวิจัยทำให้ค่าระดับ C เพิ่มขึ้นจากระดับ $2.6C$ เป็น $3.0C$ ดังนั้น ถ้าต้องการให้ระดับ C เพิ่มขึ้นเพื่อให้มีของเสียน้อยลงหรือของเสียเป็นศูนย์ (Zero Defect) หรือระดับ $6C$ ควรจะต้องดำเนินการปรับปรุงปัญหาอื่นๆ ที่เหลือด้วย เช่น ปัญหาสีต่าง สีเลอะ สีเพี้ยน ของเสียจากการตั้งเครื่องและการตัดต่อม้วน เป็นต้น

2. ในการประยุกต์ใช้วิธีการตามแนวความคิดเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ซิกม่า นั้น ทุกคนในองค์กรจำเป็นต้องมีการพัฒนาทักษะความรู้ความสามารถไปพร้อม ๆ กัน ตั้งแต่พนักงานระดับปฏิบัติการ ไปจนถึงผู้บริหารระดับสูงเพื่อที่จะสามารถทำให้การดำเนินแก้ไขปรับปรุงปัญหาต่าง ๆ ของกระบวนการมีความสอดคล้องกันไป

3. สำหรับการปรับปรุงกระบวนการหรือคุณภาพขององค์กรที่ต้องการพัฒนาและปรับปรุงองค์กรแบบก้าวกระโดด โดยการประยุกต์วิธีการตามแนวทางของ ซิกซ์ ซิกม่านั้น ผู้บริหารขององค์กรจำเป็นต้องเป็นผู้นำและให้การสนับสนุนในบุคลากรในองค์กรนั้นมีความเข้าใจ และมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการซิกซ์ ซิกม่า จึงจะช่วยให้การพัฒนาเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ รวมไปถึงการกระตุ้นทางตรงและทางอ้อมที่จะสนับสนุนให้บุคลากรขององค์กรนั้นมีความร่วมมือและมีทัศนคติที่ดีต่อการปรับปรุงและพัฒนา มิฉะนั้นแล้วการนำวิธีการตามแนวทางของ ซิกซ์ ซิกม่า เข้ามาใช้ในองค์กร อาจไม่ประสบความสำเร็จและอาจจะเป็นผลเสียต่อองค์กรต่อไป

5.5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะปัญหาพิมพ์เหลืองและสีลากที่เครื่องพิมพ์ PT-001 เท่านั้น ในอนาคตควรปรับปรุงปัญหาอื่นด้วย เช่น ปัญหาสีต่าง สีเลอะ สีเพี้ยน รวมทั้งจากเครื่องพิมพ์เครื่องอื่นๆ กระบวนการเคลือบผิว และกระบวนการตัดขอบ เป็นต้น

2. ควรนำระบบการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing System) มาประยุกต์ใช้คู่กับการจัดการคุณภาพแบบซิกซ์ ซิกม่า เพื่อกำจัดความสูญเปล่า (Waste) ต่าง ๆ ของงาน และเพิ่มคุณค่า (Value) ให้กับตัวสินค้าอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด (Customer Satisfaction) โดยมุ่งเน้นการไหลของงานเป็นหลัก

บรรณานุกรม

- กรมการค้าต่างประเทศ. 2551. อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์สินค้าไทย.[Online] Available : <http://www.dft.moc.go.th>.
- กรมส่งเสริมการส่งออก . 2551. เอกสารวิเคราะห์อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ในประเทศไทย. [Online]. Available : <http://www.depthai.go.th>.
- กรมศุลกากร. 2551. สถิติการนำเข้า-ส่งออก. [Online]. Available : <http://www.customs.go.th>.
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2542. การวิเคราะห์ระบบการวัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. 2550. การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- ฉันทนา วิริยเวรกุล. 2549. การควบคุมคุณภาพงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เชิดศักดิ์ อนุทัต. 2545. “การปรับปรุงระบบควบคุมคุณภาพการผลิตของโรงงานเบเกอรี่”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย. 2538. การควบคุมคุณภาพสำหรับนักบริหารและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : เอ็มแอนด์อี.
- นากาโยชิ นากาชิมา. 2534. การลดของเสียในกระบวนการผลิตให้เป็นศูนย์. แปลโดย ถัดดาวลัย มิ่งกลมรัตน์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- นันทพันธ์พรินดี้ง. 2551. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับสิ่งพิมพ์. [Online]. Available : <http://www.nantapun.com>.
- ปุ่น คงเจริญเกียรติ และ สมพร คงเจริญเกียรติ. 2541. บรรจุภัณฑ์อาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : แพคเมทส์.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พิชิต สุขเจริญพงษ์. 2544. การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วสันต์ นาคสุขมูล. 2548. “การลดของเสียในกระบวนการผลิตบรรจุภัณฑ์ประเภทดื่มได้ด้วยวิธี ชิکش ชิคม่า กรณีศึกษา บริษัทเอฟแอนด์พีแอนด์จี จำกัด”. ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วสันต์ พุกผาสุก. 2549. “ การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียม โดยประยุกต์ใช้วิธีการ ชิกซ์ ชิคม่า กรณีศึกษาบริษัทในอุตสาหกรรมชุบโครเมียม”. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วิจิตร รัตนถาวรภักดี. 2543. “Converted Flexible Packaging : Trends to Watch”. **Paper Film Foil Converter . :** 42-43.

วิทย์ วรรณวิจิตร. 2547. “ การปรับปรุงกระบวนการผลิตแม่พิมพ์โลหะของอุตสาหกรรมผลิต ชิ้นส่วนยานยนต์”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ศิริวิดี เอื้ออรัญโชติ. 2546. “ การลดการปนเปื้อนจากกระบวนการผลิตหัวอ่าน-เขียนสำหรับ คอมพิวเตอร์โดยการประยุกต์ใช้วิธีการชิกซ์ ชิคม่า”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรม ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักผลิตสื่อและสิ่งพิมพ์มหาวิทยาลัยพายัพ. 2550.ระบบการพิมพ์. [Online]. Available : <http://www.prc.ac.th>.

สิทธิศักดิ์ พดกษย์ปิติกุล. 2548. การพัฒนาคุณภาพแบบก้าวกระโดดด้วยวิธี Six Sigma. พิมพ์ ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

สุชาติ แซ่แต้. 2548. “การปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานของกล่องกระดาษลูกฟูก”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัฒตรา เกษราพงศ์และคณะ. 2550. “การประยุกต์ใช้หลักการชิกซ์ ชิคม่า เพื่อลดปริมาณ ของเสียที่เกิดจากระบบเดิมหมึก”. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม อุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.

อุษณีย์ ถิ่นเกาะแก้ว. 2545. “ การลดของเสียจากกระบวนการผลิตกระป๋องโดยการประยุกต์ใช้ วิธีการชิกซ์ ชิคม่า”. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อิโดชิ คุมะ. 2542. วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ. แปลโดย วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

Juran J.M . 1993. **Quality Planning and Analysis**. New York : McGraw-Hill.

Insyte Consulting . 2009. **SIX SIGMA-IMPROVE PROCESSE AND SOLVE PROBLEMS**

[Online]. Available [http:// www.insyte-consulting.com/six sigma](http://www.insyte-consulting.com/six%20sigma).

Isixigm.2009: **Sigma Conversion Table**. [Online]. Available

http://www.isixsigma.com/library/content/sigma_table.asp.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวนุจรินทร์ เวียงคำ
วัน เดือน ปีเกิด	11 สิงหาคม 2524
ที่อยู่	55/1 หมู่ 1 ตำบลหนองบัว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ 33130
ประวัติการศึกษา	2547 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2551 ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขารัฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ประสบการณ์ทำงาน	ตำแหน่งวิศวกร บริษัท เคดีเค ฟู้ดเจอร์ จำกัด ตำแหน่งวิศวกรประกันคุณภาพ บริษัท แอลแคนแพ็คเกจจิ้ง สดองแพ็ค จำกัด (มหาชน)