การบริหารจัดการและควบคุมความเสี่ยงเชิงคุณภาพสำหรับบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกที่มีการลดน้ำหนัก

น.ส.ณัฐกานต์ ชูวงษ์วัฒนะ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Quality Risk Management and Control for Plastic Bottle Weight Reduction

Miss Nattakarn Chuwongwattana

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การบริหารจัดการและควบคุมความเสี่ยงเชิงคุณภาพสำหรับบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกที่มีการลดน้ำหนัก
โดย	น.ส.ณัฐกานต์ ชูวงษ์วัฒนะ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ดำรงค์ ทวีแสงสกุลไทย)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐกานต์ ชูวงษ์วัฒนะ : การบริหารจัดการและควบคุมความเสี่ยงเชิงคุณภาพสำหรับบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกที่มีการลดน้ำหนัก . (Quality Risk Management and Control for Plastic Bottle Weight Reduction) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์

ในการลดน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกเพื่อประหยัดต้นทุนวัตถุดิบลงนั้น ส่งผลให้บรรจุภัณฑ์บางลง เมื่อนำเข้าสู่กระบวนการบรรจุที่มีแรงมากระทำต่อขวด ทำให้อาจเกิดข้อบกพร่องที่ไม่คาดคิดจำนวนมากขึ้นบนบรรจุภัณฑ์พลาสติกนั้นได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาประเด็นข้อบกพร่อง ประเมินและบริหารจัดการความเสี่ยงเชิงคุณภาพเบื้องต้น รวมทั้งดำเนินการจัดการลดข้อบกพร่องเชิงคุณภาพที่เกิดขึ้นจากการใช้บรรจุภัณฑ์ลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุ เพื่อให้องค์กรบรรลุเป้าหมายการลดต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ระดับคุณภาพที่องค์กรและลูกค้ายอมรับได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงใช้เทคนิคเครื่องมือการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องของกระบวนการและผลกระทบและการออกแบบการทดลอง เพื่อหาปัจจัยหลักและค่าปรับตั้งที่เหมาะสมต่อการใช้บรรจุภัณฑ์ลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุ รวมทั้งจัดทำแผนการควบคุมคุณภาพและเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อใช้ในการควบคุมค่าการปรับตั้งให้เป็นไปตามที่ได้ปรับปรุงแล้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2561 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

5970923021 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Bottle weight reduction, Risk analysis and assessment, Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA), Design of experiment (DOE)

Nattakarn Chuwongwattana : Quality Risk Management and Control for Plastic Bottle Weight Reduction. Advisor: Asst. Prof. Napassavong Osothsilp

Reducing weight of plastic bottles for material cost saving causes thin package. When these bottles pass through the filling process, in which force is applied, unexpected defects may occurs. Therefore, this research aims to identify, evaluate and manage quality risks related to the use of low weight bottles in the filling process to achieve effective cost reduction goal under acceptable quality levels. This research used the principle of risk analysis and assessment, Process Failure Mode and Effects Analysis (PFMEA), and Design of experiment (DOE) tools to determine proper setting of factors in the filling process.In addition, quality control plans and work instruction documents were set up to control the improved parameter setting.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Industrial Engineering Student's Signature .....

Academic Year: 2018 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยความช่วยเหลือและความเสียสละเวลาให้คำแนะนำจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภัสสวงศ์ โอสถศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ประเสริฐ อัครประถมพงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆระหว่างการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ผู้วิจัยขอถือโอกาสนี้กราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความรู้คำแนะนำโดยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชา ทวีแสงสกุลไทย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ รองศาสตราจารย์ ดำรงศ์ ทวีแสงสกุลไทย กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำ รวมทั้งตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษาสำหรับความกรุณาในการให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหมดสำหรับความร่วมมือในการระดมสมองและการทดลองต่างๆ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ณัฐกานต์ ชูวงษ์วัฒนะ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปาก 3

1.3 กระบวนการผลิตขวดพลาสติกน้ำยาบ้วนปาก 4

1.4 กระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก 5

1.5 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6

1.6 ขอบเขตการวิจัย 6

1.7 ผลที่ได้รับ 7

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ 7

1.9 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 42

บทที่ 3 การนิยามปัญหา 47

3.1 การจัดตั้งทีมคณะทำงาน 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 กระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก 48
3.3 การประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น 50
3.4 สภาพปัญหา 55
3.5 สรุประยะนิยามปัญหา 57
บทที่ 4 การวัดสภาพปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา 58
4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้แผนผังก้างปลา 59
4.2 การคัดเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย 62
4.3 การกำหนดระดับของปัจจัย 69
บทที่ 5 การดำเนินงานวิจัย 72
บทที่ 6 ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง 77
6.1 ผลการทดลองจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย 77
6.2 ผลการทดลองจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ 84
บทที่ 7 การทดสอบยืนยันผลและควบคุมการดำเนินงาน 90
7.1 บทนำ 90
7.2 การทดสอบยืนยันผล 90
7.2.1 ผลการทดสอบยืนยันผลค่าสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย 90
7.3 แผนการควบคุมปัจจัย 96
บทที่ 8 สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 101
8.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย 101
8.2 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย 102
8.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย 102
บรรณานุกรม 103
ประวัติผู้เขียน 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบน้ำหนักขวดน้ำยาบ้วนปากก่อนและน้ำหนักหลังลดตามเป้าหมายบริษัท 2

ตารางที่ 2.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรง (Severity) (AIAG,2018) 25

ตารางที่ 2.2 แสดงเกณฑ์การประเมินผลความถี่ของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย(Occurrence), (AIAG,2018) 26

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจสอบ (Detection) (AIAG,2018) ... 27

ตารางที่ 2.4 อักษรรหัสตัวอย่างของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ..... 38

ตารางที่ 2.5 แผนการชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ 39

ตารางที่ 3.1 รายการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุจากการใช้ขวดลดน้ำหนัก 50

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์มาตรฐานระดับโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (likelihood)..... 51

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์มาตรฐานระดับความรุนแรงของผลกระทบจากความเสี่ยง (Impact)..... 52

ตารางที่ 3.4 ตารางการจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยง 53

ตารางที่ 3.5 อธิบายระดับความสำคัญของความเสี่ยงจาก Risk assessment matrix..... 53

ตารางที่ 3.6 ผลการประเมินจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (Risk assessment)..... 54

ตารางที่ 3.7 ตารางสรุประดับความเสี่ยง 54

ตารางที่ 3.8 ลักษณะข้อบกพร่องและจำนวนที่เกิดขึ้นจากการใช้ขวดลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก 55

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายประเภทของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์จากการใช้ขวดลดน้ำหนัก 56

ตารางที่ 3.10 ลักษณะข้อบกพร่องจากการนำขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักมาใช้ในกระบวนการบรรจุ 57

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาขวดเป็นรอยจากขั้นตอนการปิดฝา 60

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ 61

ตารางที่ 4.3 เกณฑ์ความรุนแรงของข้อบกพร่อง..... 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.4 เกณฑ์ความถี่ในการเกิด 64
ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การตรวจพบ 64
ตารางที่ 4.6 ผลวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการและผลกระทบ(PFMEA) ของปัญหาขวดเป็นรอย 66
ตารางที่ 4.7 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ PFMEA ของการเกิดขวดเป็นรอย เรียงตามลำดับค่าความเสี่ยง RPN 66
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการและผลกระทบ(PFMEA) ของปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ 67
ตารางที่ 4.9 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ FMEA ของการฟองอากาศบนฉลาก เรียงตามลำดับค่าความเสี่ยง RPN 68
ตารางที่ 4.10 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดขวดเป็นรอย 69
ตารางที่ 4.11 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดฟองอากาศบนฉลาก 70
ตารางที่ 5.1 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดขวดเป็นรอย 73
ตารางที่ 5.2 รูปแบบและลำดับแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลางแบบ face-centered สำหรับสองปัจจัย 73
ตารางที่ 5.3 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดฟองอากาศบนฉลาก 75
ตารางที่ 5.4 แบบการทดลองแบบบ็อก-เบห์นเคน สำหรับ 4 ปัจจัย 76
ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองการดำเนินการแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย 77
ตารางที่ 6.2 ระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาขวดเป็นรอยจากการปิดฝา 83
ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองการดำเนินการแก้ไขปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ 84
ตารางที่ 6.4 ระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ 89
ตารางที่ 7.1 ค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการทดสอบแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย 90
ตารางที่ 7.2 ผลการทดสอบสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย 91
ตารางที่ 7.3 ค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการทดสอบแก้ไขปัญหาฟองอากาศบนฉลาก 93

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7.4 ผลการทดสอบยืนยันการปรับตั้งค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมต่อสัดส่วนของเสียฟองอากาศบนฉลาก 93

ตารางที่ 7.5 แผนควบคุมคุณภาพ (Quality Control Plan) 96

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 กระบวนการผลิตขวดพลาสติกแบบ ISBM 4

รูปที่ 1.2 กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปาก 5

รูปที่ 2.1 กระบวนการบริหารความเสี่ยง 11

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนในการประเมินความเสี่ยง 14

รูปที่ 2.3 แผนผังประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix) 16

รูปที่ 2.4 แผนภูมิก้างปลา การหาสาเหตุความเสี่ยง 22

รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยหลักการ FMEA 24

รูปที่ 2.6 แบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการ 29

รูปที่ 2.7 ปัจจัย กระบวนการ และ ตัวแปรตอบสนอง 30

รูปที่ 2.8 อิทธิพลขอปัจจัยร่วมที่ไม่มีผล และมีผล 32

รูปที่ 2.9 แสดงการออกแบบส่วนประสมกลางสำหรับ k=2 และ k=3 ปัจจัย 34

รูปที่ 3.1 การบรรจุน้ำยาบ้วนปาก 48

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการปิดฝา 49

รูปที่ 3.3 การหุ้มปิดผนึกฝา (cap sealing) 49

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการติดฉลากบนบรรจุภัณฑ์ 49

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการ shrink bundle 50

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการลงกล่อง (case packing) 50

รูปที่ 4.1 แผนผังก้างปลาของข้อบกพร่องขวดเป็นรอยจากการปิดฝา 59

รูปที่ 4.2 แผนผังก้างปลาของปัญหาฉลากเกิดฟองอากาศ 60

รูปที่ 4.3 แผนภูมิพาเรโตแสดงความถี่สะสมของปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาขวดเป็นรอย 67

รูปที่ 4.4 แผนภูมิพาเรโตแสดงความถี่สะสมของปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ 68

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 6.1 ผลการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ 78
รูปที่ 6.2 ผลการทดสอบสมมติฐานความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง..... 79
รูปที่ 6.3 ผลการทดสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้าง 79
รูปที่ 6.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดขวดเป็นรอย..... 80
รูปที่ 6.5 Normal Probability Plot ของอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)..... 81
รูปที่ 6.6 แผนภูมิพื้นผิวตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยนำเข้ากับตัวแปรตอบสนองสัดส่วนของเสีย(ขวดเป็นรอย) 82
รูปที่ 6.7 ผลการหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัย 83
รูปที่ 6.8 ผลการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ 85
รูปที่ 6.9 ผลการทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล..... 85
รูปที่ 6.10 ผลการทดสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของความแปรปรวน 86
รูปที่ 6.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง 86
รูปที่ 6.12 ผลการวิเคราะห์ผลการทดลองแบบสมการถดถอย..... 87
รูปที่ 6.13 กราฟวิเคราะห์ผลปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ของปัจจัยนำเข้ากับตัวแปรตอบสนองสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ 88
รูปที่ 6.14 ผลการหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัย..... 89
รูปที่ 7.1 ผลการทดสอบความแตกต่างสัดส่วนปัญหาก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการปิดฝา..... 92
รูปที่ 7.2 ผลการทดสอบความแตกต่างสัดส่วนปัญหาก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ 95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

การดำเนินธุรกิจในปัจจุบันมีสภาวะการแข่งขันสูงขึ้น ลูกค้าต้องการสินค้าที่มีราคาถูก แต่การที่จะทำให้สินค้ามีราคาถูกได้นั้น องค์ประกอบหลักของทางผู้ผลิต คือ ต้นทุนการผลิต ที่ต้องทำให้ต่ำที่สุดโดยที่คุณภาพและคุณค่าในการใช้งานยังคงอยู่ภายใต้การยอมรับของลูกค้า

การลดต้นทุนการผลิตเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มผลกำไรขององค์กรธุรกิจ ถึงแม้ว่าจะมียอดการผลิตสินค้าหรือบริการเท่าเดิมก็ตาม ซึ่งการลดต้นทุนนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มศักยภาพของการแข่งขันได้และเป็นผลดีต่อการเจริญเติบโตขององค์กรในระยะยาว ซึ่งหลักการลดต้นทุนที่สำคัญก็คือ ทำให้ต้นทุนต่อหน่วยต่ำที่สุดในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ ทำให้ปริมาณน้อยลง หรือลดลงหรือตัดงานที่ไม่จำเป็นออกไป โดยทั้งนี้ทั้งนั้นผู้ประกอบการ หรือเจ้าขององค์กรธุรกิจจะต้องทำการบริหารความเสี่ยง และควบคุมคุณภาพควบคู่ไปกับการดำเนินการลดต้นทุนการผลิต เพื่อเป็นการประเมิน ควบคุมกิจกรรมต่างๆ ในการดำเนินงาน ลดปัจจัยเสี่ยงเชิงคุณภาพที่อาจเกิดขึ้นและอาจส่งผลเสียหายต่อองค์กรได้ เพื่อช่วยให้องค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายในการลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพและคุณภาพสินค้ายังอยู่ในระดับที่ลูกค้าพึงพอใจ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากการแข่งขันทางธุรกิจที่สูงขึ้น ทำให้องค์กรต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาสินค้าและการบริการอย่างต่อเนื่อง และนอกจากการปรับปรุงและพัฒนาสินค้าแล้วการสร้างผลกำไรให้กับองค์กรก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันให้กับองค์กรได้ ซึ่งการเพิ่มผลกำไรให้บริษัทนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การเพิ่มราคาสินค้า การลดและควบคุมต้นทุนการผลิตลง เป็นต้น ซึ่งวิธีการเพิ่มผลกำไรวิธีหนึ่งที่แต่ละองค์กรนิยมทำก็คือ การลดต้นทุนการผลิตในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ ไม่ว่าจะเป็นลดต้นทุนค่าวัตถุดิบ ค่าบรรจุภัณฑ์ หรือการตัดกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็นออกไป เป็นต้น

ในกระบวนการผลิตนั้น บรรจุภัณฑ์ถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากทำหน้าที่ในการรองรับสินค้า ปกป้องผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายในให้ปลอดภัยจากความเสียหายต่างๆ ทำหน้าที่จูงใจลูกค้าหรือผู้ใช้ให้เกิดความสนใจในผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ข้างใน และยังทำหน้าที่ช่วยเพิ่มผลกำไรได้จากความเหมาะสมและความสมบูรณ์ด้านคุณลักษณะของบรรจุภัณฑ์ แต่ในทางกลับกันยิ่งมีบรรจุภัณฑ์ที่ดีมากเท่าไหร่ ต้นทุนก็ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

พอลิเอทธิลีนเทเรฟทาเลต (Polyethylene terephthalate, PET) เป็นพลาสติกชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาใช้ในการผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์ เช่น ขวดพลาสติก ฟิล์ม หรือ ถาด เป็นต้น โดยบรรจุภัณฑ์ประเภทขวด PET นั้นมีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งเม็ดพลาสติก PET ก็มีราคาเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน ทางบริษัทกรณีศึกษาเห็นว่าบริษัทมีผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากที่ใช้บรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติก PET ดังนั้นจึงได้มีโครงการที่จะลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกประเภท PET ของผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากขึ้น โดยยังคงต้องการให้ใช้รูปร่างบรรจุภัณฑ์ที่เหมือนเดิม เนื่องจากผลิตภัณฑ์ยี่ห้อนี้มีรูปทรงของบรรจุภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ เป็นที่จดจำของลูกค้าไปแล้ว ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงรูปทรงอาจจะทำให้ยอดขายลดลงได้ ดังนั้นบริษัทจึงมีโครงการในการลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากโดยการลดน้ำหนักของขวดพลาสติกลง หรือเรียกว่าเป็นการลดปริมาณพลาสติกที่ใช้ในการฉีดขวด ทำให้ขวดมีความหนาลดลงนั้นเอง แต่บรรจุภัณฑ์ยังมีรูปลักษณ์เหมือนเดิม ขนาดภายนอกเท่าเดิมทุกประการ ภายใต้น้ำหนักสุทธิของขวดพลาสติกหลังลดน้ำหนักที่บริษัทได้กำหนดไว้ ซึ่งบริษัทได้คำนวณต้นทุนแล้วว่าเป็นน้ำหนักที่ทำให้สามารถลดต้นทุนได้ในระดับที่บริษัทต้องการ

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบน้ำหนักขวดน้ำยาบ้วนปากก่อนและน้ำหนักหลังลดตามเป้าหมายบริษัท

Bottle size	Current weight (g)	Reduced weight (g)
1L	68	62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บริษัทกรณีศึกษาประเมินว่าถ้าสามารถลดปริมาณพลาสติกที่ใช้ขึ้นรูปขวดพลาสติก PET ลงมาในปริมาณที่บริษัทต้องการได้ จะสามารถลดต้นทุนของบรรจุภัณฑ์ขวดน้ำยาบ้วนปากได้ถึง 371K USD /25,000,000 ขวด ต่อปี แต่เนื่องจากการที่ลดปริมาณพลาสติกที่ใช้ในการฉีดนั้น ส่งผลให้ขวดพลาสติกที่ได้นั้นบางลงซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาหรือความเสี่ยงด้านคุณภาพต่างๆตามมาเมื่อนำขวดที่บางเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ความเสี่ยงที่จะเกิดขวดบุบ ขวดยุบในกระบวนการบรรจุ เป็นต้น ดังนั้นการนำกระบวนการบริหารความเสี่ยงมาใช้จะช่วยทำให้การดำเนินงานขององค์กรสามารถบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบ และมีความยั่งยืน เพื่อช่วยให้องค์กรลดมูลเหตุของแต่ละโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย ให้ระดับความเสียหายและขนาดของความเสียหายที่เกิดขึ้นในอนาคตอยู่ในระดับที่องค์กรยอมรับได้ ประเมินได้ ควบคุมได้ และตรวจสอบได้อย่างมีระบบ

โดยคำนึงถึงเป้าหมายขององค์กรเป็นสำคัญ ซึ่งการประเมินว่าผลการดำเนินงานในด้านต่างๆขององค์กรเป็นอย่างไรกำหนดไว้ในรูปของดัชนีวัดสมรรถนะหลัก (Key Performance Indicator)

ดัชนีวัดสมรรถนะหลักเชิงคุณภาพของงานวิจัยนี้ คือ สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุจากการลดน้ำหนักขวดพลาสติกจะต้องอยู่ในระดับที่บริษัทยอมรับได้ โดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพเข้ามาช่วยในการควบคุมให้มีปริมาณของเสียอยู่ในระดับคุณภาพที่บริษัทยอมรับได้ (Acceptance Quality Level : AQL)

ดังนั้นจากนโยบายในการลดต้นทุนของบริษัทกรณีศึกษาดังกล่าวจึงจำเป็นต้องทำการศึกษา วิเคราะห์ประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการลดน้ำหนักขวดพลาสติกตามปริมาณที่บริษัทกำหนด และหาแนวทางบริหารจัดการความเสี่ยงนั้น เพื่อให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถบรรลุเป้าหมายในการลดต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้

1.2 ผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปาก

ผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากถือเป็นหนึ่งในสินค้าที่มียอดขายมากที่สุดของบริษัทกรณีศึกษา มีปริมาณการสั่งซื้อสินค้าเป็นจำนวนมาก ทำให้บริษัทต้องเพิ่มกำลังการผลิตมากขึ้นเรื่อยๆ และเป็นผลิตภัณฑ์กรณีศึกษาของงานวิจัยนี้

1.2.1 วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำยาบ้วนปาก

1) เอทธิวแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)
2) น้ำมันหอมระเหย (Essential oil)
3) กลิ่นต่างๆ (Flavor)
4) สีผสมอาหาร (Dye)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.2.2 บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตน้ำยาบ้วนปาก

1) ขวดพลาสติก PET (Bottle)
2) ฝาขวดพลาสติก (Cap)
3) ฟิล์มหุ้มฝาขวด (Cap seal)
4) ฉลาก (Label)
5) ฟิล์ม (Shrink bundle)
6) กล่องกระดาษ (Shipper)

1.3 กระบวนการผลิตขวดพลาสติกน้ำยาบ้วนปาก

กระบวนการที่ใช้ในการผลิตขวดน้ำยาบ้วนปากนั้นคือ Injection Strength blow molding process (ISBM) ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

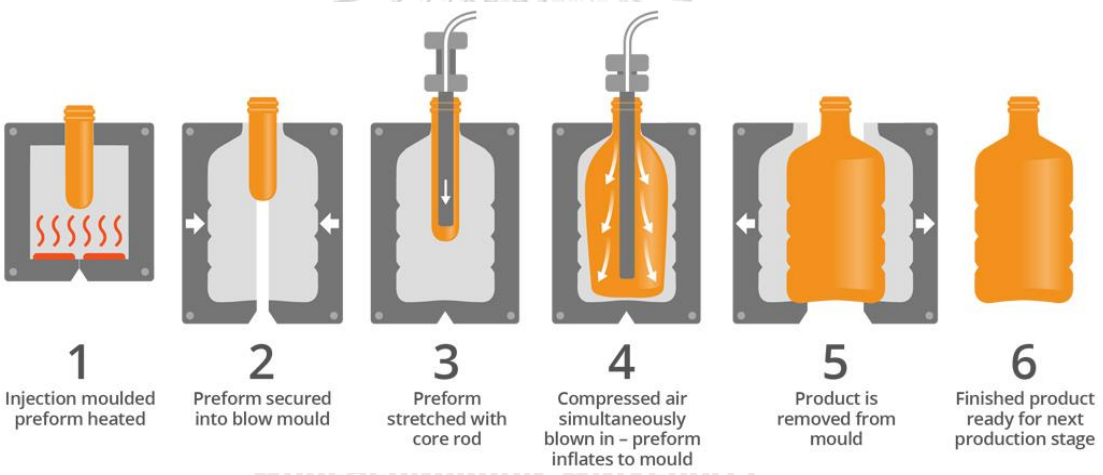
ขั้นตอนที่ 1 ฉีดขึ้นรูปพลาสติกเป็นหลอดพลาสติกตั้งต้นก่อนเป่า (Pre-form) ซึ่งน้ำหนักตั้งต้นของขวดพลาสติกจะถูกกำหนดตั้งแต่ขั้นตอนนี้

ขั้นตอนที่ 2 อุ่น Pre-form ให้อ่อนตัว แล้วนำมาเข้าสู่แม่พิมพ์ (Mold) ที่เตรียมไว้ ทำการประกบแม่พิมพ์

ขั้นตอนที่3 ใช้แท่งเหล็กกดก้นตัว Pre-form ให้ยืดลงตามแนวดิ่ง

ขั้นตอนที่4 เป่าลมให้ pre-form ขยายจนเต็ม Mold ขั้นตอนนี้จะมีน้ำหล่อเย็นไหลผ่านแม่พิมพ์เพื่อให้ขวดแข็งตัวคงรูป

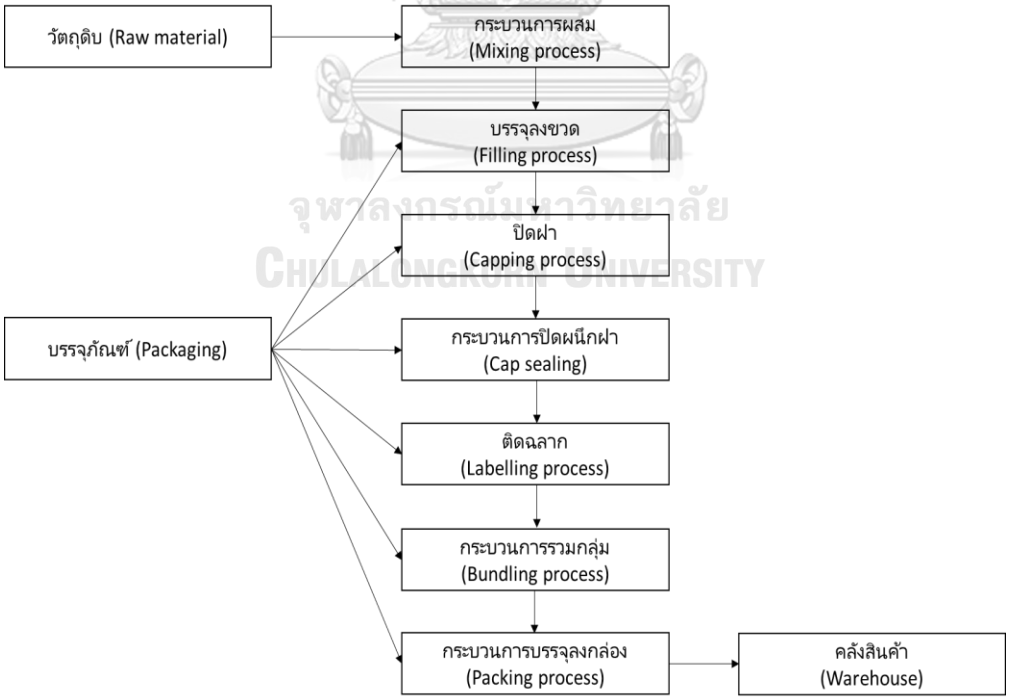
ขั้นตอนที่5 แม่พิมพ์เปิดออกและปล่อยขวดออกมา



รูปที่ 1.1 กระบวนการผลิตขวดพลาสติกแบบ ISBM

1.4 กระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก

กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากมีการดำเนินงานตามขั้นตอนต่างๆ ประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบต่างๆ เช่น เอทธิวแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol), น้ำมันหอมระเหย (Essential oil), กลิ่น (Flavor) และ สีผสมอาหาร(Dye) โดยวัตถุดิบเหล่านี้จะถูกผสมอยู่ในถังผสม (Mixing tank) ส่งผ่านมาทางท่อลำเลียงน้ำยามาที่ถังเก็บน้ำยา (Hopper) ซึ่งอยู่ที่เครื่องบรรจุ (Filling machine) และทำการบรรจุน้ำยาลงขวด โดยเครื่องบรรจุน้ำยา จะมีหัวบรรจุทั้งหมด 24 หัว ทำการบรรจุน้ำยาตามน้ำหนักที่กำหนด จากนั้นลำเลียงขวดที่บรรจุน้ำยาบ้วนปากไปตามสายพานมายังเครื่องปิดฝา (capping machine) ซึ่งมีทั้งหมด 12 หัว ใช้หลักการทำงานโดยการกดและหมุนฝาเข้ากับขวดจนปิดสนิทที่ค่าการปิด (Torque) ที่เหมาะสม ขวดที่ปิดฝาสนิทแล้วถูกลำเลียงผ่านสายพานไปยังเครื่องหุ้มฟิล์มที่ฝาขวด (cap sealing machine) และส่งต่อไปยังเครื่องติดฉลาก (Labelling machine) หลังจากนั้นถูกจัดเป็นกลุ่มเพื่อเข้าเครื่อง shrink และส่งไปที่เครื่องลงกล่อง (Autocase packer machine) ตามจำนวนต่อกล่องที่กำหนด ปิดเทป และนำกล่องผลิตภัณฑ์วางลงแพลเลทด้วยเครื่อง palletizer เพื่อนำไปจัดเก็บในครั้งสินค้ารอดำเนินการขนส่งสินค้าไปยังลูกค้าต่อไป โดยสามารถแสดงกระบวนบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากได้ดังนี้



รูปที่ 1.2 กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปาก

1.5 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อค้นหาประเด็นข้อบกพร่อง ประเมินและบริหารจัดการความเสี่ยงเชิงคุณภาพเบื้องต้น
2. ดำเนินการจัดการลดข้อบกพร่องเชิงคุณภาพที่เกิดขึ้นจากการใช้บรรจุภัณฑ์ลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุ เพื่อให้องค์กรบรรลุเป้าหมายการลดต้นทุนอย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ระดับคุณภาพที่องค์กรและลูกค้ายอมรับได้

1.6 ขอบเขตการวิจัย

1. กรณีศึกษา การลดน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกประเภท PET ของผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากขนาดบรรจุปริมาตร 1ลิตร
2. ศึกษาผลกระทบของการลดน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติกประเภท PET ของผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากต่อกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก ภายใต้เงื่อนไขของน้ำหนักขวดพลาสติกที่บริษัทกำหนดไว้แล้ว
3. ผู้บริโภคยอมรับได้กับขวดน้ำยาบ้วนปากที่บางลง
4. ในการลดน้ำหนักบรรจุภัณฑ์ จะต้องคำนึงถึงความต้องการและข้อจำกัดดังนี้
    a. บรรจุภัณฑ์หลังการปรับลดน้ำหนักแล้ว ต้องสามารถเดินในสายการผลิตได้เหมือนเดิม โดยไม่ต้องเปลี่ยนหรือซื้อเครื่องจักรใหม่
    b. บรรจุภัณฑ์ที่ลดน้ำหนัก ทำให้ความหนาของบรรจุภัณฑ์นั้นลดลง ไม่ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ภายในขวด
5. ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการบรรจุ (Overall Equipment Effectiveness, OEE) ต้องอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงเดิม หรือ เท่าเดิม
6. ดำเนินการจัดการและควบคุมคุณภาพในกระบวนการที่ทำให้เกิดของเสียในปริมาณที่ไม่สามารถยอมรับได้เท่านั้น โดยเลือกกระบวนการที่จะจัดการจากผลการทดสอบการเดินขวดที่มีการลดน้ำหนักแล้วพบว่ามีสัดส่วนของเสียเกินค่าที่กำหนด
7. นำแผนการควบคุมคุณภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ประสิทธิผลเป็นไปตามเป้าหมายของงานวิจัย

1.7 ผลที่ได้รับ

แผนการจัดการและควบคุมคุณภาพในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปาก

1.8 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการผลิตสินค้าลดลงตามเป้าหมายของบริษัท
2. สร้างผลกำไรให้กับบริษัทได้อย่างมีประสิทธิภาพและสินค้ามีคุณภาพอยู่ในระดับที่ลูกค้ายอมรับได้
3. เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยลดโลกร้อนเนื่องจากการลดปริมาณการใช้พลาสติกลง
4. เป็นแนวทางในการลดต้นทุนบรรจุภัณฑ์ให้กับผลิตภัณฑ์อื่นๆที่ใช้บรรจุภัณฑ์ขวดพลาสติก

1.9 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทฤษฎี บทความ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตและการบรรจุผลิตภัณฑ์รวมทั้งการบริหารจัดการความเสี่ยงเชิงคุณภาพ
2. วิเคราะห์และประเมินความเสี่ยง พร้อมระบุระดับความรุนแรงและโอกาสในการเกิดความเสี่ยง (Risk Assessment) เพื่อจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยง โดยทำการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละแผนกและผู้ที่เกี่ยวข้องที่ผ่านการอบรมชี้แจง เกี่ยวกับเกณฑ์การประเมิน
3. ทดสอบการนำขวดลดน้ำหนักเดินในกระบวนการบรรจุเพื่อหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเกินกว่าเกณฑ์ที่บริษัทยอมรับได้มาดำเนินงานวิจัยเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
4. วิเคราะห์หาสาเหตุและผลกระทบในประเด็นข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเกินระดับที่ยอมรับได้โดยใช้เทคนิคเครื่องมือการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Process Failure Mode and Effects Analysis, PFMEA)
5. นำเครื่องมือการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment : DOE)มาใช้เพื่อช่วยในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการจัดการความเสี่ยงในกระบวนการที่เป็นประเด็นหลัก พร้อมทั้งสร้างแผนควบคุม(Control plan) มาใช้ในกระบวนการควบคุมการดำเนินงาน
6. สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความหมายและคำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยง

ความเสี่ยง (Risk) หมายถึง เหตุการณ์หรือการกระทำใดๆที่อาจเกิดขึ้นภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอนและจะส่งผลกระทบหรือสร้างความเสียหายทั้งที่เป็นตัวเงิน และไม่เป็นตัวเงิน หรือก่อให้เกิดความล้มเหลวหรือลดโอกาสที่จะบรรลุเป้าหมายตามภารกิจและพันธกิจหลักขององค์การ

ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factor) หมายถึง สาเหตุของความเสี่ยงที่จะทำให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ตามขั้นตอนการดำเนินงานหลักที่กำหนดไว้ ทั้งที่เป็นปัจจัยภายในและภายนอกองค์การ

1) ปัจจัยภายใน

หมายถึง ปัจจัยภายในองค์กรที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของวัตถุประสงค์ เป็นปัจจัยที่ผู้บริหารสามารถจัดการควบคุมได้ ตัวอย่างเช่น

- โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับความต้องการเงินทุนเพื่อขยายหรือรักษาโครงสร้างพื้นฐาน การลดเวลาที่เครื่องจักรเสีย และการเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า
- พนักงาน (Personnel) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุ การทุจริต การหมดอายุสัญญาจ้าง การสูญเสียพนักงานสำคัญ ที่ส่งผลต่อความเสียหายทางการเงินและชื่อเสียงและการหยุดผลิต
- กระบวนการ (Process) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานสำคัญ การเปลี่ยนแปลง กฎเกณฑ์ ความผิดพลาดในกระบวนการ การส่งมอบสินค้า การควบคุมที่ไม่เพียงพอ ที่ส่งผลต่อ ความไม่มีประสิทธิภาพ ความไม่พอใจของลูกค้า การเสียส่วนแบ่งการตลาด และการเสียชื่อเสียง
- เทคโนโลยี (Technology) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับระบบไอทีและสารสนเทศภายในองค์กร ความถูกต้องครบถ้วนของสารสนเทศ ความมั่นคงปลอดภัย การทุจริตการเลือกระบบที่จะใช้ การพัฒนาและบำรุงรักษาระบบ การหยุดชะงักของระบบ และความไม่สามารถปฏิบัติงานต่อเนื่อง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2) ปัจจัยภายนอก

หมายถึง ปัจจัยภายนอกองค์กรที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จของวัตถุประสงค์ เป็นปัจจัยที่ผู้บริหารควบคุมโอกาสที่จะเกิดไม่ได้ แต่อาจลดผลกระทบ เช่น การติดตามศึกษาเพื่อหาแนวโน้มที่จะเกิดและวิธีที่ควรปฏิบัติไว้ล่วงหน้า เพื่อเปลี่ยนวิกฤตเป็นโอกาส หรือเพื่อ ลดผลเสียหาย ที่จะเกิดขึ้น ตัวอย่างปัจจัยภายนอก เช่น

- ภัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Natural Environment) การเกิดน้ำท่วม ไฟไหม้ แผ่นดินไหว คลื่นยักษ์สินามิ โรคระบาด ที่ทำความเสียหายต่ออาคาร ทรัพย์สินแหล่งวัตถุดิบ แรงงาน
- ภาวะเศรษฐกิจ (Economic) ภาวะเงินเฟ้อ เงินฝืด อัตราดอกเบี้ย อัตราแลกเปลี่ยนสกุลเงิน และเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของราคา แหล่งเงินทุน ภาวการณ์แข่งขัน
- ภาวะการเมือง (Political) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับการประกาศใช้กฎหมาย ระเบียบ และ เหตุการณ์ที่เปิดหรือจำกัดโอกาสเข้าสู่ตลาดต่างประเทศ การเปลี่ยนแปลงอัตราภาษี
- สังคม (Social) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของประชากร การย้ายแหล่ง ที่อยู่โครงสร้างครอบครัว มาตรฐานและรสนิยมของสังคม การก่อการร้าย
- เทคโนโลยีสารสนเทศ (Technological) เหตุการณ์ที่เกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เช่น อีคอมเมิซ ซึ่งมีผลต่อการใช้สารสนเทศในการบริหาร การลดโครงสร้าง ต้นทุน หรือความต้องการด้านเทคโนโลยี

การบริหารความเสี่ยง (Risk Management) หมายถึง กระบวนการในการคิดวิเคราะห และคาดการณถึงเหตุการณ หรือความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้น รวมทั้งการระบุแนวทางในการจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมหรือยอมรับไดโดยอาจใชวิธีดังตอไปนี้

1. การยอมรับความเสี่ยง (Risk Acception) เปนการยอมรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเนื่องจากไมคุ้มค่าในการจัดการ ควบคุมหรือปองกันความเสี่ยง
2. การลด/การควบคุมความเสี่ยง (Risk Reduction) เป็นการปรับปรุงระบบการทำงาน หรือการออกแบบวิธีการทำงานใหม่ เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดหรือลดผลกระทบให่อยู่ในระดับที่องค์กรยอมรับได

3. การกระจายความเสี่ยง หรือการโอนความเสี่ยง (Risk Sharing) เปนการกระจายหรือถายโอนความเสี่ยงให้ผู้อื่นชวยแบงความรับผิดชอบไป
4. การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง (Risk Avoidance) เปนการจัดการกับความเสี่ยงที่อยูในระดับสูงและหน่วยงานไมอาจยอมรับไดจึงตองตัดสินใจยกเลิกโครงการ/กิจกรรมนั้นไป

การจัดการความเสี่ยง หมายถึง แนวทางในการลดโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หรือความเสี่ยงหรือผลกระทบความเสียหานจากเหตุการณ์ความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่องค์การยอมรับได้ (Risk tolerance)

แผนผังความเสี่ยง (Risk Map) คือ แผนผังที่แสดงความสัมพันธ์ของความเสี่ยงกับวัตถุประสงค์ขององค์กร ความเสี่ยงกับความเสี่ยง สาเหตุกับ ความเสี่ยง สาเหตุกับสาเหตุและระดับความรุนแรง/ผลกระทบเพื่อนำมาประกอบการพิจารณาจัดทำแผนบริหารความเสี่ยง

คาระดับความเสี่ยงที่องคกรยอมรับได (Risk Appetite) คือ การกำหนดระดับความเสี่ยงในเชิงปริมาณหรือคุณภาพที่องคกรจะสามารถยอมรับความเสียหาย/สูญเสียจากความเสี่ยง โดยกำหนดใหสอดคลองกับเป้าหมายหรือตามตัวชี้วัดขององคกร

ชวงเบี่ยงเบนของคาระดับความเสี่ยงที่องคกรยอมรับได (Risk Tolerance) คือการกำหนดคาชวงเบี่ยงเบนของระดับความเสี่ยงที่ยังคงอยูในระดับที่องคกรยังสามารถยอมรับได้

ดัชนีชี้วัดความเสี่ยงหลัก (KRI : Key Risk Indicator) คือ มาตรวัดหรือ จุดเตือนภัย (Trigger Point) ของระดับหรือสถานะความเสี่ยง เพื่อใชประเมินสถานะของความเสี่ยงและประสิทธิผลของแผนบริหารความเสี่ยง และตองสอดคลองกับ Risk Appetite และ Risk Tolerance

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.2 ขั้นตอนกระบวนการบริหารความเสี่ยง

กระบวนการบริหารความเสี่ยงเป็นกระบวนการต่อเนื่อง โดยเริ่มต้นด้วยการกำหนดนโยบายหรือ วัตถุประสงค์ของการบริหารความเสี่ยงที่ชัดเจนจากฝ่ายบริหาร และดำเนินกระบวนการด้วยกลไกการบริหารความเสี่ยงที่กำหนดขึ้นในองค์การ ร่วมกับกลไกการตรวจสอบหรือการควบคุมภายในจนสามารถประเมินความสำเร็จ ตามวัตถุประสงค์ได้ และนำไปสู่การปรับปรุงกลไกกระบวนการบริหารความเสี่ยงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นต่อไป ทั้งนี้ ขั้นตอนดำเนินการตามกระบวนการการบริหารความเสี่ยงขององค์การ สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้

รูปที่ 2.1 กระบวนการบริหารความเสี่ยง

ที่มา : เว็บไซต์ การบริหารความเสี่ยง องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

<u>ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์</u>

หมายถึง สิ่งที่ต้องการทำให้สำเร็จหรือผลลัพธ์ของการ ดำเนินการ การกำหนดวัตถุประสงค์ มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับหน่วยงาน จนถึงระดับกิจกรรมและระดับบุคคล การกำหนดวัตถุประสงค์ต้องมีความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้วัตถุประสงค์ในภาพรวม บรรลุเป้าประสงค์

1) วัตถุประสงค์ด้านกลยุทธ์ (Strategic Objectives) เป็นวัตถุประสงค์ในระดับสูง ซึ่งเชื่อมโยงและ สนับสนุนภารกิจขององค์การ โดยองค์การกำหนดวัตถุประสงค์ด้านกลยุทธ์เพื่อแสวงหาทางเลือกหรือ วิธีการในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

2) วัตถุประสงค์ด้านการปฏิบัติงาน (Operations Objectives) เป็นวัตถุประสงค์ในระดับของการ ปฏิบัติงานที่มุ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

3) วัตถุประสงค์ด้านการรายงาน (Reporting Objectives) เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้นการจัดทำรายงาน ทั้งรายงานทางการเงิน (Financial reporting) และรายงานที่ไม่ใช่ทางการเงิน (Non-financial reporting) ซึ่งนำเสนอต่อผู้ใช้ทั้งภายในและภายนอกให้มีความน่าเชื่อถือ โดยมีข้อมูลที่ถูกต้อง สมบูรณ์ และทันเวลา เพื่อสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

4) วัตถุประสงค์ด้านการปฏิบัติตามกฎระเบียบ (Compliance Objectives) เป็นวัตถุประสงค์ที่มุ่งเน้น การปฏิบัติตามกฎหมาย หรือกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง

การกำหนดวัตถุประสงค์ ควรมีลักษณะดังนี้

1. จะต้องมีความชัดเจน สามารถวัดได้ สามารถปฏิบัติได้ มีเหตุผล และกรอบระยะเวลาที่จะดำเนินการได้แล้วเสร็จ ซึ่งเทคนิคการกำหนดวัตถุประสงค์ทีนิยมคือ หลักของ SMART ได้แก่
    - Specific (เฉพาะเจาะจง) คือ มีการกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน กำหนดผลตอบแทนหรือผลลัพธ์ที่ต้องการที่ทุกคนสามารถเข้าใจได้อย่างชัดเจน
    - Measurable (สามารถวัดได้) คือ สามารถวัดผลและประเมินผลของวัตถุประสงค์ได้
    - Achievable (สามารถบรรลุผลได้) คือ มีความเป็นไปได้ที่จะปฏิบัติให้บรรลุวัตถุประสงค์ ภายใต้เงื่อนไขการใช้ ทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบัน
    - Relevant (มีความเกี่ยวข้อง) คือ มีความสอดคล้องกับกลยุทธ์และเป้าหมายในการดำเนินงานขององค์การ
    - Time Constrained (มีกำหนดเวลา) คือ มีกรอบเวลาที่ชัดเจนและเหมาะสมในการบรรลุผล
2. การที่องค์การจะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ การดำเนินงานจะต้องมีการเชื่อมโยงกับเป้าหมายและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ขององค์กร หรือตัวชี้วัด ของหน่วยงาน ภายใต้ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (Risk Appetite) และระดับความเบี่ยงเบนจากระดับความเสียงที่ยอมรับได้ (Risk Tolerance)
    - Risk Appetite - ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ หมายถึง ประเภท ปัจจัยความเสี่ยง และระดับของความเสี่ยงที่องค์กรจะยอมรับได้ เพื่อช่วยให้องค์กรบรรลุวิสัยทัศน์และภารกิจขององค์กร
    - Risk Tolerance - หมายถึง ระดับความเบี่ยงเบนจากประเภท ปัจจัยความเสี่ยง และ ระดับของความเสี่ยงที่ยอมรับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ขั้นตอนที่ 2 การบ่งชี้ความเสี่ยง (Identify Risk)</u>

เป็นการค้นหาความเสี่ยงและสาเหตุหรือปัจจัยของความเสี่ยง โดย พิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมายผลลัพธ์ขององค์การตามกรอบการ บริหารความเสี่ยง ทั้งนี้ สาเหตุของความเสี่ยงที่ระบุควรเป็นสาเหตุที่แท้จริง เพื่อจะได้วิเคราะห์และกำหนดมาตรการลดความเสี่ยงในภายหลังได้อย่างถูกต้อง แหล่งที่มาของปัจจัยต่างๆ ได้แก่

- ปัจจัยภายในองค์การ: วัตถุประสงค์ขององค์การ นโยบายและกลยุทธ์ การดำเนินงาน กระบวนการทำงาน ประสบการณ์การทำงาน โครงสร้างองค์การและระบบการบริหารงาน การเงิน วัฒนธรรมขององค์การ สภาพทางภูมิศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และกฎหมาย ระเบียบที่เกี่ยวข้องภายในองค์การ เป็นต้น

- ปัจจัยภายนอกองค์การ: นโยบายของรัฐบาล สภาวะเศรษฐกิจ การดำเนินการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง กฎระเบียบภายนอกองค์การ เหตุการณ์ธรรมชาติ สภาพสังคม และการเมือง เป็นต้น

การระบุปัจจัยเสี่ยงจะเริ่มต้นที่เป้าประสงค์ หรือวัตถุประสงค์ขององค์การ โดยการมองปัจจัยเสี่ยงไม่จำเป็นต้องมาก แต่ต้องมีเรื่องการบริหารและการควบคุมในการรองรับปัญหาที่ดีพอ ทั้งนี้ การจัดประเภท ความเสี่ยงองค์การ จะแบ่งประเภทตามกรอบการบริหารความเสี่ยงองค์การ ได้แก่

1) ความเสี่ยงด้านกลยุทธ์ (Strategic Risk) ความเสี่ยงอันเกิดจากการที่องค์การไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์การอันเนื่องมาจากขาดกลยุทธ์ที่เหมาะสมหรือสภาพการแข่งขันที่เปลี่ยนแปลง

2) ความเสี่ยงด้านการปฏิบัติงาน (Operation Risk) ความเสี่ยงอันเกิดจากการดำเนินงานภายในองค์การ ซึ่งเป็นผลมาจากบุคลากร กระบวนการทำงาน โครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงการทุจริตภายในองค์การ

3) ความเสี่ยงด้านการเงิน (Financial Risk) ความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดผลกระทบทางด้านการเงินต่อองค์การ

4) ความเสี่ยงด้านการปฏิบัติตามกฎระเบียบ (Compliance Risk) ความเสี่ยงอันเกิดจากการไม่ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อบังคับ โดยครอบคลุมถึงกฎระเบียบของทั้งหน่วยงานภายในและภายนอกที่กำกับดูแลองค์การ การค้นหาความเสี่ยงสามารถศึกษาได้จากข้อมูลสถิติของความเสี่ยงที่เคยเกิดขึ้น การสำรวจในปัจจุบัน หรือคาดว่าอาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

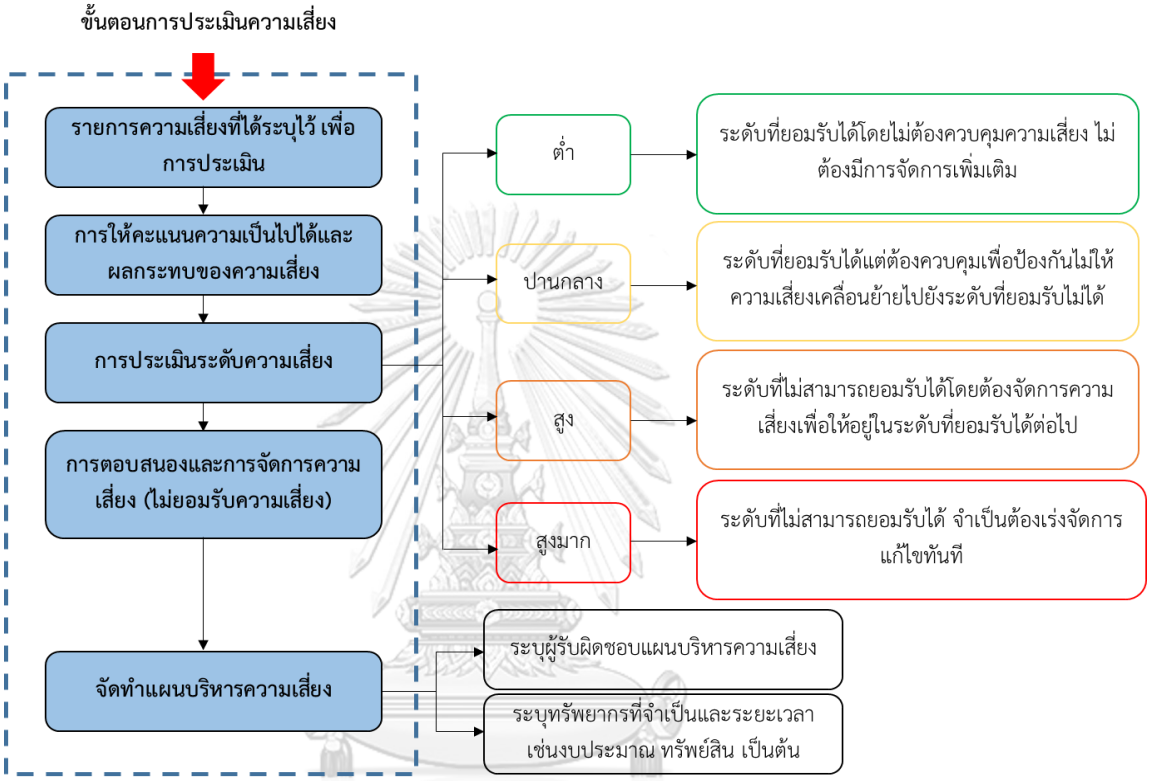
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การรวบรวมข้อมูลเพื่อบ่งชี้เหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงจะเป็นการรวบรวมข้อมูล ทั้งแบบ Top-down คือ การระดมความคิดเห็นผู้บริหารของหน่วยงานเพื่อระบุความเสี่ยงด้านกลยุทธ์ขององค์การ และแบบ Bottom-up คือ การระดมความคิดเห็นของบุคลากร เพื่อระบุความเสี่ยงด้านการปฏิบัติงาน ความเสี่ยง ด้านการเงิน และความเสี่ยงด้านการปฏิบัติตามกฎระเบียบ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ทั้งจากผู้บริหารและบุคลากร รวบรวมเป็นรายการความเสี่ยงองค์การ (Risk register) และประเมินความเสี่ยงนั้นๆ ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

3.1 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนในการประเมินความเสี่ยง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนในการประเมินความเสี่ยง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 การประเมินระดับความเสี่ยง

เป็นการประเมินระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อองค์การมากน้อย เพียงใด โดยพิจารณาจากโอกาส (Likelihood) ที่จะเกิดปัจจัยเสี่ยง และระดับความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) และประเมินระดับของความเสี่ยง โดยการประมวลผลค่าระดับของโอกาส และระดับความรุนแรงของผลกระทบตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ทั้ง 2 ด้าน ดังนี้

1) การประเมินความเป็นไปได้ (Likelihood) การประเมินความเป็นไปได้พิจารณาได้ในรูปแบบของความถี่ (Frequency) หรือโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (ที่มา: คู่มือบริหารความเสี่ยงองค์การของกองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2557)

<u>ระดับความน่าจะเป็นที่จะเกิด</u>

ระดับ 1 = โอกาสเกิดไม่มี จนถึง น้อยมาก (1 - 20%)

ระดับ 2 = โอกาสเกิดน้อย (20 - 40%)

ระดับ 3 = โอกาสเกิดอยู่ในระดับปานกลาง (40 - 60%)

ระดับ 4 = โอกาสเกิดอยู่ในระดับสูง (60 - 80%)

ระดับ 5 = โอกาสเกิดสูงมาก (มากกว่า 80%)

2) การประเมินผลกระทบ (Impact)

<u>ระดับความเสียหาย</u>

ระดับ 1 = ไม่มีหรือน้อยมาก (ความหมาย ไม่มีการบาดเจ็บ/ป่วย หรือมีเล็กน้อย ไม่ฉุกเฉิน ไม่เร่งด่วนละเลยได้ ไม่จำเป็นต้อง รายงาน ไม่มีผลกระทบต่อเป้าหมายงาน ทำให้เกิดความล่าช้าในงานน้อยกว่า 1 เดือน เกิดความเสียหายในระดับต่ำไม่เกิน 1000 บาท)

ระดับ 2 = น้อย (ความหมาย บาดเจ็บปานกลาง/ป่วย ไม่สามารถทำงานได้ชั่วคราว เกิดความเสียหายที่ระบบ/อุปกรณ์/ขั้นตอนที่ไม่สำคัญต่อการบรรลุเป้าหมาย ควรมีรายงานถ้าเกิดปัญหามีผลกระทบต่อการดำเนินการน้อยก่อให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานตั้งแต่ 1 – 3เดือน เกิดความเสียหายมากกว่า 1000 แต่ไม่เกิน 10,000 บาท

ระดับ 3 = ปานกลาง (ความหมาย บาดเจ็บ/เจ็บป่วยมาก ไม่สามารถทำงานได้ชั่วคราว เกิดความเสียหาย เล็กน้อยต่อระบบ/อุปกรณ์/ ขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมาย ต้องมีการรายงาน มีผลกระทบต่อการดำเนินการปานกลาง ก่อให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงานตั้งแต่ 3 - 6 เดือน เกิดความเสียหายมากกว่า 10,000 แต่ไม่เกิน 100,000บาท

ระดับ 4 = มาก (ความหมาย เกิดความพิการถาวร เกิดความเสียหายมากต่อระบบ/อุปกรณ์/ขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมาย ต้องมีการทำรายงาน มีผลกระทบต่อการดำเนินการมาก ก่อให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินการตั้งแต่ 6 - 9 เดือน เกิดความเสียหายมากกว่า 100,000 แต่ไม่เกิน 1,000,000 บาท

ระดับ 5 = มากที่สุด (ความหมาย สูญเสียชีวิต เกิดความเสียหายต่อระบบ/อุปกรณ์/ขั้นตอนที่มีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายต้องมีการทำรายงานมีผลกระทบต่อการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดำเนินการอย่างรุนแรงก่อให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินการมากกว่า 9 เดือนขึ้นไป เกิดความเสียหาย มากกว่า 1,000,000 ขึ้นไป

จากนั้นจึงคำนวณให้ระดับความเสี่ยงตามผลคูณของระดับคะแนนทั้ง 2 ด้าน ตัวอย่างเช่น

ระดับคะแนน	1	2	3	4	5
ผลกระทบของความเสี่ยง (Impact)	ต่ำ	→			สูง
โอกาสหรือความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้น (Likelihood)	น้อยครั้ง	→			บ่อยครั้ง

ปัจจัยเสี่ยง	ผลกระทบของความเสี่ยง (Impact)	โอกาสหรือความเป็นไปได้ที่เกิดขึ้น (Likelihood)	ระดับความเสี่ยง (Level of Risk)
ปัจจัยเสี่ยง A	1	3	1 x 3 = 3
ปัจจัยเสี่ยง B	3	3	3 x 3 = 9
ปัจจัยเสี่ยง C	4	4	4 x 4 = 16
ปัจจัยเสี่ยง D	5	4	5 x 4 = 20

เมื่อได้ระดับความเสี่ยงครบทุกความเสี่ยงแล้ว ก็จะสามารถจัดทำแผนผังประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment matrix) ดังนี้

Risk Assessment Matrix			ความเป็นไปได้ (likelihood)				
			ไม่มี / น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	สูง/บ่อย	สูงมาก/บ่อยมาก
			1	2	3	4	5
ผลกระทบ / ความรุนแรง (Impact)	สูงมาก	5	5	10	15	20	25
	สูง	4	4	8	12	16	20
	ปานกลาง	3	3	6	9	12	15
	น้อย	2	2	4	6	8	10
	น้อยมาก	1	1	2	3	4	5
			ระดับความเสี่ยง				

รูปที่ 2.3 แผนผังประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix)

ที่มา: อ.เมธา สุวรรณสาร

ระดับความเสี่ยง แสดงถึงระดับความสำคัญในการบริหารความเสี่ยง พิจารณาจากผลคูณของระดับ โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (Likelihood) กับระดับความรุนแรงของผลกระทบ (Impact) ของความเสี่ยงแต่ละ สาเหตุ (โอกาส X ผลกระทบ) ซึ่งระดับความเสี่ยงแบ่งตามความสำคัญเป็น 4 ระดับ ดังนี้ (ที่มา: คู่มือบริหารความเสี่ยงองค์การของกองทุนเพื่อการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2557)

ระดับความเสี่ยง	ระดับคะแนน	ความหมาย
สูงมาก	20-25	ระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ จำเป็นต้องเร่งจัดการแก้ไขทันที
สูง	10-19	ระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้โดยต้องจัดการความเสี่ยงเพื่อให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป
ปานกลาง	4-9	ระดับที่ยอมรับได้แต่ต้องควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้ความเสี่ยงเคลื่อนย้ายไปยังระดับที่ยอมรับไม่ได้
น้อย	1-3	ระดับที่ยอมรับได้โดยไม่ต้องควบคุมความเสี่ยง ไม่ต้องมีการจัดการเพิ่มเติม

ตัวชี้วัดระดับความเสี่ยง (Key Risk Indicator, KRI)

ตัวชี้วัดความเสี่ยง (KRI) เป็นตัวชี้วัด (Leading Indicator) ที่ประเมินผลการบริหารความเสี่ยง โดยมีหน้าที่เป็นมาตรวัด หรือ จุดเตือนภัย (Trigger Point) ของการเกิดเหตุการณ์ความเสี่ยง และเพื่อประเมินการบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร หรือ KPI (Lagging Indicator)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แนวทางการกำหนดตัวชี้วัดระดับความเสี่ยง (KRI)

1. ทำความเข้าใจกับสาเหตุของการเกิดความเสี่ยงด้วยการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงเพื่อค้นหากระบวนการ กิจกรรม ที่ก่อให้เกิดเหตุ
2. ตรวจสอบแผนกลยุทธ์ วัตถุประสงค์การดำเนินงาน ดัชนีวัดผลการดำเนินงาน (Key Performance Indicator, KPI) เพราะ KPI ระดับปฏิบัติการสามารถทำหน้าที่เป็น KRI เพราะจะชี้วัดความเสี่ยงที่สะท้อนการดำเนินงานทางลบ
3. ตรวจสอบนโยบาย กฎระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง ธุรกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์ได้ดำเนินการอยู่ภายใต้การปฏิบัติครบถ้วนหรือไม่

4. ตรวจสอบความต้องการ ข้อกำหนดของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่นอกเหนือไปจากกฎระเบียบข้อบังคับ โดยอาจจะหมายถึงลูกค้า นำข้อมูลส่วนนี้มาใช้ประกอบการพัฒนา/กำหนด KRI
5. การกำหนดตัวชี้วัดความเสี่ยง KRI กำหนดได้ตามความเหมาะสมของแต่ละรายการความเสี่ยง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับดุลยพินิจของผู้รับผิดชอบความเสี่ยง (Risk Owner)

ขั้นตอนที่ 4 การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)

ในการจัดการความเสี่ยงจะต้องวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความเสี่ยงในแต่ละประเด็นเพื่อนำไปสู่การหามาตรการจัดการกับปัจจัยความเสี่ยงให้ตรงจุด โดยการเลือกรายการความเสี่ยงจาก Risk Assessment Matrix ที่มีความสำคัญที่สุดมาดำเนินการก่อน การจัดการความเสี่ยง คือ การดำเนินการเพื่อการควบคุมความเสี่ยงให้อยู่ ในระดับที่ยอมรับได้โดยวิธีแนวทางในการจัดการบริหารความเสี่ยงทฤษฎีการบริหารความเสี่ยง (4Ts)

1. การยอมรับความเสี่ยง (Take risk): ยอมรับให้ความเสี่ยงเกิดขึ้นภายใต้ระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ เป็นการตกลงกันที่จะยอมรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้น เนื่องจากไม่คุ้มค่าในการจัดการหรือ ป้องกันความเสี่ยง ที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบควบคุม

2. การลด/การควบคุมความเสี่ยง (Treat risk): เป็นการปรับปรุงระบบการทำงาน หรือการออกแบบวิธีการทำงานใหม่ เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย หรือลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่องค์กรสามารถยอมรับได้ ได้แก่ การหามาตรการในการป้องกันความเสี่ยงอย่างเต็มรูปแบบ หรือมาตรการลดหรือจำกัดขอบเขตความเสียหาย

3. การกระจายความเสี่ยง หรือการถ่ายโอนความเสี่ยง (Transfer risk): เป็นการกระจายหรือถ่ายโอนความเสี่ยงให้หน่วยงานอื่นช่วยแบ่งความรับผิดชอบไป เช่น การทำประกันภัย/ประกันทรัพย์สินกับบริษัทประกันภัย หรือการจ้างบริษัทภายนอกมาจัดการในงานบางอย่างแทน เป็นการร่วมหรือแบ่งความรับผิดชอบกับผู้อื่นในการจัดการความเสี่ยง เช่น การทำประกันภัย การจ้างบุคคลภายนอกดำเนินการแทน

4. การหลีกเลี่ยง/กำจัดความเสี่ยง (Terminate risk): ไม่ยอมรับความเสี่ยงเป็นการจัดการกับความเสี่ยงที่อยู่ในระดับสูงมาก และหน่วยงานไม่อาจยอมรับความเสี่ยงได้ จึงต้องตัดสินใจยกเลิกโครงการ / กิจกรรมที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงนั้นไป เช่น เปลี่ยนวัตถุประสงค์ หยุดดำเนินกิจการ/

ระงับ/ยกเลิก ไม่ดำเนินการกิจกรรมนั้น ๆ เมื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงแล้วอยู่ในระดับไม่ยอมรับความเสี่ยง เช่น การลงทุนในโครงการ ขนาดใหญ่ เป็นต้น

วิธีการจัดการความเสี่ยงของแต่ละหน่วยงานอาจมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม ของหน่วยงานนั้น ๆ เช่น บางหน่วยงานอาจเลือกการควบคุมอย่างเดียวแต่สามารถควบคุมได้หลายความเสี่ยง หรือบางหน่วยงานอาจเลือกควบคุมหลายวิธีร่วมกันเพื่อควบคุมความเสี่ยงสำคัญเพียงเรื่องเดียว เป็นต้น ดังนั้นเมื่อหน่วยงานทราบความเสี่ยงที่ยังเหลืออยู่จากการประเมินความเสี่ยง และการประเมินการควบคุมแล้ว ให้พิจารณาความเป็นไปได้และค่าใช้จ่ายของแต่ละทางเลือกโดยพิจารณาจาก

1. พิจารณาว่าจะยอมรับความเสี่ยง หรือจะควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

2. พิจารณาจากการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายหรือต้นทุน (Cost) ให้มีมาตรการควบคุม กับผลประโยชน์ (Benefit) ที่ได้รับจากผลของมาตรการว่าคุ้มค่าหรือไม่

3. กรณีที่หน่วยงานเลือกกำหนดกิจกรรมควบคุมเพื่อลดความเสี่ยงให้กำหนดวิธีการควบคุมในแผนบริหารความเสี่ยง

แผนผังวิธีการจัดการความเสี่ยง นำทฤษฎีการบริหารความเสี่ยง (4Ts) มาควบคุมจัดการได้

การยอมรับความเสี่ยง (Take risk)	**ติดตามทบทวน**
การควบคุมความเสี่ยง (Treat risk)	**การควบคุมภายใน**
การถ่ายโอนความเสี่ยง (Transfer risk)	**ประกันภัย/รับผิดชอบร่วมกัน**
การหลีกเลี่ยง/กำจัดความเสี่ยง (Terminate risk)	**ระงับ/ยกเลิก**

การจัดการความเสี่ยง ต้องมีการนำแผนผังความเสี่ยง (Risk Assessment Matrix) มาพิจารณาจัดลำดับค่าความเสี่ยงจากสูงมากถึงต่ำโดยเลือกรายการความเสี่ยงที่มีค่าระดับความเสี่ยงสูงมาก/สูง ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้มาจัดการความเสี่ยงต่อไป

ขั้นตอนที่ 5 การติดตามผลและการรายงาน (Monitor Result)

เมื่อมีการดำเนินงานตามแผนบริหารความเสี่ยงแล้ว จะต้องมีการติดตามผลและการรายงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าได้มีการดำเนินงานไปอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยมีเป้าหมายในการติดตามผล คือ เป็นการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของวิธีการจัดการความเสี่ยง รวมทั้งติดตามผลการจัดการความเสี่ยงที่ ได้มีการดำเนินการไปแล้วว่าบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการบริหารความเสี่ยงหรือไม่ โดยต้องมีการสอบทานดูว่า วิธีการจัดการความเสี่ยงใดที่มีประสิทธิภาพควรดำเนินการต่อเนื่อง และวิธีการจัดการความเสี่ยงใดควรปรับเปลี่ยน และนำผลการติดตามดังกล่าวมาจัดทำรายงาน

2.1.3 แนวทางการประเมินความเสี่ยง

แนวทางการประเมินความเสี่ยงตามข้อกำหนด 6.1 ตามมาตรฐาน ISO 9001 : 2015 ดังนี้ เมื่อมีการวางแผนสำหรับระบบบริหารงานคุณภาพ องค์กรต้องพิจารณาประเด็นความเข้าใจและความต้องการขององค์กร และกำหนดความเสี่ยงและโอกาสที่จำเป็น เพื่อ

a) ให้การประกันว่าระบบบริหารงานคุณภาพ สามารถบรรลุผลได้ตามที่ตั้งใจ
b) การเพิ่มผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการ
c) ป้องกัน หรือลดผลกระทบที่ไม่ต้องการ
d) บรรลุการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

นั้นหมายถึง การบริหารความเสี่ยงที่มีประสิทธิผลจะนำไปสู่การป้องกันความผิดพลาด และเป็นการประกันคุณภาพเพื่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง องค์กรต้องวางแผน

1) ดำเนินการตามที่ได้ระบุความเสี่ยง และโอกาสเหล่านี้ไว้
2) มีวิธีการที่จะ
    - บูรณาการและประยุกต์ใช้การดำเนินการ (actions) ยังกระบวนการระบบบริหารงานคุณภาพ
    - ประเมินประสิทธิผลของการดำเนินการ (actions) เหล่านี้

การดำเนินการที่ระบุความเสี่ยง และโอกาส ต้องมีความเหมาะสมกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นตามความสอดคล้องของผลิตภัณฑ์และบริการ ซึ่งความหมายในข้อกำหนดนี้ หมายถึง การประเมินความเสี่ยงตามขอบข่ายที่กำหนดในระบบบริหารงานคุณภาพ และกำหนดวิธีการบริหารจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสมกับผลกระทบที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ดังนั้น การประเมินความเสี่ยงและโอกาส สามารถใช้วิธีการที่ ไม่ซับซ้อนได้ แต่ดำเนินการเพื่อประโยชน์ในการป้องกันและรับประกันให้ระบบบริหารคุณภาพมีประสิทธิผล และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยวิธีการนั้นสามารถใช้วิธีการง่าย ๆ ดังนี้

วิธี Brainstorming

เมื่อกำหนดขอบข่ายระบบบริหารคุณภาพเรียบร้อยแล้ว การประเมินความเสี่ยงสามารถใช้วิธีการระดมสมองจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการประเมินความเสี่ยงจากผลิตภัณฑ์และบริการ และกิจกรรมที่รับผิดชอบ โดยมีจุดมุ่งหมาย หรือวัตถุประสงค์ในการประเมิน คือ การค้นหาความเสี่ยงที่มีผลต่อการผลิต การบริการ การส่งมอบผลิตภัณฑ์ และบริการที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือมีผลต่อความพึงพอใจลูกค้า และการค้นหาจากหน้าที่ความรับผิดชอบที่หน่วยงานที่ตนรับผิดชอบ มีความเสี่ยงในด้านใดบ้าง โดยอาจจะกำหนดกรอบการระดมสมอง และใช้เทคนิคอื่น ๆ ประกอบร่วมด้วย เช่น Risk Cause and Effect Analysis, Failure Mode Effect Analysis (FMEA) เป็นต้น

วิธี Risk Cause and Effect Analysis

เป็นเครื่องมือที่แสดงออกมาเป็นภาพใช้ระบุถึงสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลถึงปัญหา เพื่อค้นหารากเหง้าของปัญหา (root causes) มีประโยชน์ ดังนี้

- เพื่อค้นหาสาเหตุที่มีโอกาสที่เป็นไปได้มากที่สุด เพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป
- เพื่อให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ของสาเหตุ และปัญหาในปัจจุบันและอนาคต
- เพื่อระบุถึงสภาวะที่ทำให้ลูกค้าไม่พึงพอใจ กระบวนการผิดปกติ หรือ ผลิตภัณฑ์บกพร่อง
- เพื่อทำให้เกิดการสร้างจุดร่วมในการปรึกษากัน
- เพื่อช่วยในการพัฒนามาตรฐานต่างๆ หรือการปรับปรุงกระบวนการอย่างเป็นระบบ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Cause and Effect Analyses เช่น แผนภูมิก้างปลา (Fishbone diagram) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการระดมสมองและสร้างแผนภาพของความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุและผล เป็นเครื่องมือที่เหมาะสม เมื่อวิเคราะห์ผลเพียงอย่างเดียว วิธี Fish Bone Diagram โดยการกำหนดหัวปลา คือ หัวข้อความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้น และก้างปลาหลักนั้น สามารถกำหนดหัวข้อ 4M หรือ 5M1E เข้าไปประกอบร่วมด้วย ได้แก่ Man, Machine, Method, Material, Monitoring & Measurement และ Environmental เป็นต้น เช่น

รูปที่ 2.4 แผนภูมิก้างปลา การหาสาเหตุความเสี่ยง

- **หัวปลา** คือ ความเสี่ยงจากการส่งมอบผลิตภัณฑ์และบริการที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
- **Man** คือ ความเสี่ยงจากบุคลากรขาดความสามารถ ขาดการอบรม การขาดแรงจูงใจ ระบบการสรรหาที่ไม่เหมาะสม
- **Machine** คือ ความเสี่ยงจากเครื่องจักรไม่มีประสิทธิภาพเกิดของเสีย การชำรุดของเครื่องจักร
- **Method** คือ ความเสี่ยงจากการไม่ได้กำหนดวิธีการปฏิบัติงานที่เป็นมาตรฐานหรือวิธีการที่กำหนดล้าสมัย
- **Material คือ** ความเสี่ยงจากวัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพ การส่งมอบไม่เป็นไปตามข้อกำหนด หรือการสื่อสารกับผู้ขายที่ไม่มีประสิทธิผล
- **Monitoring and Measurement** คือ ความเสี่ยงจากการเฝ้าติดตาม ตรวจวัดที่ไม่มีประสิทธิผล ไม่ทันเวลา การวัดผลผิดพลาด
- **Environmental** คือ สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม

และเมื่อกำหนดความเสี่ยงเรียบร้อยแล้ว องค์การก็จะหาโอกาสหรือมาตรการในการจัดการกับความเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดขึ้นโดยอาจใช้วิธีการของระบบบริหารคุณภาพที่นำมาปฏิบัติเป็นส่วนหนึ่งในการควบคุมความเสี่ยงได้

วิธี Failure Mode Effect Analysis : FMEA (Carbone T., and Tippett, D., 2004)

Failure Mode Effect Analysis (FMEA) แปลว่า “การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ” ซึ่งวิธีการนี้มักจะประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการออกแบบ การผลิต และการบริการ โดยเน้นการจัดการความเสี่ยงตามแนวทาง Operation risk โดยหลักการ FMEA จะมุ่งเน้นที่การชี้ให้เห็นถึงคุณลักษณะของความเสียหายหรือสาเหตุที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น (Potential Failure Mode) อันเนื่องมาจากการออกแบบ การผลิต หรือการบริการ จากนั้นจึงจะทำการวิเคราะห์ผลกระทบของความเสียหายที่คาดว่าจะเกิดขึ้น (Effect Analysis) และสุดท้ายก็เพื่อการนำไปสู่การหาวิธีการป้องกันการเกิดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น (Problem Prevention)

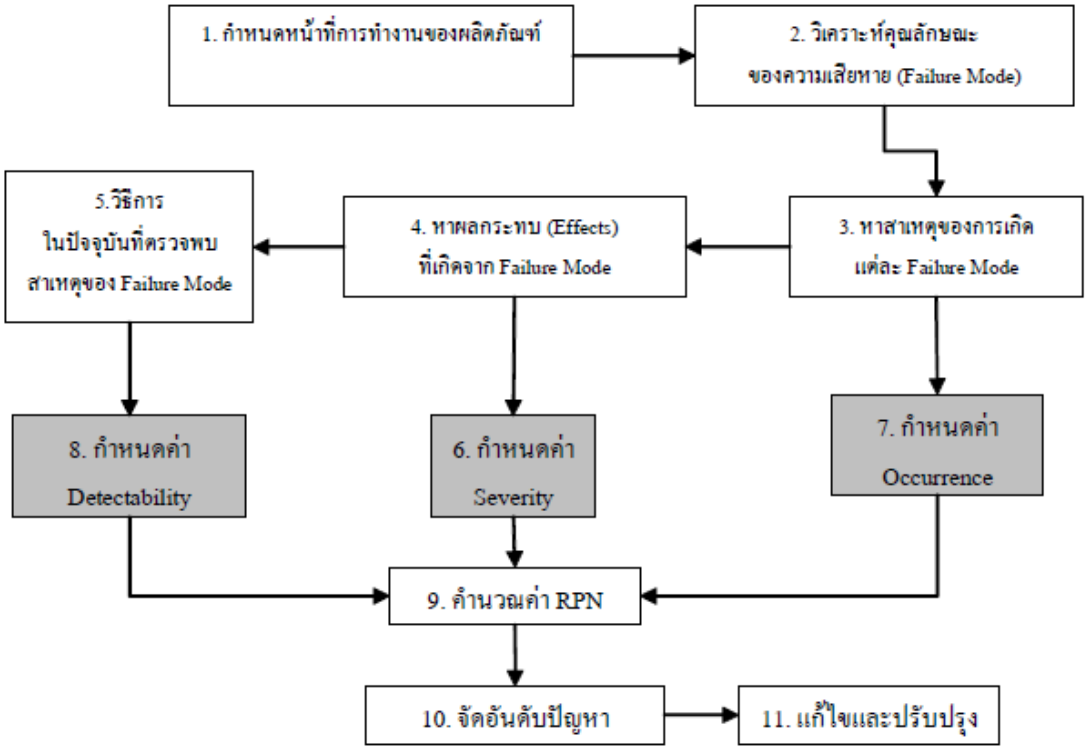
FMEA สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Design FMEA (DFMEA) คือการปรับปรุงการออกแบบโดยวิธีการ FMEA
2. Process FMEA (PFMEA) คือการปรับปรุงการผลิตโดยวิธีการ FMEA
3. Service FMEA (SFMEA) คือการปรับปรุงการบริการโดยวิธีการ FMEA

<u>ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพโดยหลักการ FMEA</u>

1. กำหนดแผนการดำเนินงาน (Process Flow) เช่น การออกแบบ การผลิต การบริการ
2. กำหนดหน้าที่หลักของผลิตภัณฑ์
3. วิเคราะห์ลักษณะความเสียหาย (Failure Mode) ที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์
4. หาสาเหตุของการเกิดความเสียหาย (Cause of Failure Mode)
5. พิจารณาว่าลูกค้าจะรู้ได้อย่างไรถ้าเกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ (Effect)
6. กำหนดระดับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้น (S = Severity)
7. พิจารณาถึงความถี่ของสาเหตุของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย (O = Occurrence of Cause of Failure Mode)
8. พิจารณาวิธีการในปัจจุบันที่ทำการตรวจสอบการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย (D = Detectability of Cause of Failure Mode)
9. คำนวณค่า Risk Priority Number (RPN) = S x O x D

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยหลักการ FMEA

เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าที่ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการเพื่อกำหนดลักษณะข้อบกพร่อง และได้กำหนดถึงสาเหตุของลักษณะข้อบกพร่อง ตลอดจนผลกระทบที่เกิดขึ้นแล้ว ผู้วิเคราะห์จะต้องทำการประเมินค่าความเสี่ยง (Risk)โดยอาศัยตัวเลขประเมินลำดับก่อนหลังของความเสี่ยง (Risk Priority Number ; RPN) หลังจากการวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของลักษณะข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้วพิจารณาว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมากๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก (Vital Few Mode) มาทำการกำหนดโครงการแก้ไขเพื่อลดค่าความเสี่ยง

ในการพิจารณาเพื่อเลือกข้อบกพร่องมาทำการแก้ไขนี้ จะเริ่มจากการพิจารณาลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คือ 10 หรือ 9) โดยไม่สนใจค่า RPN ว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไขและป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่ รวมถึงการลดความรุนแรงลง จากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูง เพื่อนำมาแก้ไขและในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีคะแนน RPN และ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขต่อไป

ตารางที่ 2.1 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความรุนแรง (Severity) (AIAG,2018)

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
มีผลกระทบต่อความปลอดภัยและ/หรือกฎเกณฑ์ที่มีผลต่อข้อกำหนดทางด้านกฎหมาย	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน(หรือเครื่องจักร) โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
	มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมายโดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตรายต่อพนักงาน(หรือเครื่องจักร) โดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
ผลกระทบทำให้เกิดการสูญเสียหรือเกิดการลดทอนหน้าที่การทำงานหลัก (ระดับปฐมภูมิ)	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100%) อาจต้องถูกทำลาย, สายการผลิตต้องหยุดชะงักหรือมีการระงับการจัดส่ง	8
	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้แต่ระดับสมรรถนะลดลงจนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์แบบคัดเลือก (Sorting) และผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100%) อาจถูกทำลาย, กระบวนการผลิตมีความผันแปร (ในระดับปฐมภูมิ) อัตราการผลิตลดกำลังลงหรือมีการใช้กำลังคนผลิตเพิ่มมากขึ้น	7
ผลกระทบทำให้เกิดการสูญเสียหรือเกิดการลดทอนหน้าที่การทำงานหลัก (ระดับทุติยภูมิ)	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้แต่ขาดความสะดวกสบายและลูกค้าไม่พอใจ	100% ของการผลิตถูกนำมาปรับปรุงแก้ไข (Rework) นอกสายการผลิต (Off line)	6
	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ด้วยความสะดวกสบายแต่ระดับสมรรถนะลดลง	ความต่อเนื่องขแงการผลิตอาจถูกทำให้หยุดชะงัก เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์บางส่วนของการผลิตถูกนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่ (Rework) นอกสายการผลิต (Off line)	5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลกระทบจากข้อบกพร่อง	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า	เกณฑ์การประเมินความรุนแรงของผลกระทบที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
ทำให้เกิดความรำคาญ (ความไม่พึงพอใจ)	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีมากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (>75%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับการตรวจสอบแบบคัดเลือก (Sorting) โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูกทำลาย แต่มีผลิตภัณฑ์(ต่ำกว่า 100%) อาจจะได้รับการ rework	4
	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (50%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วนที่มีจำนวนต่ำกว่า 100% อาจได้รับการ Rework ในสายการผลิตที่จุดปฏิบัติงานโดยไม่ทำลาย	3
	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดีนัก ลูกค้าส่วนน้อย (<25%) สามารถสังเกตเห็นข้อบกพร่อง	พบความไม่ต่อเนื่องหรือความไม่สะดวกสบายเล็กๆน้อยๆในสายการผลิตปละการปฏิบัติการ	2
ไม่มีผลกระทบใดๆ	ไม่มีผลกระทบใดที่สังเกตเห็น	ไม่มีผลกระทบใดๆเกิดขึ้น	1

ตารางที่ 2.2 แสดงเกณฑ์การประเมินผลความถี่ของการเกิดคุณลักษณะความเสียหาย(Occurrence), (AIAG,2018)

โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่งๆ	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (PPM)	คะแนน
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	≥ 100,000 (หรือ 10%)	10
	50,000 (หรือ 5%)	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย	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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุหนึ่งๆ	อัตราข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (PPM)	คะแนน
	100	2
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย	≤10	1

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการตรวจสอบ (Detection) (AIAG,2018)

เกณฑ์	คำอธิบาย	คะแนน	ลักษณะการตรวจจับ
ไม่มีระบบการตรวจจับใดๆ	ไม่มีการควบคุมการดำเนินการในปัจจุบัน : ไม่สามารถตรวจพบความบกพร่อง หรือ ไม่มีการวิเคราะห์ประเด็นปัญหา	10	เกือบเป็นไปไม่ได้
มีระบบควบคุมแต่ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่อง และ/หรือ กรณีของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ไม่ง่ายที่จะสามารถตรวจพบประเด็นปัญหา	9	ห่างไกลมาก
มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านการใช้ประสาทสัมผัส (หมายถึง สายตา หรือ การได้ยินเสียง) ในการตรวจสอบ จากทางผู้ปฏิบัติการ (Visual Check)	8	ห่างไกล
มีระบบควบคุมแต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ในระหว่างการดำเนินการผลิตโดยผ่านการใช้ประสาทสัมผัส (หมายถึง สายตา หรือ การได้ยินเสียง ; Visual Check) ในการตรวจสอบ หรือมีการใช้เครื่องมือวัดประเภท Attribute Gauging อาทิเช่น GO/NO – GO Gauge จากทางผู้ปฏิบัติการ	7	ต่ำมาก
มีระบบควบคุมและอาจตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านการใช้ Visual Gauge หรือ มีการ ตรวจสอบในกระบวนการผลิตโดยการใช้เครื่องมือวัดประเภท Attribute Gauging อาทิเช่น GO/NO – GO Gauge จากทางผู้ปฏิบัติการ	6	ต่ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เกณฑ์	คำอธิบาย	คะแนน	ลักษณะการตรวจจับ
มีระบบควบคุมและอาจตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้น โดยผ่านการใช้ Visual Gauge หรือ มีการตรวจสอบในกระบวนการผลิตโดยการใช้เครื่องมือวัดประเภท Attribute Gauging อาทิเช่น GO/NO – GO Gauge จากทางผู้ปฏิบัติการ	5	ปานกลาง
มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ภายหลังการดำเนินการผลิตเสร็จสิ้นโดยผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถตรวจพบประเด็นความบกพร่อง และความสามารถที่จะหยุดชิ้นส่วนของความบกพร่องที่เกิดขึ้นได้เพื่อป้องกันไม่ให้ของเสีย เข้าสู่กระบวนการถัดไป	4	ค่อนข้างสูง
มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	รูปแบบของความบกพร่องสามารถตรวจพบได้ในระหว่างกระบวนการผลิตโดยผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถตรวจพบประเด็นความบกพร่อง และสามารถที่จะหยุดชิ้นส่วนของความบกพร่องที่เกิดขึ้นได้เพื่อป้องกันไม่ให้ของเสียเข้าสู่กระบวนการถัดไป	3	สูง
มีระบบควบคุมและเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	ข้อผิดพลาดสามารถตรวจพบได้ในระหว่างกระบวนการผลิต โดยผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งจะสามารถตรวจพบประเด็นความบกพร่อง และสามารถป้องกันข้อขัดข้องของชิ้นส่วนที่เกิดขึ้นได้ในช่วงต้นของการทำงาน	2	สูงมาก
มีระบบควบคุมและเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	ข้อผิดพลาดได้รับการป้องกันแล้ว จากการออกแบบเครื่องจักร หรือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต หรือจากกระบวนการในการออกแบบ ผลิตภัณฑ์; ผลิตภัณฑ์ที่ไม่สอดคล้องไม่สามารถผลิตได้เนื่องมาจากมีการน าเทคนิคทางด้าน (Error- proofed หรือ Poka – Yoke) ไปใช้ในขั้นตอนของการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการ	1	สูงมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการ

FMEA สำหรับกระบวนการ

หมายเลข FMEA..... (1).....

หน้าที่.....ในจำนวนทั้งหมด.....หน้า

☐ ชื่อผลิตภัณฑ์/กระบวนการ.....(2)..... ผู้รับผิดชอบการออกแบบ.....(3)..... ผู้จัดทำ.....(4).....

☐ ชื่อรุ่นของผลิตภัณฑ์.....(5)..... วัน-เดือน-ปี ที่ครบกำหนดเสร็จสิ้น.....(6)..... วันเริ่มต้น.....(7)... วันทบทวนล่าสุด.....(7)....

☐ คณะทำงาน.....(8).....

หน้าที่ของกระบวนการ (9) / ความต้องการ	แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง (10)	แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง (11)	S (12)	จำแนกประเภท (13)	แนวโน้มของสาเหตุ/กลไก (14)	O (15)	การควบคุมการออกแบบในปัจจุบัน (16)		D (17)	RPN (18)	วิธีการแก้ไข (19)	ผู้รับผิดชอบ/วันสิ้นสุด (20)	ผลการแก้ไข (22)				
							การป้องกัน	การตรวจจับ					การแก้ไข (21)	S	O	D	RPN

รูปที่ 2.6 แบบฟอร์ม FMEA สำหรับกระบวนการ

(ที่มา : ปุลวัชร กลิ่นแก้ว, 2010)

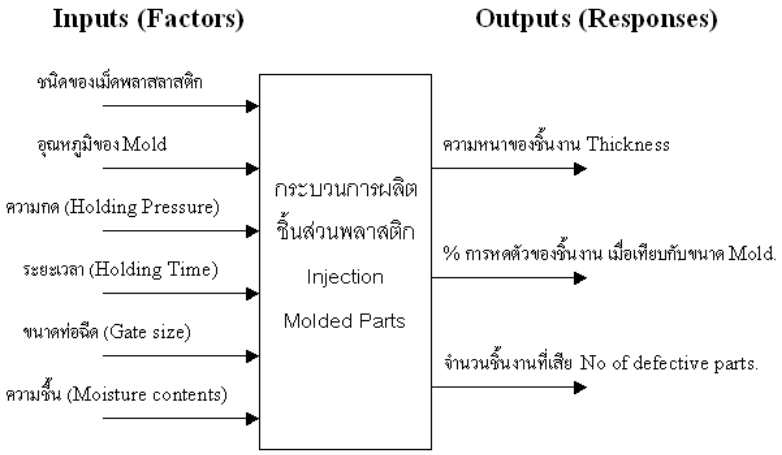
ดังนั้น เมื่อค้นรูปแบบข้อบกพร่องและผลกระทบมาได้ สิ่งที่ดำเนินการต่อมา คือ การหาแนวทางบริหารจัดการความเสี่ยง

2.1.4 การออกแบบการทดลอง (Design of Experiment (DOE))

Design of Experiment (DOE) มีจุดประสงค์ที่จะควบคุมการเปลี่ยนแปลงตัวแปรอิสระซึ่งเรียกว่าปัจจัย (factors) ของกระบวนการใดกระบวนการหนึ่ง แล้วดูผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตอบสนอง (Response) ของกระบวนการนั้น

LONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการ (Process) คือการทำงานรวมกัน ผสมผสานกันของ เครื่องจักร (Machine) วัตถุดิบ (Material) มนุษย์ (People) กรรมวิธีการทำงาน (Methods) สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Environment) และกระบวนการวัดค่า (Measurement) เพื่อให้เกิดเป็นผลผลิตหรือการบริการ รูปต่อไปนี้เป็นตัวอย่างกระบวนการหนึ่งที่อยู่ในหมวดการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมเพื่อชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ของปัจจัย กระบวนการ และตัวแปรตอบสนอง



รูปที่ 2.7 ปัจจัย กระบวนการ และ ตัวแปรตอบสนอง

ในกระบวนการหนึ่งๆอาจมีปัจจัยต่างๆมากมาย บางปัจจัยไม่สามารถควบคุมได้ ถึงแม้จะเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการก็ตาม ก็จำเป็นต้องละเลยหรือปล่อยให้ตัวแปรเหล่านี้เป็นไปตามธรรมชาติ ซึ่งเรียกตัวแปรเหล่านี้ว่า Noise แต่ตัวแปรบางตัวที่ไม่สามารถปล่อยให้มันเปลี่ยนไปตามธรรมชาติได้ เพราะมีผลต่อกระบวนการมากกว่าตัวแปร Noise จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรเหล่านี้ให้เปลี่ยนแปลงอยู่ช่วงใดช่วงหนึ่งที่มีผลเสียต่อกระบวนการน้อยที่สุด เราเรียกตัวแปรเหล่านี้ว่า Key Process Input Variable หรือ KPIV ซึ่งเราจะรู้ประสิทธิภาพหรือความเป็นไปของกระบวนการได้ก็โดยการวัดด้วยตัวชี้วัด แต่เราไม่สามารถวัดตัวแปร Output ทุกตัวในกระบวนการได้ จำเป็นต้องวัดเฉพาะตัวแปรที่บอกผลที่เกิดขึ้นในกระบวนการได้ดีที่สุดหรือมากที่สุดเท่านั้น เรียกตัวแปรที่คัดเลือกมานี้ว่า Key Process Output Variable หรือ KPOV

จากรูปที่ 2.7 ตัวแปรเข้า Input factors เป็นตัวแปรที่ที่ส่งผลต่อกระบวนการมาก และ Output factors ที่ปรากฏเป็นตัวชี้วัดที่บ่งบอกถึงกระบวนการได้ดีที่สุด

(ปารเมศ ชุติมา, 2545)

หลักพื้นฐาน 3 ประการ สำหรับการออกแบบการทดลอง

1) การทดลองซ้ำ (Replication) มีสมบัติสำคัญ 2 ประการ คือ ทำให้การทดลองสามารถหาค่าประมาณของความผิดพลาดในการทดลองได้ และถ้าค่าเฉลี่ยถูกนำมาใช้การทำเรพลิเคชันทำให้ผู้ทดลองสามารถหาตัวประมาณที่ถูกต้องยิ่งขึ้นในการประมาณผลกระทบ
2) การทำแบบสุ่ม (Randomization) คือ การทดลองที่มีทั้งวัสดุที่ใช้ในการทดลองและลำดับของการทดลองแต่ละครั้งเป็นแบบสุ่ม (Random) ซึ่งการที่ทำการสุ่มการทดลองทำให้สามารถลดผลของปัจจัยภายนอกที่อาจเกิดขึ้นในการทดลองได้ โดยวัตถุประสงค์ของการสุ่มมีดังนี้

I. เพื่อขจัดอคติของผู้ทดลอง และเพื่อให้แน่ใจว่าทรีทเมนต์ต่างๆจะไม่ได้เปรียบและเสียเปรียบในเรื่องที่เกี่ยวกับการทดลอง

II. การวิเคราะห์และทดสอบทางสถิติ โดยมีข้อกำหนดว่าความคลาดเคลื่อน (Error) จะต้องเกิดขึ้นโดยสุ่มเป็นอิสระต่อกัน การสุ่มจึงเป็นการทำให้ข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนด ดังนั้นการสุ่มจะช่วยขจัดหรือเฉลี่ยความผันแปรภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ให้เกิดขึ้นกับหน่วยทดลองด้วยโอกาสเท่าๆกันการทำแบบสุ่มยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือ
   - การทำแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomization)
   - การทำแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Randomization)
   - การทำแบบสุ่มแบบสมบูรณ์ภายในบล็อก (Complete Randomization)

III. บล็อกกิ้ง (Blocking) เป็นเทคนิคที่ใช้สำหรับเพิ่มความเที่ยงตรงให้แก่การทดลอง บล็อกอันหนึ่งอาจจะหมายถึง ส่วนหนึ่งของวัสดุที่ใช้ในการทดลองที่ควรจะมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันมากกว่าเซ็ตทั้งหมดของวัสดุ การเปรียบเทียบเงื่อนไขที่น่าสนใจต่างๆภายในแต่ละบล็อกจะเกิดขึ้นได้จากการทำบล็อกกิ้ง

<u>ขั้นตอนในการออกแบบการทดลอง</u>

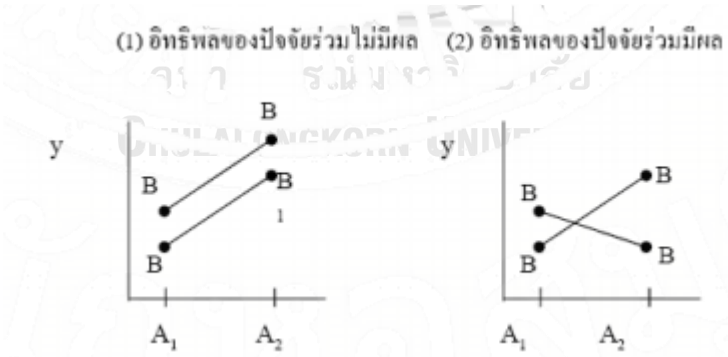
1. กำหนดหัวข้อปัญหา (Problem statement) จะต้องชัดเจน เข้าใจได้ง่ายและเป็นรูปธรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 อย่าง อะไรที่กำลังเป็นเป็นปัญหา (What) ลักษณะของปัญหาเป็นเช่นไรขนาดไหน (How) และพบปัญหานั้นที่ไหนช่วงเวลาใด (Where)
2. การเลือกปัจจัย (Factor) และการกำหนดระดับของปัจจัย (Treatment) จำเป็นที่จะต้องเลือกปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอย่างแท้จริง ซึ่งสามารถเลือกจากกรรมวิธีคัดกรองโดยเครื่องมือทางสถิติ จำพวก Univariate เช่น T-Test เป็นต้น ผู้ที่มีความรู้หรือเชี่ยวชาญในกระบวนการนั้นๆ ก็เป็นผู้ที่สามารถให้คำแนะนำที่ดีในการเลือกปัจจัย และการกำหนดระดับของปัจจัยด้วย
3. การเลือกตัวแปรตอบสนอง (Selection of the Response Variable) จะต้องเน้นตัวแปรที่สามารถวัดได้ ทั้งที่วัดด้วยเครื่องมือวัดและวัดด้วยกระบวนการวัดอื่นๆ เช่น การนับ และจะต้องเป็นตัวแปรที่สื่อถึงกระบวนการที่เราต้องการศึกษานั้นได้ดีด้วย
4. เลือกแบบการทดลอง (Choice of Experiment design) เมื่อกำหนดระดับของปัจจัย (treatment) และตัวแปรตอบสนอง (Response Variable) แล้ว ต้องทำการตัดสินใจเกี่ยวกับขนาดของการทดลองซึ่งหมายถึง จำนวนซ้ำของการทดลอง (Replication) ความเหมาะสมของลำดับในการทดลองข้อจำกัดในการสุ่ม (Randomization) และการบล็อก

(Blocking) ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ต้องนำมาเกี่ยวโยงกันในด้านความเสี่ยงและต้นทุนที่ใช้ในการทดลอง

5. ดำเนินการทดลอง (Performing the Experiment) ให้เป็นไปตามแผนการ ทั้งวิธีการดำเนินการ ความถูกต้องในการวัด การควบคุมตัวแปรในการทดลอง และเก็บผลการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis) ไม่ใช่แค่การ Run computer program เพื่อให้ได้ผลออกมาเท่านั้น แต่รวมถึงการตรวจสอบ ลักษณะและคุณภาพของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การพิสูจน์ทราบความถูกต้องของ Model ที่ได้ (Model adequacy checking) หาค่าระดับนัยสำคัญของอิทธิพลของแต่ละปัจจัย
7. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ (Conclusions and recommendations) หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลแล้วต้องสรุปผลการวิเคราะห์ แสดงเป็นรูป กราฟ แผนภูมิ ตาราง เป็นต้น และให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น และเมื่อสรุปผลแล้วควรมีการทดสอบเพื่อยืนยันผลจากการทดลองอีกครั้งหนึ่ง

การออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Factorial Design)

เป็นการออกแบบการทดลองกับการทดลองที่มีปัจจัยตั้งแต่ 2 ปัจจัย ซึ่งเป็นการทดลองที่มีหลายปัจจัย (Multiple factor experiment) และเนื่องจากมีปัจจัยมากกว่า 1 ปัจจัย ทำให้นอกจากจะเกิดอิทธิพลของปัจจัยหลัก (Main effect) คือผลที่เกิดจากการที่ปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไป แล้วมีผลทำให้อิทธิพล (effect) ของอีกปัจจัยหนึ่งเปลี่ยนแปลงไปด้วย



รูปที่ 2.8 อิทธิพลขอปัจจัยร่วมที่ไม่มีผล และมีผล

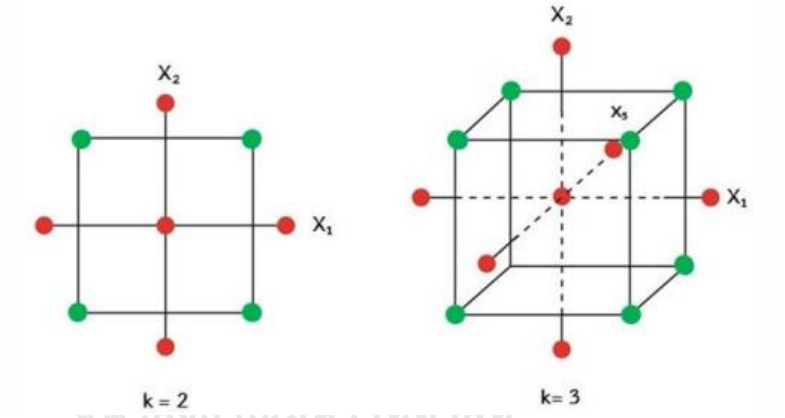
การออกแบบการทดลองนั้นมีหลายวิธี ได้แก่

1. การออกแบบเชิงแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย ซึ่งเป็นการออกแบบเชิงแฟคทอเรียลชนิดที่ง่ายที่สุด เกี่ยวข้องกับปัจจัย 2 ปัจจัย โดยปัจจัย A ประกอบด้วย a ระดับ ส่วนปัจจัย B ประกอบด้วย b ระดับ ซึ่งในแต่ละการทำซ้ำของการทดลองจะประกอบด้วยการทดลองร่วมปัจจัยทั้งหมดเท่ากับ a x b การทดลอง และมีจำยวนเรพลิเคตทั้งหมด n ครั้ง
2. การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^k เป็นการออกแบบการทดลองที่ใช้ในกรณีที่มีปัจจัย k ปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยประกอบด้วย 2 ระดับ ระดับเหล่านี้อาจจะเกิดจากข้อมูลเชิงปริมาณหรือเกิดจากข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งใน 2 ระดับนี้จะแทนด้วยระดับสูงและต่ำของปัจจัยหนึ่งๆ ในหนึ่งการทำซ้ำ ซึ่งการออกแบบนี้จะประกอบด้วยข้อมูลทั้งสิ้น 2^k ข้อมูลการออกแบบการทดลอง โดยปกติในการออกแบบจะแทนระดับสูงด้วยเครื่องหมาย “+” และระดับต่ำด้วยเครื่องหมาย “-”
3. การออกแบบเศษส่วนเชิงแฟคทอเรียล แบบ 2 ระดับ เป็นการออกแบบการทดลองที่ผู้ทดลองสามารถละเลยอันตรกิริยาบางตัวได้ เนื่องจากการออกแบบเชิงแฟคทอเรียล 2^k แบบเต็มมีจำนวนปัจจัยมาก จำนวนการทดลองอาจมีมากเกินกว่าทรัพยากรที่มีอยู่จะรองรับได้ ดังนั้นการออกแบบการทดลองนี้จึงช่วยทำให้มีจำนวนการทดลองน้อยที่สุดที่สามารถจะทำได้ เพื่อศึกษาถึงผลของปัจจัยทั้ง k ชนิดได้อย่างครบกรณี
4. การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลแบบ 3 ระดับ หรือการออกแบบเชิงแฟคทอเรียล 3^k คือ การออกแบบเชิงแฟคทอเรียลที่แต่ละปัจจัยประกอบด้วย 3 ระดับ และระดับทั้งสามของแต่ละปัจจัยมีค่าเป็น ต่ำ ปานกลางและสูง โดยสัญลักษณ์ที่ใช้แทนระดับทั้งสามเป็นตัวเลข –1, 0 และ 1 ตามลำดับ การออกแบบ 3^k จะเหมาะสม เมื่อผู้ทดลองกำลังสนใจกับผลการตอบสนองที่มีลักษณะเป็นส่วนโค้ง
5. การทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน (Box-Behnken Design) ใช้ศึกษาปัจจัยเชิงปริมาณ และอาจจะใช้ศึกษาปัจจัยเชิงคุณภาพได้ในบางกรณีขึ้นกับจำนวนปัจจัย สามารถประมาณค่าผลกระทบเชิงเส้น ผลกระทบกำลังสอง และ ผลกระทบร่วมของ 2 ปัจจัยได้ทุกค่า วิธีการนี้เป็นการออกแบบที่รวมเอาวิธีการ 2^k แฟคทอเรียล กับการออกแบบบล็อกที่ไม่สมบูรณ์เข้าด้วยกัน ผลการออกแบบทำให้ได้ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ในการใช้จำนวนการทดลองที่น้อยลง
6. การออกแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (Central Composite Designs (CCD)) (ปารเมศชุติมา,2545)

   เป็นการออกแบบการทดลองวิธีหนึ่งในการหาพื้นผิวตอบสนองที่ใช้ในการหากระบวนการที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการศึกษาหรือสร้างตัวแบบในลักษณะของโพลิเมียลดีกรี 2 (Second-

Order or Quadratic Model) มีความยืดหยุ่นในการใช้งานและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งในการออกแบบการทดลองแบบ CCD สามารถใช้ได้ทั้งส่วนที่เป็นการทดลองแฟคทอเรียลเต็มรูปแบบ 2 ระดับ (2^K Full Factorial) และการทดลองแฟคทอเรียลบางส่วนโครงสร้างซับซ้อนสำหรับ resolution III หรือ IV ซึ่งสามารถคำนวณได้เช่นเดียวกับการทดลอง Faction Factorial 2^{k-p} และสามารถทดลองได้เป็นส่วนๆตามลำดับ คือ ทำการทดลองส่วนของ Factorial และจุดศูนย์กลาง (Center Point) ก่อนหลังจากนั้นทำการสร้างสมการตัวแปรเชิงเส้นตรงสำหรับกรณีศึกษาปัจจัยที่ 2 ระดับ และพยากรณ์ส่วนกลางของจุดศูนย์กลาง และถ้าสมการในรูปเส้นตรงไม่เหมาะสม จึงทำการทดลองเพิ่มในส่วนของจุดแกน (Axial Portion) จะได้สมการโพลิเมียลดีกรี 2 หรือ quadratic Model

โดยทั่วไปการออกแบบส่วนประสมกลางจะประกอบด้วย 2^k แฟคทอเรียลที่มี n_f รัน ซึ่ง 2k รันในแนวแกน หรือรูปดาว และ n_c รันที่จุดศูนย์กลาง ดังรูปที่ 2.9 แสดงส่วนประสมกลางสำหรับ k=2 และ k=3 ปัจจัย



รูปที่ 2.9 แสดงการออกแบบส่วนประสมกลางสำหรับ k=2 และ k=3 ปัจจัย

ที่มา : ปารเมศ ชุติมา (2545)

การพัฒนาของ CCD ในทางปฏิบัติส่วนมากเกิดจากการทดลองแบบเป็นอันดับ เช่น การออกแบบ 2^k ถูกนำมาใช้เพื่อฟิตแบบจำลองที่หนึ่ง แล้วพบว่าแบบจำลองนั้นไม่เหมาะสมที่จะใช้กับข้อมูลนี้ ดังนั้นจึงได้เพิ่มในแนวแกน เพื่อให้สามารถใส่พจน์ quadratic ในแบบจำลองได้

CCD เป็นการออกแบบที่มีประสิทธิภาพมากในการฟิตแบบจำลองอันดับที่สอง มีพารามิเตอร์ 2 ตัว ในการออกแบบที่จะต้องถูกกำหนด นั้นคือ ระยะทาง α ของการรันในแนวแกนจากจุดศูนย์กลางของการออกแบบ และจำนวนของจุดศูนย์กลาง n_c ความสำคัญของแบบจำลองอันดับที่สองจะต้องสามารถพยากรณ์ได้ตลอดบริเวณที่สนใจอยู่ แบบจำลองที่ดีจะต้องมีความเป็นเหตุเป็นผล และ

มีความแปรปรวนที่มีเสถียรภาพของผลตอบสนองที่จุด x ซึ่งอยู่ในความสนใจ ความแปรปรวนของผลตอบสนองที่ถูกพยากรณ์ที่บางจุด x คือ

$$V[\hat{y}(x)] = \sigma^2 x'(X'x)x$$

การออกแบบพื้นผิวตอบสนองอันดับที่สองควรจะมีความสามารถในการหมุน หมายความว่า $V[\hat{y}(x)]$ คือ จุด x ทุกจุดที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของการออกแบบเท่ากัน นั่นคือค่าความแปรปรวนของผลตอบที่ถูกพยากรณ์จะมีค่าคงตัวบนรูปทรงกลม ทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับ α สำหรับการพยากรณ์ความแปรปรวนของการออกแบบส่วนประสมกลาง (CCD) $\alpha = \sqrt{k}$ ที่

การออกแบบเช่นนี้ เรียกว่า CCD รูปทรงกลม (Spherical CCD) ซึ่งกำหนดให้ทุกจุดที่อยู่ในการออกแบบเชิงแฟคทอเรียล และการออกแบบในแนวแกน ให้อยู่บนพื้นผิวของรูปทรงกลมซึ่งมีรัศมี α การเลือก α ใน CCD จะถูกกำหนดโดยบริเวณที่เราสนใจ เมื่อบริเวณนี้เป็นรูปทรงกลม การออกแบบจะต้องเอาจุดศูนย์กลางของการรันเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อจะทำให้ค่าความแปรปรวนของผลตอบสนองมีเสถียรภาพเป็นที่ยอมรับได้

2.1.5 การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ

การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ (Acceptance Quality Control) เป็นระบบคุณภาพในอันที่จะป้องกันลูกค้าจากการยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บกพร่อง ตลอดจนการจูงใจและกระตุ้นให้ผู้ผลิตดำเนินการให้ระบบการควบคุมคุณภาพของกระบวนการ ทั้งนี้ด้วยการกำหนดจำนวนตรวจสอบและเข้มงวดการตรวจสอบเพื่อการตัดสินใจจะยอมรับหรือไม่ในสัดส่วนที่สัมพันธ์โดยตรงกับความสำคัญของลักษณะคุณภาพที่ตรวจสอบ และเป็นสัดส่วนที่ผกผันกับความถี่ของระดับคุณภาพจากประวัติคุณภาพ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

<u>ประเภทของการควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับ</u>

การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

(1) การตรวจสอบแบบ 100% หมายถึงการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทีละหน่วยทุกหน่วย ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและใช้กันทั่วไป เพราะเพียงแต่ตรวจสอบทุกๆชิ้น เพื่อหาของเสีย แต่อาจได้ผลไม่เต็ม 100% เพราะผู้ตรวจสอบอาจเกิดความเมื่อยล้า ความจำเจเบื่อหน่าย ทำให้ขอเสียหลงหู หลงตาไปบ้าง

(2) การตรวจสอบเป็นครั้งคราว (Spot-Check Inspection) หมายถึง การตรวจสอบแบบเลือกตามใจชอบ ได้แก่ การตรวจสอบงานชิ้นแรก(First-Item Inspection) การตรวจสอบงานชิ้นสุดท้าย (End-Item Inspection) และการตรวจสอบแบบลาดตระเวน (Patrol Inspection)

(3) การให้คำรับรอง (Certification) คือ การควบคุมคุณภาพเพื่อการยอมรับโดยการให้สถาบันที่ลูกค้าให้การยอมรับเป็นผู้ออกประกาศนียบัตรรับรองคุณภาพให้

(4) การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling) คือ การตรวจสอบสิ่งตัวอย่าง (Sample) ที่เลือกมาจากงานทั้งหมดด้วยวิธีการทางสถิติด้วยกฎของความน่าจะเป็น (Propability) และอาศัยคุณลักษณะของสิ่งตัวอย่างที่ตรวจสอบได้ในการอธิบายคุณลักษณะของชิ้นงานทั้งหมดที่ต้องการตัดสินใจ

ดังนั้นในบทนี้จึงขอกล่าวถึงเฉพาะการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ (Acceptance Sampling) เนื่องจากเป็นที่นิยมในวงการอุตสาหกรรม

2.1.5.1 การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

การชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเป็นวิธีการที่อาศัยการประยุกต์หลักการทางสถิติและความน่าจำเป็นในการเลือกสิ่งตัวอย่างจากสิ่งที่ต้องการตัดสินใจ (ทางสถิติเรียกว่า ประชากร) และอาศัยการอนุมานทางสถิติเพื่อการตัดสินใจโดยวิธีการทดสอบสมติฐาน (Test of Hypothesis) เพื่อพิจารณาว่าคุณภาพของประชากรนั้นควรได้รับการยอมรับ (Accept) หรือไม่

<u>แผนการชักสิ่งตัวอย่าง</u>

ตามมาตรฐาน MIL-STD-105E กำหนดให้มีการเลือกหน่วยผลิตภัณฑ์ที่จะมาทำการตรวจสอบแบบสุ่ม (Random) จากลอตหรือแบช และจะเรียกหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับเลือกมาตรวจสอบนี้ว่าสิ่งตัวอย่าง (Sample) และเรียกวิธีการเลือกหน่วยผลิตภัณฑ์จากลอตหรือแบชนี้ว่า การชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling) และจะเรียกจำนวนหน่วยผลิตภัณฑ์ในสิ่งตัวอย่างว่า ขนาดสิ่งตัวอย่าง (Sampling size)

ในการชักสิ่งตัวอย่างแบบสุ่มสามารถทำได้ 2 วิธี คือ การชักสิ่งตัวอย่างสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) ซึ่งหมายถึง การชักสิ่งตัวอย่างโดยให้โอกาสเท่าๆกันทุกครั้ง แก่หน่วยผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในลอตหรือแบชที่ทำการตรวจสอบ และการชักสิ่งตัวอย่างและสุ่มอย่างมีระบบ (Systematic Random Sampling) ซึ่งหมายถึง การชักสิ่งตัวอย่างโดยยังคงให้โอกาสเท่ากันแก่หน่วยผลิตภัณฑ์ทั้งหมดในลอตหรือแบชที่ทำการตรวจสอบ แต่จะมีการกำหนดช่วง (Interval) ซึ่งอาจจะหมายถึง ช่วงของหน่วยผลิตภัณฑ์ (Unit Interval) หรือช่วงเวลา (Time Interval) ก็ได้แล้วจึงทำการเลือกสุ่มตัวอย่างจากแต่ละช่วงที่กำหนด

สำหรับแผนการชักสิ่งตัวอย่าง (Sampling plan) หมายถึง แผนที่กำหนดไว้ถึงขนาดสิ่งตัวอย่างหรืออนุกรมของขนาดสิ่งตัวอย่าง (Series of Sample size) พร้อมตัวเลขแห่งการยอมรับ (Acceptance Number) และตัวเลขแห่งการปฏิเสธ (Rejection Number) ซึ่งใช้เป็นกฎเกณฑ์ของการพิจารณาการยอมรับ (Acceptability)

<u>ประเภทของแผนการสุ่มตัวอย่าง แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ</u>

1. แผนการสุ่มตัวอย่างแบบแอททริบิวต์ (Attributes Sampling Plan) เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่กำหนดลักษณะคุณภาพเป็นค่าผ่าน หรือ ไม่ผ่าน

2.แผนการสุ่มตัวอย่างแบบแวเรียเบิล (Variable Sampling Plan) เป็นแผนการสุ่มตัวอย่างที่วัดค่าออกมาเป็นเชิงตัวเลข แบ่งเป็นแผนการชักตัวอย่างเพื่อควบคุมตัวแปรของกระบวนการ และเพื่อควบคุมสัดส่วนของเสียในกลุ่มตัวอย่างนั้น

3. แผนการสุ่มตัวอย่างแบบอื่นๆ (Other Sampling Plan) เป็นแผนการชักตัวอย่างชนิดพิเศษเพื่อใช้ในการตัดสินใจยอมรับ หรือ ปฏิเสธรุ่นสินค้า

<u>ระดับคุณภาพที่ยอมรับ</u>

ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (Acceptable Quality Level : AQL) หมายถึง ระดับของคุณภาพที่ใช้เป็นจุดประสงค์ของการตรวจสอบแบบชักสิ่งตัวอย่าง ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของจำนวนข้อบกพร่อง(รอยตำหนิ) ต่อร้อยหน่วยของผลิตภัณฑ์หรือค่าสูงสุดจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่อง (ของเสีย) คิดเป็นร้อยละที่มีในลอต ซึ่งจะทำให้มีโอกาสมากที่สุดในการยอมรับลอตโดยการกำหนดค่า AQL จะกำหนดภายใต้ความเสี่ยง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.5.2 การตรวจสอบ

มาตรฐาน MIL-STD-105E ได้ให้นิยามการตรวจสอบ (Inspection) ว่า หมายถึง กระบวนการในการวัด (Measuring) การสอบ (Examining) และการทดสอบ (Testing) ตลอดจนวิธีการอื่นๆในวันที่จะเปรียบเทียบคุณภาพของหน่วยผลิตภัณฑ์กับความต้องการ

สำหรับการตรวจสอบตามมาตรฐาน MIL-STD-105E จะเป็นการตรวจสอบแบบเชิงคุณภาพ (Inspection by Attribute) หมายถึง การตรวจสอบที่มีการจำแนกคุณภาพของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการตรวจออกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีกับผลิตภัณฑ์บกพร่อง หรืออาจหมายถึงการตรวจสอบที่มีการนับจำนวนข้อบกพร่องของหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ตรวจ ทั้งนี้โดยการพิจารณาเปรียบเทียบกับความต้องการที่กำหนดให้

ในมาตรฐาน MIL-STD-105E ได้กำหนดให้มีระดับการตรวจสอบ (Inspection Level) ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของลอตหรือแบบกับสิ่งตัวอย่างและระดับการตรวจสอบที่แตกต่างกันจะทำให้มีความเสี่ยงสำหรับผู้บริโภคที่แตกต่างกันออกไป และได้แบ่งการตรวจสอบทั่วไปออกเป็น 3 ระดับ คือระดับที่ I, II และ III และระดับการตรวจสอบพิเศษอีก 4 ระดับ คือ S-1, S-2, S-3 และ S-4

ระดับการตรวจสอบทั่วไป

กำหนดระดับการตรวจสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับ I, II และ III ซึ่งความแตกต่างของระดับการตรวจสอบทั่วไปทั้ง 3 ระดับ จะใช้สำหรับป้องกันความแตกต่าง คือถ้าความแตกต่างของคุณภาพในลอตมีน้อย จะใช้การตรวจสอบระดับ I และถ้าหากมีความแตกต่างในลอตมาก การตรวจสอบจะใช้ระดับ II

ระดับการตรวจสอบพิเศษ

กำหนดระดับการตรวจสอบออกเป็น 4 ระดับ คือ ระดับ S-1, S-2, S-3 และ S-4 เป็นระดับการตรวจสอบที่ใช้ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างขนาดเล็กกว่าการตรวจสอบทั่วไป โดยยอมให้ความเสี่ยงของผู้บริโภคมากขึ้น โดยการตรวจสอบระดับ S-1 จะมีขนาดตัวอย่างน้อยที่สุดและเพิ่มขึ้นตามลำดับจนถึง S-4 จะมีขนาดตัวอย่างมากที่สุด

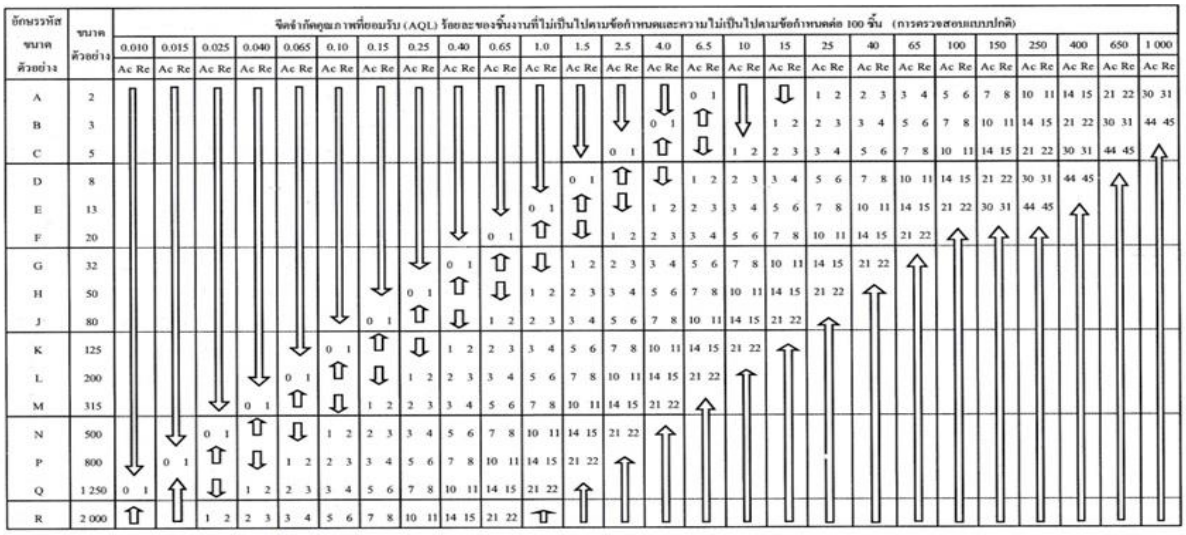
ตารางแสดงแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับเชิงเดี่ยวของมาตรฐาน MIL-STD-105E

ตารางที่ 2.4 อักษรรหัสตัวอย่างของแผนการชักสิ่งตัวอย่างเพื่อการยอมรับ

ขนาดรุ่น	ระดับการตรวจสอบพิเศษ				ระดับการตรวจสอบทั่วไป		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 ถึง 8	A	A	A	A	A	A	B
9ถึง 15	A	A	A	A	A	B	C
16 ถึง 25	A	A	B	B	B	C	D
26 ถึง 50	A	B	B	C	C	D	E
51 ถึง 90	B	B	C	C	C	E	F
91 ถึง 150	B	B	C	D	D	F	G
151 ถึง 280	B	C	D	E	E	G	H
281 ถึง 500	B	C	D	E	F	H	J
501ถึง 1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201 ถึง 3,200	C	D	E	G	H	K	L
3,201 ถึง 10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001 ถึง 35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001 ถึง 150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001 ถึง 500,000	D	E	G	J	M	P	Q
ตั้งแต่ 500,000ขึ้นไป	D	E	H	K	N	Q	R

ที่มา : พิชิต สุขเจริญพงษ์ 2541: 346

ตารางที่ 2.5 แผนการชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ



⇩ = ใช้ในการชักตัวอย่างแผนแรกใต้ลูกศร ถ้าขนาดตัวอย่างเท่ากับหรือใหญ่กว่าขนาดรุ่นให้ทำการตรวจสอบทุกหน่วย

⇧ = ใช้แผนการชักตัวอย่างแผนแรกเหนือลูกศร

Ac = เลขจำนวนที่ยอมรับ

Re = เลขจำนวนที่ไม่ยอมรับ

ที่มา : กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ 2546 : 35

2.1.6 ระบบแผนภูมิควบคุม (Control Chart System)

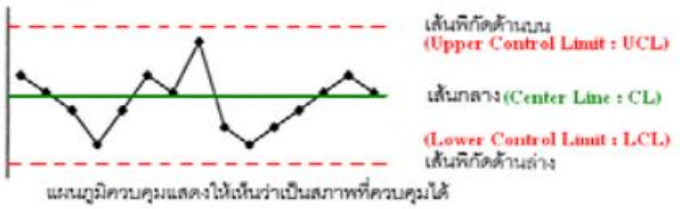
ระบบแผนภูมิควบคุม (Control Chart System) เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการควบคุมคุณภาพ คือ ใช้สถิติเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ตรวจสอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

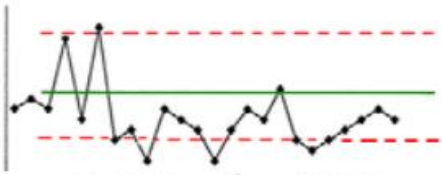
ในกระบวนการผลิตใดๆ จะมีความผันแปรเข้ามาเกี่ยวข้องตลอดเวลาทั้งที่เป็นความผันแปรธรรมชาติ (Common cause) ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ และความผันแปรที่ไม่เป็นธรรมชาติ (Special cause) ซึ่งสามารถควบคุมได้ โดยมีหลักการทางสถิติที่คำนวณชุดข้อมูลที่บันทึกได้ดังนี้

1) เส้นพิกัดด้านบน (Upper Control Limit : UCL) กำหนดที่ค่า +3 sigma หรือ Standard deviation (SD)
2) เส้นพิกัดด้านล่าง (Lower Control Limit : LCL) กำหนดที่ค่า -3 sigma หรือ Standard deviation (SD)
3) เส้นกลาง (Center Line : CL) หรือค่าเฉลี่ย (Mean “X”) ของชุดข้อมูลนั้นๆ

ดังนั้น จึงสามารถใช้ “แผนภูมิควบคุม (Control chart)” เฝ้าติดตาม (monitoring) ค่าของตัวแปรที่ต้องการควบคุมคุณภาพนั้น



แผนภูมิควบคุมแสดงให้เห็นว่าเป็นสภาพที่ควบคุมได้



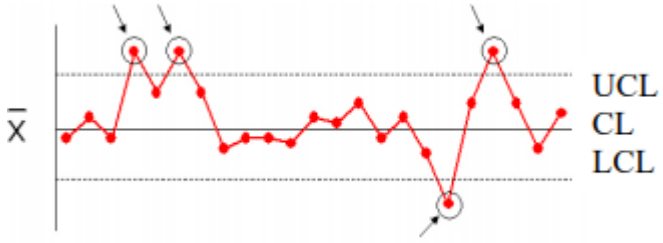
แผนภูมิควบคุมแสดงให้เห็นว่าเป็นสภาพที่ควบคุมไม่ได้ (มีข้อมูลบางตัวอยู่นอกพิกัด)

การแปลผลความผันแปรจากแผนภูมิควบคุม (Control Chart)

การใช้ Control Chart ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงแนวโน้ม หรือ ลักษณะจำเพาะที่เกิดขึ้นในกระบวนการจากความผันแปรที่ไม่เป็นธรรมชาติ และนำสู่การพิจารณาสาเหตุและปัจจัยที่แท้จริง ก่อนที่จะตัดสินใจพัฒนาหรือปรับปรุงงานต่อไป พบว่าลักษณะความผันแปรที่ไม่เป็นธรรมชาติที่พบบ่อย มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

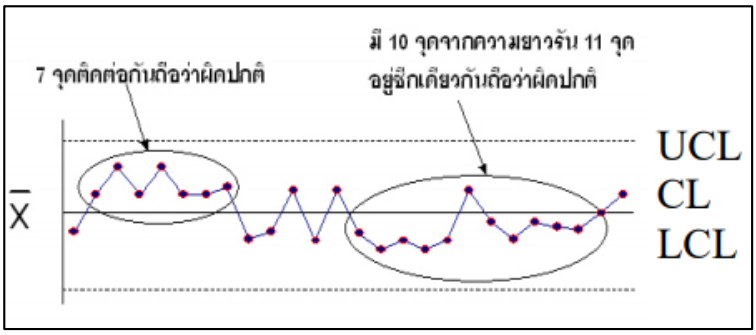
1. อยู่นอกจุดควบคุม

   มีจุดพิกัดอยู่นอกขีดจำกัดควบคุมบนหรือล่าง เรียกว่า จุดอยู่นอกควบคุม (Out of Control)

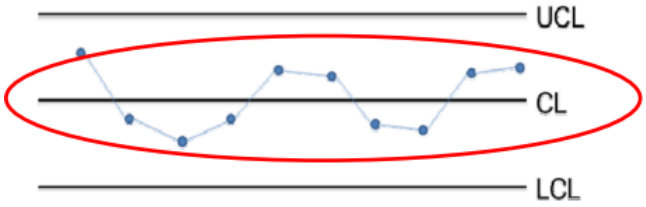


2. เกิดการรัน (RUN)
   a. มีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดปรากฏติดต่อกันอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ(Shift) เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ

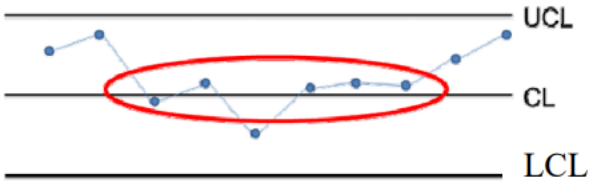
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



b. มีจุดพิกัดอย่างน้อย 14 จุด ขึ้นและลงเป็นแบบแผนอย่างต่อเนื่องซ้ำกัน(Cycle) เป็นผลมาจากช่วงเวลา หรือฤดูกาลที่ผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันไป

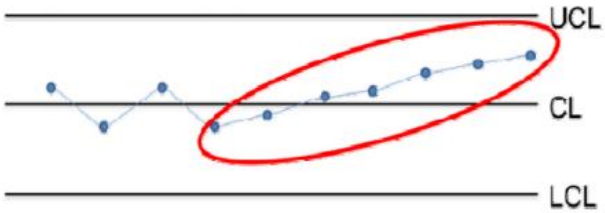


c. จุดพิกัดอย่างน้อย 4 ใน 5 จุด ที่อยู่ต่อเนื่องกันใกล้ central line เป็นผลมาจากการปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น ทำให้ความผันแปรในระบบน้อยลง ถึงแม้ค่าเฉลี่ยจะยังเท่าเดิม หรือในทางตรงข้ามอาจมากขึ้น หรือ ลดลง



3. เกิดแนวโน้ม (TREND)

เมื่อมีจุดพิกัดอย่างน้อย 7 จุดแสดงแนวโน้มไปทางด้านใดด้านหนึ่งของแผนภูมิ



2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้นำการบริหารความเสี่ยงด้านคุณภาพมาใช้ในกระบวนการผลิตน้ำยาบ้วนปากของโรงงานกรณีศึกษา โดยประยุกต์ใช้การบริหารความเสี่ยง อันประกอบไปด้วย

1) การระบุความเสี่ยง (Identify risk)
2) การวิเคราะห์ความเสี่ยง (Analysis risk)
3) การประเมินความเสี่ยง (Evaluate risk)
4) การจัดการความเสี่ยง (Evaluate risk)
5) การติดตามผลและประเมินผล (Monitor and Review)

โดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้นำหลักการบริหารความเสี่ยงมาประยุกต์ใช้เพื่อการลดความเสี่ยงและทำให้บริษัทบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการในระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ โดยใช้เครื่องมือการออกแบบการทดลองช่วยในการแก้ไขปัญหา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(กมลชนก ศรุติไพศาล, 2554) : การบริหารความเสี่ยงด้านคุณภาพ ในกระบวนการเชื่อมโดยใช้ลวดทองแดง

ได้นำแผนการบริหารความเสี่ยง มาใช้ในกระบวนการเชื่อมลวดวงจรไฟฟ้าโดยใช้ลวดทองแดง โดยการประยุกต์มาตรฐานการบริหารความเสี่ยงของออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ (AS/NZS 4360) มาใช้ในการดำเนินงานและยังได้นำเทคนิคการวิเคราะห์แขนงข้อบกพร่อง (Fault Tree Analysis : FTA) มาช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสี่ยง เพื่อหาแนวทางในการลดผลกระทบหรือบรรเทาความเสี่ยงที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติงานในกระบวนการเชื่อมที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์วงจรรวม (Integrated Circuit : IC) หรือตัวไอซี พบว่าสามารถลดระดับความเสี่ยงได้และลดเปอร์เซ็นต์การเกิดผลิตภัณฑ์เสียภายในกระบวนการผลิตได้ในระดับที่ยอมรับได้

(จินต์จิรา อเนกบุณย์, 2552)*: การลดและควบคุมความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โดยใช้กรอบแนวทางการบริหารความเสี่ยง กรณีศึกษา : โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์*

วิจัยเกี่ยวกับการลดและควบคุมความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โดยใช้แนวทางการบริหารความเสี่ยง กรณีศึกษาโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ งานวิจัยเริ่มจากการคัดเลือกข้อบกพร่องที่ทำให้เกิดของเสียและผลิตภัณฑ์ที่เกิดมากที่สุด จากนั้นใช้การบริหารความเสี่ยง แล้วจึงระบุความเสี่ยงที่เป็นอุปสรรคไม่ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จากนั้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องประเมินความเสี่ยงผ่านแบบสอบถาม เพื่อเรียงลำดับตามความสำคัญในการจัดการ ขั้นตอนต่อมาคือการสร้างแผน

จัดการความเสี่ยง โดยอาศัยหลักของการวิเคราะห์แขนงความบกพร่อง (Fault tree diagram) หรือ FTA ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของความเสี่ยง จากการนำแผนจัดการความเสี่ยงไปปฏิบัติพบว่าสามารถลดระดับความเสี่ยงด้านทักษะในการทำงานของพนักงานหน้าเครื่องฉีดไม่เพียงพอ ด้านเครื่องจักรและอุปกรณ์ขาดการบำรุงรักษา และด้านพนักงานทำงานผิดพลาด จากระดับความเสี่ยงสูงมากเป็นระดับปานกลาง และความเสี่ยงด้านไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด จากระดับความเสี่ยงปานกลางเป็นระดับต่ำ ดังนั้นการนำแผนจัดการความเสี่ยงไปปฏิบัติสามารถช่วยลดระดับความเสี่ยง ที่ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงานอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

(อิศราพล ลิ้มเพียรชอบ, 2547): *การประยุกต์การบริหารความเสี่ยงในการก่อตั้งโรงงานผลิตรองเท้า*

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อบริหารความเสี่ยงของโครงการ โดยความเสี่ยงที่สนใจอาจมีผลให้โรงงานกรณีศึกษา (ซึ่งเป็นโรงงานผลิตซึ่งมีกระบวนการผลิตเฉพาะการเย็บเท่านั้น) มีความสามารถในการผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ โดยเป้าหมายที่วางไว้คือต้องสามารถบริหารความเสี่ยงให้โรงงานกรณีศึกษามีค่า % Takt time ไม่น้อยกว่า 85% บทสรุปของงานวิจัยนี้พบว่าจากกลุ่มความเสี่ยงทั้งหมดอันได้แก่ ความคงที่ของแรงงานที่มีทักษะความสามารถในการไม่ทำให้เกิดของเสีย ความสามารถในการผลิตแบบพอดี ประสิทธิภาพของมูลค่าเพิ่มของการทำงาน ทักษะของพนักงานที่มีอย่างเพียงพอ และความคงที่ของเครื่องจักร จากแนวทางในการวิเคราะห์และป้องกันความเสี่ยงสามารถทำให้โรงงานกรณีศึกษาสามารถมีค่า %Takt time เฉลี่ยของแต่ละสัปดาห์ในช่วงเดือนสุดท้ายของการเก็บข้อมูลเกินกว่า 85%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(กฤตพล ศรีเจริญ, 2553): *การบริหารความเสี่ยงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี*

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความเสี่ยงในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีแห่งหนึ่ง จุดประสงค์หลักของงานวิจัยนี้คือ เพื่อลดและป้องกันความเสี่ยงที่มีผลต่อกระบวนการผลิตในฝ่ายผลิตของบริษัทที่ใช้เป็นกรณีศึกษา รวมไปถึงเสนอแนะวิธีการป้องกันความเสี่ยง FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ถูกนำมาใช้เพื่อการประเมิน กลุ่มบริหารจัดการความเสี่ยงได้ทำการระบุความเสี่ยงขึ้นมาทั้งสิ้นรวม 16 หัวข้อ จากนั้นได้นำการวิจัยโดยใช้เทคนิคพาเรโต้ (Pareto Analysis) มาคัดเลือกหัวข้อความเสี่ยงลำดับที่มีความสำคัญ เพื่อทำการแก้ไขจำนวนทั้งสิ้น 4 หัวข้อ เพื่อหามาตรการป้องกันความเสี่ยงมาตรการ ป้องกันความเสี่ยง 3 มาตรการได้ถูกจัดทำขึ้นเพื่อลดค่า RPN ในกลุ่มความเสี่ยง

หลัก ผลที่ได้จากการให้คะแนน RPN หลังจากมาตรการป้องกันความเสี่ยงถูกนำไปใช้ พบว่าลดความเสี่ยงลงได้ถึง 80-90% รวมถึงการลดอัตราการเกิดอุบัติการณ์, ค่าเสียหายจากอุบัติการณ์ และการสูญเสียโอกาสในการผลิตลงได้ ผลของการนำมาตรการป้องกันความเสี่ยงไปใช้ อาจไม่สามารถบ่งชี้ได้อย่างชัดเจนว่าสิ่งที่ได้นำเสนอไปนั้น สามารถลดอัตราและผลกระทบทางการเงินที่ได้รับจากอุบัติการณ์ แต่การมีมาตรการป้องกันเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถติดตาม บ่งชี้ และวิเคราะห์อุบัติการณ์เพื่อลดความน่าจะเป็นของการเกิดดังกล่าว

(Chung-Ho C., and Shu Chen, M., 2018): ***Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories***

นโยบายในการจัดตั้งมหาวิทยาลัยใหม่ทั่วไต้หวันทำให้จำนวนมหาวิทยาลัยเพิ่มมากขึ้นและโรงเรียนหลายแห่งได้สร้างห้องทดลองใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการด้านวิชาการของนักเรียน ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมามีจำนวนของเสียจากห้องปฏิบัติเพิ่มขึ้นจากขยะของเหลวในมหาวิทยาลัย ดังนั้นการสร้างระบบการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการจึงกลายเป็นประเด็นสำคัญในการรักษาสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของทุกมหาวิทยาลัย การศึกษานี้ระบุถึงปัจจัยเสี่ยงในการกำจัดของเสียที่เป็นของเหลวและนำเสนอแผนการปฏิบัติให้กับผู้บริหารห้องปฏิบัติการ มีการใช้แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญเพื่อศึกษาถึงขั้นตอนสำคัญในการกำจัดของเสีย จากนั้นใช้วิธี FMEA เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงขั้นตอนสำหรับการกำจัดของเสีย หลังจากทำการปรับปรุงและติดตามผลแล้วอัตราการปรับปรุงโดยรวมเพิ่มขึ้นเป็น 60.2%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

(สลักจิตต์ พุทธจักร, 2556): ***การลดรอบระยะเวลาในการผลิตของกระบวนการผลิตตลับลูกปืนเม็ดกลม***

งานวิจัยนี้เพื่อลดรอบระยะเวลาในการผลิตของตลับลูกปืนเม็ดกลมรุ่น 7040 (BB7040) เนื่องจากความต้องการของลูกค้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้กำลังการผลิตไม่เพียงพอ โดยกระบวนการที่เป็นจุดคอขวดคือ กระบวนการขัดผิวด้านใน (Bore Grinding Process) ของชิ้นงานวงแหวนด้านใน (Inner Ring) ซึ่งก่อนปรับปรุงมีรอบเวลาการผลิต 2.98 วินาทีต่อชิ้นงาน ในขณะที่รอบเวลาการผลิตตามเป้าหมายเท่ากับ 2.78 วินาทีต่อชิ้นงาน อีกทั้งยังต้องสามารถควบคุมไม่ให้ค่าความหยาบผิวของชิ้นงานเกินกว่าค่าที่ลูกค้ากำหนด การวิจัยนี้ได้ดำเนินการตามแนวทางของซิกซ์ซิกม่า โดยการกำหนด

เป้าหมายและการตรวจสภาพของปัญหาเบื้องต้น พบว่าขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดคือ เวลาที่ใช้สำหรับการขัดชิ้นงาน (Grinding Time) จากนั้นวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยตารางวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบ (Cause & Effect Matrix) จนได้แนวทางในการแก้ไขปัญหา แล้วจึงใช้หลักการการออกแบบเศษส่วนเชิงแฟกทอเรียลแบบสองระดับ (One Half-Fraction Factorial Design) เพื่อตรวจสอบพารามิเตอร์ที่ส่งผลกระทบต่อรอบเวลาการผลิตและความหยาบผิวของชิ้นงาน ซึ่งปัจจัยทั้งหมดมีผลต่อรอบเวลาผลิตและความหยาบผิว จากนั้นจึงใช้วิธีการออกแบบพื้นผิวตอบสนอง (Response Surface Design) แบบส่วนประสมกลาง(Central Composite Design) เพื่อหาพารามิเตอร์การปรับตั้งเครื่องจักรที่ดีที่สุด เพื่อให้ลดรอบเวลาในการผลิตให้ต่ำที่สุด และยืนยันการทดลองว่าการตั้งค่าเครื่องใหม่สามารถลดรอบเวลาและสามารถควบคุมความหยาบผิวของชิ้นงานได้ตามข้อกำหนดของลูกค้า ผลจากการปรับปรุงสามารถลดรอบเวลาผลิต และสามารถควบคุมความหยาบผิวของชิ้นงานโดยเฉลี่ยได้ตามข้อกำหนดของลูกค้า

(ภูธิป อิมทรักษ์, 2557): *การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการติดฉลาก*

งานวิจัยได้ศึกษากระบวนการติดฉลากของโรงงานผลิตและบรรจุ ซึ่งพบปัญหาเวลาสูญเสียจากการหยุดการทำงานของเครื่องติดฉลาก ของเสีย 3 ประเภทจากเครื่องติดฉลากที่เป็นสาเหตุหลักของเวลาสูญเสีย ได้แก่ ฉลากพับ ฉลากเหลื่อม และโลโก้ฉลากไม่ตรงกัน การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดของเสียจากเครื่องติดฉลากด้วยผังแสดงเหตุและผล รวมกับ FMEA พบว่าสาเหตุมาจากการปรับพารามิเตอร์เครื่องจักรอย่างไม่เหมาะสม งานวิจัยนี้นำการออกแบบการทดลองมาใช้เพื่อหารูปแบบการปรับตั้งเครื่องจักรที่เหมาะสมที่สุด ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้มาตรฐานการปรับตั้งรูปแบบใหม่ของเครื่องติดฉลาก พบว่าสามารถลดค่าเฉลี่ยของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ฉลากพับ ฉลากเหลื่อม และโลโก้ไม่ตรงกันลงได้ และลดเวลาสูญเสียและความถี่ในการหยุดเครื่องจักรลงได้

(ฐิติมา ฤทธิ์ประเสริฐศรี, 2559): *การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำจิ้มโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา*

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตน้ำจิ้ม ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปริมาณผลผลิตน้ำจิ้มต่ำกว่าเป้าหมายที่วางแผนไว้ ทำให้ไม่สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ได้ทันตามกำหนดเวลา โดยนำแนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา จากนั้นทำการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อหาปัจจัยนำเข้าที่ส่งผลกระทบต่อเวลาสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

น้ำจิ้ม โดยใช้แผนภูมิก้างปลา นำปัจจัยที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสาเหตุและผล และนำปัจจัยที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วมาคัดกรองปัจจัยด้วยเทคนิค Failure mode and effect analysis หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ปัญหา โดยการนำปัจจัยที่ผ่านการคัดกรองด้วยเครื่องมือทางสถิติต่างๆ มาหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา โดยออกแบบและทำการทดลองแบบแฟคทอเรียล 2^k จากนั้นเข้าสู่ระยะการปรับปรุงกระบวนการ เพื่อทำการหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสม โดยทำการออกแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในแต่ละปัจจัยให้มีเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตน้ำจิ้มน้อยที่สุด โดยระดับของปัจจัยที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิของน้ำเชื่อมที่ใช้ในการต้ม และอุณหภูมิที่ใช้ต้มน้ำจิ้ม ผลจากการปรับปรุงกระบวนการพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตน้ำจิ้มลดลงจาก 134 นาที เหลือ 70 นาที และสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตน้ำจิ้มได้ 36.25 ตันต่อเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
การนิยามปัญหา

ในบทนี้จะกล่าวถึงระยะเริ่มต้นสำหรับการประเมินความเสี่ยงก่อนการใช้งานจริง การทดสอบเดินขวดน้ำยาบ้วนปากในกระบวนการเพื่อตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหลังจากประเมินความเสี่ยง นำปัญหาที่เกิดขึ้นมาวิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินงานปรับปรุงแก้ไขปัญหาในบทต่อไป เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากการนำขวดลดน้ำหนักไปใช้และสามารถนำขวดน้ำยาบ้วนปากมาใช้ในกระบวนการบรรจุได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะเริ่มต้นตั้งแต่การจัดตั้งทีมงาน ศึกษากระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปาก ประเมินความเสี่ยงและสภาพปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการนำขวดน้ำยาบ้วนปากที่ลดน้ำหนักมาใช้ในกระบวนการบรรจุ ทดสอบเพื่อดูปัญหาที่เกิดขึ้น วิเคราะห์หาสาเหตุและดำเนินการในการแก้ไขปัญหาในขั้นตอนต่อไป

3.1 การจัดตั้งทีมคณะทำงาน

ในการดำเนินการโครงการและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นนั้น ได้มีการจัดตั้งคณะทำงานขึ้น ซึ่งประกอบด้วยผู้ที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญงานในแต่ละส่วนในกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างราบรื่น โดยคณะทำงานประกอบไปด้วยบุคลากรจากแผนกต่างๆ ดังนี้

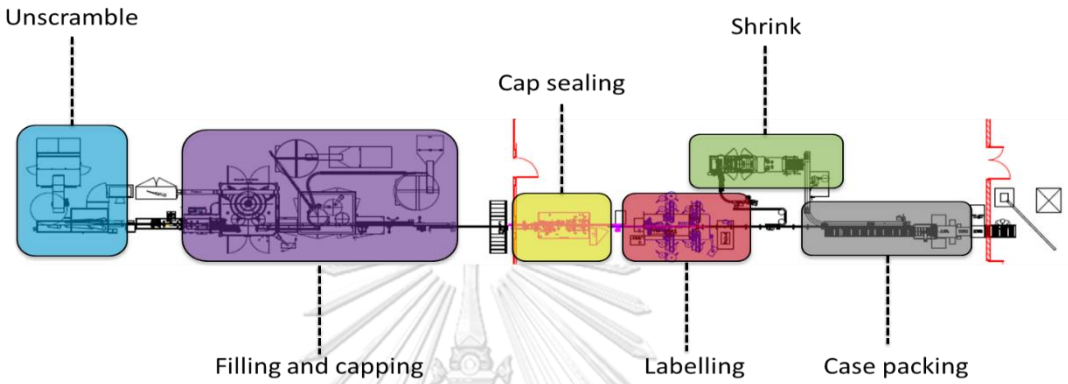
- หัวหน้าฝ่ายวางแผนการผลิต
- วิศวกรควบคุมการบรรจุ
- วิศวกรฝ่ายซ่อมบำรุงเครื่องจักร
- หัวหน้าส่วนงานวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์
- หัวหน้าส่วนงานควบคุมคุณภาพ
- พนักงานปฏิบัติการ
- ผู้วิจัย

ซึ่งบุคลากรทุกคนในคณะทำงานมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และแสดงข้อคิดเห็นในประเด็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นและข้อมูลสภาพปัญหาของเครื่องจักรในปัจจุบัน การปรับตั้งเครื่องจักร ลักษณะการเกิดของเสีย เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2 กระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก

เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก และสามารถวิเคราะห์ปัญหาไปในแนวทางที่ถูกต้อง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษากระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปากของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาต่อไป โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก ดังนี้



1. Unscramble ขั้นตอนการลำเลียงขวดเป็นแถวผ่านสายพานลำเลียงมายังส่วนของการบรรจุ
2. การบรรจุ (filling) ผลิตภัณฑ์น้ำยาบ้วนปากลงในภาชนะบรรจุ น้ำยาบ้วนปากถูกส่งจากห้อง mixing ผ่านท่อลำเลียงมายังเครื่องบรรจุน้ำยาบ้วนปากเพื่อบรรจุลงในขวด โดยมีหัวจ่ายน้ำยาบ้วนปากทั้งหมด 24 หัว มีการควบคุมแรงดัน ความเร็ว และน้ำหนักในการบรรจุให้เหมาะสมกับขนาดของขวด ดังแสดงในรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.1 การบรรจุน้ำยาบ้วนปาก

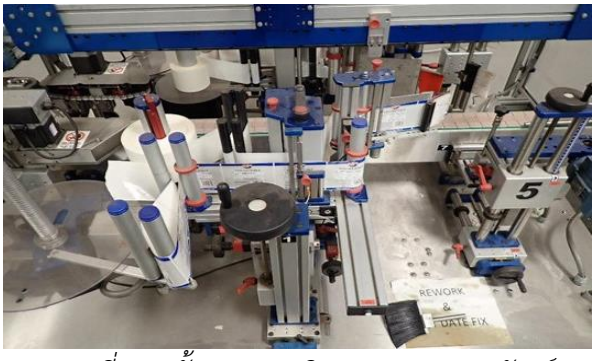
3. ปิดฝา (capping) ขวดหลังจากผ่านการบรรจุน้ำยาบ้วนปากดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีทั้งหมด 12 หัวบิด ควบคุมการปิดโดยการกำหนดแรงที่ใช้ในการหมุนปิดฝา (torque) ความเร็วในการหมุน (closing speed) องศาในการจับฝา เพื่อให้ปิดฝาได้สนิท

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการปิดฝา

4. หุ้มฟิล์มปิดผนึกฝา (cap sealing) โดยผ่านเครื่อง shrink เพื่อเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถบ่งชี้ร่องรอยการแกะ(tamper-evident packaging) ก่อนถึงมือผู้บริโภค

รูปที่ 3.3 การหุ้มปิดผนึกฝา (cap sealing)

5. ติดฉลาก (Labelling) บริเวณด้านหน้า ด้านบน และด้านหลังบรรจุภัณฑ์ โดยใช้เครื่องติดฉลาก ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการติดฉลากบนบรรจุภัณฑ์

6. Bundle shrink โดยทำการแพครวมกลุ่มด้วยฟิล์มหดรัด ตามจำนวนที่ต้องการ

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการ shrink bundle

7. Case packing โดยการนำ bundle ของผลิตภัณฑ์ใส่ลงกล่องตามจำนวนที่ต้องการ และปิดกล่องด้วยเทปกาว ส่งต่อไปยังคลังสินค้า

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการลงกล่อง (case packing)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3 การประเมินความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

ก่อนการดำเนินการทดสอบเดินขวดน้ำยาบ้วนปากในกระบวนการบรรจุ คณะทีมงานได้ทำการประเมินความเสี่ยง Risk assessment เพื่อเป็นการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการบรรจุและเตรียมแนวทางการแก้ไขไว้ล่วงหน้า โดยความเสี่ยงที่ได้จากการร่วมกันประเมินของคณะทีมงานและเกณฑ์ในการประเมินความเสี่ยง เป็นดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายการความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุจากการใช้ขวดลดน้ำหนัก

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ความเสี่ยงเชิงคุณภาพ
ขั้นตอนระหว่างการขนส่งจาก ซัพพลายเออร์ มายังบริษัท	ขวดบุบ
	ขวดเป็นรอยขูดขีดขนาดมากกว่า $10mm^2$
ขั้นตอนการปิดฝา	คอขวดยุบ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ความเสี่ยงเชิงคุณภาพ
(Capping process)	ขวดบิดเป็นรอย
ขั้นตอนติดฉลาก (Labelling process)	ฉลากเกิดฟองอากาศ
	ฉลากยับย่น
	ฉลากเผยอ
ขั้นตอนการบรรจุ : ระหว่างสายการบรรจุ	ขวดบุบจากแรงกระแทกของเครื่องรีเจค
ขั้นตอนการแพ็คลงกล่อง	ขวดบุบจากเครื่อง Auto case packer
ขั้นตอนการเก็บรักษาสินค้า	ขวดบุบเวลาเก็บสินค้าไว้ในคลังสินค้า โดยการเรียงซ้อนแพลเลทเป็นเวลานานๆ

หลังจากขั้นตอนการระบุความเสี่ยงที่เกิดขึ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการวิเคราะห์ประเมินเพื่อจัดลำดับความเสี่ยง วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ การประเมินโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง(likelihood) และผลกระทบจากความเสี่ยง(Impact) โดยมีการกำหนดเกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินความเสี่ยง ดังนี้

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์มาตรฐานระดับโอกาสที่จะเกิดความเสี่ยง (likelihood)

ระดับ	โอกาสที่เกิด	คำอธิบาย
5	สูงมาก	โอกาสเกิดสูงมาก จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้
4	สูง	โอกาสเกิดอยู่ในระดับสูง เกิดขึ้นได้บ่อย แต่จำนวนของเสียที่เกิดขึ้นค่อนไปทางมากของเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 75-100%AQL
3	ปานกลาง	โอกาสเกิดอยู่ในระดับปานกลาง เกิดขึ้นได้บ้าง เป็นบางโอกาส จำนวนของเสียอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 50-75%AQL
2	น้อย	โอกาสเกิดน้อยครั้ง จำนวนของเสียที่เกิดมีปริมาณน้อยอยู่ในช่วง 25-50% AQL
1	น้อยมาก	โอกาสเกิดไม่มี หรือ เกิดน้อยมาก เกิดขึ้นได้เฉพาะสถานการณ์ผิดปกติ จำนวนของเสียอยู่ในช่วง 0-25%AQL

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์มาตรฐานระดับความรุนแรงของผลกระทบจากความเสี่ยง (Impact)

ระดับ	ผลกระทบ	คำอธิบาย
5	รุนแรงที่สุด	องค์กรไม่สามารถยอมรับผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ เช่น ส่งผลต่อภาพลักษณ์ขององค์กร ผลกระทบด้านการเงินในระดับรุนแรง เกิดของเสียขึ้นต้องรีเจคของทั้งล็อต เป็นต้น
4	ค่อนข้างรุนแรง	ผลกระทบค่อนข้างรุนแรง เช่น เครื่องจักรหยุด / ชะลอการทำงาน ผลกระทบส่งผลต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์
3	ปานกลาง	เสียเวลาในการดำเนินงานค่อนข้างมาก ผลกระทบที่เกิดขึ้นต้องมีการควบคุมเป็นพิเศษ งานล็อตนั้นต้องถูกนำมาตรวจสอบ 100%
2	น้อย	เสียเวลาในการดำเนินงานน้อย งานล็อตนั้นถูกนำมาตรวจสอบเพียงบางส่วน
1	น้อยมาก	ส่งผลกระทบน้อยมาก ผลกระทบที่เกิดขึ้นไม่ก่อให้เกิดปัญหากับการดำเนินงานและคุณภาพของสินค้า

เมื่อทำการกำหนดเกณฑ์ในการประเมินระดับความรุนแรงของความเสี่ยงทั้งสองปัจจัยแล้ว ให้ทำการให้คะแนนโอกาสในการเกิดและผลกระทบในแต่ละความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น จากนั้นนำคะแนนของทั้ง 2 ปัจจัยมาคูณกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเสี่ยง(Risk) = ผลกระทบ (I : Impact) X โอกาสที่จะเกิดขึ้น (L : Likelihood)

พิจารณาผลของความมีนัยสำคัญของความเสี่ยง ดังนี้

ไม่มีนัยสำคัญ < 10 คะแนน พิจารณาดำเนินการเฝ้าติดตาม (Monitoring)

มีนัยสำคัญ ≥ 10 คะแนน พิจารณากำหนดวิธีการจัดการ หรือควบคุมความเสี่ยง และทำการจัดระดับความเสี่ยง เพื่อจัดระดับการดำเนินการจัดการควบคุมความเสี่ยงจากเกณฑ์ที่กำหนดดังตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5 ดังนี้

ตารางที่ 3.4 ตารางการจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยง

Risk Assessment Matrix			ความเป็นไปได้ (likelihood)				
			ไม่มี / น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	สูง/บ่อย	สูงมาก/บ่อยมาก
			1	2	3	4	5
ผลกระทบ / ความรุนแรง (Impact)	สูงมาก	5	5	10	15	20	25
	สูง	4	4	8	12	16	20
	ปานกลาง	3	3	6	9	12	15
	น้อย	2	2	4	6	8	10
	น้อยมาก	1	1	2	3	4	5
			ระดับความเสี่ยง				

ตารางที่ 3.5 อธิบายระดับความสำคัญของความเสี่ยงจาก Risk assessment matrix

ระดับความเสี่ยง	ระดับคะแนน	ความหมาย
สูงมาก	20-25	ระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ จำเป็นต้องเร่งจัดการแก้ไขทันที
สูง	10-19	ระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้โดยต้องจัดการความเสี่ยงเพื่อให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ต่อไป
ปานกลาง	4-9	ระดับที่ยอมรับได้แต่ต้องควบคุมเพื่อป้องกันไม่ให้ความเสี่ยงเคลื่อนย้ายไปยังระดับที่ยอมรับไม่ได้
น้อย	1-3	ระดับที่ยอมรับได้โดยไม่ต้องควบคุมความเสี่ยง ไม่ต้องมีการจัดการเพิ่มเติม

ผลการประเมินความเสี่ยง

ผู้วิจัยและคณะทำงานได้ทำการประเมินและจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยงโดยให้คะแนนโอกาสในการเกิด และ ผลกระทบของความเสี่ยงในกระบวนการบรรจุ ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ผลการประเมินจัดลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (Risk assessment)

ความเสี่ยง	โอกาสเกิด (likelihood) (L)	ผลกระทบ (Impact) (I)	คะแนนความเสี่ยง (L x I)	ระดับความเสี่ยง
ขวดบุบจากการขนส่ง	1	3	3	น้อย
ขวดเป็นรอยขูดขีดขนาดมากกว่า $10mm^2$	2	1	2	น้อย
คอขวดบุบ หรือ ยุบ จากการปิดฝา	1	4	4	น้อย
ขวดบิดเป็นรอย จากการปิดฝา	5	3	15	สูง
ฉลากเกิดฟองอากาศ	5	2	10	สูง
ฉลากยับย่น	3	2	6	ปานกลาง
ฉลากเผยอ	3	3	9	ปานกลาง
ขวดบุบจากเครื่องรีเจค	3	3	9	ปานกลาง
ขวดบุบจากเครื่อง Auto case packer	1	3	3	น้อย
ขวดบุบจากการเรียงซ้อนแพลเลท	1	3	3	น้อย

ตารางที่ 3.7 ตารางสรุประดับความเสี่ยง

Risk Assessment matrix			ความเป็นไปได้/โอกาสเกิด (Likelihood)				
			ไม่มี/น้อยมาก	น้อย	ปานกลาง	สูง/บ่อย	สูงมาก/บ่อยมาก
			1	2	3	4	5
ผลกระทบ (Impact)	สูงมาก	5					
	สูงมาก	4	คอขวดบุบ/ยุบจากการปิดฝา				
	ปานกลาง	3	- ขวดบุบจากการขนส่ง - ขวดบุบจากเครื่อง auto case packer - ขวดบุบจากการเรียงซ้อนแพลเลท		- ฉลากเผยอ - ขวดบุบจากเครื่องรีเจค		ขวดบิดเป็นรอยจากการปิดฝา
	น้อย	2			ฉลากยับย่น		ฉลากเป็นฟองอากาศ
	น้อยมาก	1		ขวดเป็นรอยขูดขีด			

จากตารางผลคะแนนของความเสี่ยง จะพบว่าคะแนนความเสี่ยงที่มากกว่าหรือเท่ากับ 10 คะแนน คือ ขวดบิดเป็นรอย และ ฉลากเป็นฟองอากาศ ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ต้องมีการหาแนวทางจัดการและควบคุมความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น

3.4 สภาพปัญหา

หลังจากทำการประเมินความเสี่ยงเบื้องต้นที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุแล้ว คณะทีมงานได้ดำเนินการทดลองเดินขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักขนาด 1 ลิตร เข้าไปเดินในกระบวนการบรรจุจริงแบบต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาที พบว่ามีลักษณะข้อบกพร่องเกิดขึ้นจากความเสี่ยงที่ได้ประเมินไว้ ดังนี้

ตารางที่ 3.8 ลักษณะข้อบกพร่องและจำนวนที่เกิดขึ้นจากการใช้ขวดลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก

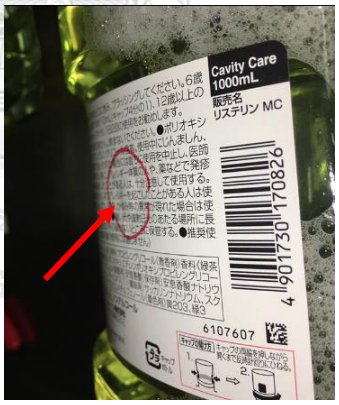
ขั้นตอนการดำเนินงาน	ลักษณะข้อบกพร่อง	% ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น	%ข้อบกพร่องที่ยอมรับได้AOQL
ขั้นตอนการปิดฝา (Capping process)	คอขวดยุบ	0%	0.97%
	ขวดบิดเป็นรอย	11.0%	4.7%
ขั้นตอนติดฉลาก (Labelling process)	ฉลากเกิดฟองอากาศ	15.0%	4.7 %
	ฉลากยับย่น	3.0%	4.7%
	ฉลากเผยอ	1.5%	2.2%
ขั้นตอนการบรรจุ : ระหว่างสายการบรรจุ	ขวดบุบจากแรงกระแทกของเครื่องรีเจค	2.5%	4.7%
ขั้นตอนการแพ็คลงกล่อง	ขวดบุบจากเครื่อง Auto case packer	0%	4.7%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คำอธิบายลักษณะข้อบกพร่อง

จากการทดสอบการเดินขวดน้ำยาบ้วนปากที่มีการลดน้ำหนักพบว่า เกิดลักษณะข้อบกพร่องขึ้นในกระบวนการบรรจุในขั้นตอนของการปิดฝา และขั้นตอนการติดฉลาก มีจำนวนเกินกว่าระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ของโรงงานกรณีศึกษา โดยลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากทั้งสองขั้นตอน มี 2 ประเภท ดังแสดงตามตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 คำอธิบายประเภทของข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์จากการใช้ขวดลดน้ำหนัก

ข้อบกพร่อง	คำอธิบาย	ลักษณะตัวอย่าง
รอยบุบที่ขวด	เกิดรอยบุบที่ขวด ลักษณะเป็นเส้นตามมุมของขวด 2-4 จุด ต่อขวด	
ฉลากเป็นฟองอากาศ	ฉลากด้านหน้า – หลังเป็นฟองอากาศ	

3.5 สรุประยะนิยามปัญหา

จากการศึกษาเก็บข้อมูล ประเมินความเสี่ยง และทำการทดสอบการใช้ขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุในตารางที่ 14 พบว่ามีความเสี่ยงในการเกิดลักษณะข้อบกพร่องที่มีระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง ไม่สามารถยอมรับได้ใน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการปิดฝา (capping) ที่ทำให้เกิดขวดบิดจนเป็นรอย และ ฉลากเกิดฟองอากาศในขั้นตอนการติดฉลาก (Labelling) พบว่ามีการเกิดลักษณะข้อบกพร่องจำนวนมากเกินกว่าระดับที่องค์กรสามารถยอมรับได้ (AOQL) ดังนั้นผู้วิจัยและคณะทำงานจึงได้เลือกนำความเสี่ยงในการเกิดลักษณะข้อบกพร่อง 2 ประการนี้ มาดำเนินการแก้ไขปัญหาต่อไป

ตารางที่ 3.10 ลักษณะข้อบกพร่องจากการนำขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักมาใช้ในกระบวนการบรรจุ

ขั้นตอน	**ลักษณะข้อบกพร่อง**	**% ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น**	**%ระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (AOQL)**
การปิดฝา (Capping)	ขวดบิดจนเป็นรอยบุบ	11%	4.7%
การติดฉลาก (Labelling)	ฉลากเป็นฟองอากาศ	15%	4.7 %

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4
การวัดสภาพปัญหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

จากการนิยามสภาพปัญหาของการใช้ขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักในกระบวนการบรรจุ พบว่ามีลักษณะข้อบกพร่องเกิดขึ้นในกระบวนการบรรจุในขั้นตอน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการปิดฝา ที่ทำให้เกิดขวดเป็นรอยเนื่องจากการหมุนปิดฝา และในขั้นตอนการติดฉลาก ที่เกิดฟองอากาศขึ้น ดังนั้นเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุด ผู้วิจัยและทีมงานจึงได้ระดมสมอง ค้นหาสาเหตุและปัจจัยต่างๆที่ทำให้เกิดลักษณะข้อบกพร่องขึ้น โดยอาศัยเครื่องมือการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาแสดงได้ดังแผนผังก้างปลา (Fishbone diagram) และทำการวิเคราะห์หาสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการและผลกระทบ(PFMEA) โดยสอบความความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำสาเหตุของปัญหาหลักๆ มาดำเนินการจัดการแก้ไขปัญหาในบทต่อไป ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละแผนกมีคุณสมบัติ ดังนี้

1) หัวหน้าแผนกบรรจุภัณฑ์
   - มีประสบการณ์ทำงาน 10 ปีเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์
   - มีความเข้าใจในตัวบรรจุภัณฑ์เป็นอย่างดี
2) หัวหน้าแผนกวิศวกร
   - มีประสบการณ์ทำงานกับเครื่องจักรในการผลิตน้ำยาบ้วนปากมาแล้ว 9 ปี
   - มีความเข้าใจพารามิเตอร์ หรือ ข้อจำกัดต่างๆของเครื่องจักรเป็นอย่างดี
   - สามารถช่วยปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆได้
3) หัวหน้าแผนกตรวจสอบคุณภาพ
   - มีประสบการณ์ทำงานด้านคุณภาพมาแล้ว 15 ปี
   - สามารถตัดสินใจเกี่ยวกับข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้
   - รู้ขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพที่ถูกต้อง
4) หัวหน้าแผนกฝ่ายผลิต
   - มีประสบการณ์ทำงานด้านฝ่ายการผลิตมาแล้ว 12 ปี
   - มีอำนาจในการตัดสินใจ
   - เข้าใจความสามารถของไลน์เป็นอย่างดี

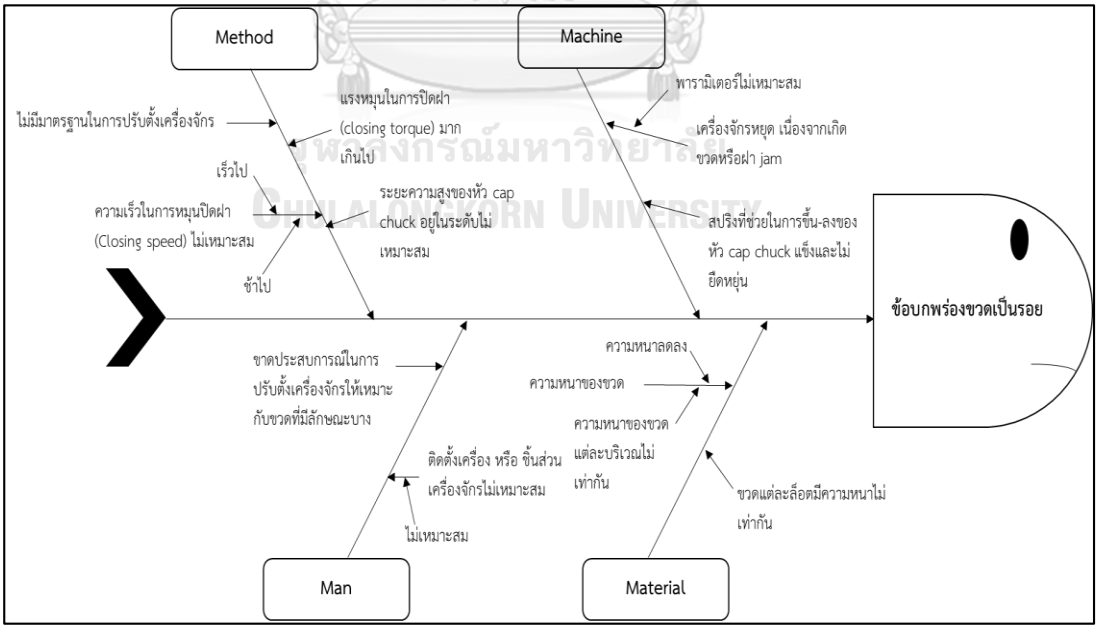
5) หัวหน้าแผนกบำรุงรักษาเครื่องจักร

- มีประสบการณ์ทำงาน 7 ปี
- มีความชำนาญในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรเป็นอย่างดี
- มีความรู้ความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องจักร
- เข้าใจความสามารถของเครื่องจักร

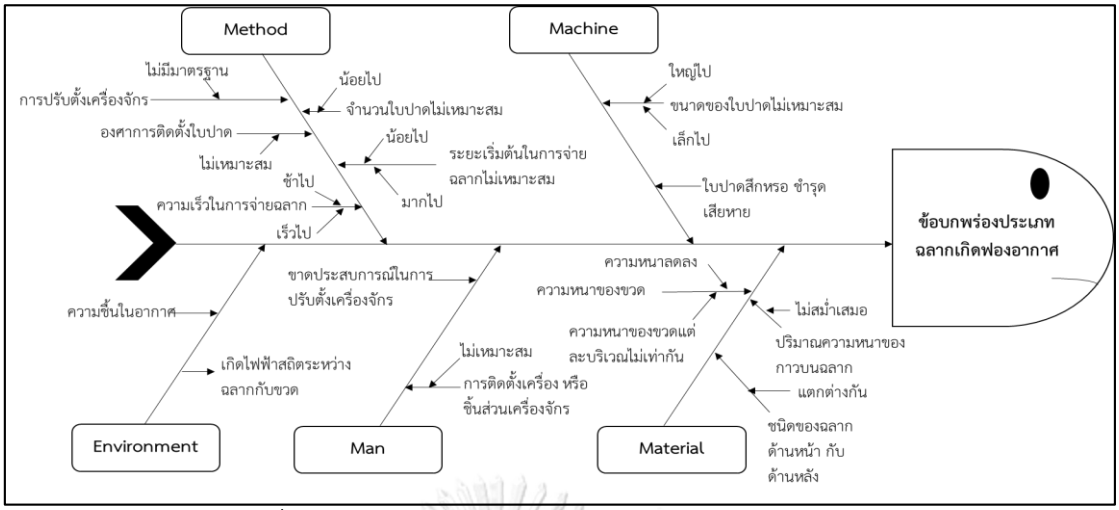
โดยคณะทำงานควรมีคุณสมบัติเพิ่มเติมอีกประการคือ มีความเข้าใจเป็นอย่างดีในกระบวนการแก้ปัญหา มีสำนึกที่ดีต่อการปรับปรุงคุณภาพ รับฟังความคิดเห็นของคนอื่นได้ดี และเป็นผู้ที่มีความรู้สึกร่วมในการทำงาน

4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องโดยใช้แผนผังก้างปลา

จากปัญหาข้อบกพร่องทั้ง 2 ลักษณะที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์นั้นคือ ปัญหาขวดเป็นรอยจากการบิดตอนปิดฝาและฉลากเป็นฟองอากาศ เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาลักษณะข้อบกพร่องดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลการทำงานของเครื่องจักรและสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องเพื่อรวบรวมหาสาเหตุของปัญหาที่เป็นไปได้ โดยแบ่งการวิเคราะห์ปัจจัยหลักออกเป็น 5 หมวดหมู่ตามหลัก 4M1E คือ คน (Man) เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ (Machine) วิธีปฏิบัติ (Method) วัสดุ (Material) และ สิ่งแวดล้อม (Environment) ดังแสดงได้ในแผนผังก้างปลา ดังนี้



รูปที่ 4.1 แผนผังก้างปลาของข้อบกพร่องขวดเป็นรอยจากการปิดฝา



รูปที่ 4.2 แผนผังก้างปลาของปัญหาฉลากเกิดฟองอากาศ

จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องในแต่ละฝ่ายและระดมสมองเพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาขวดเป็นรอยจากขั้นตอนการปิดฝา

ปัญหา	ปัจจัย	สาเหตุ
ขวดเป็นรอยจากขั้นตอนการปิดฝา	คน (Man)	- ติดตั้งเครื่องจักร หรือ ประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักรผิด หรือ ไม่เหมาะสม - ขาดประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจในการปรับตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสมกับขวดที่มีลักษณะบาง
	เครื่องจักร (Machine)	- ชิ้นส่วนของเครื่องจักรมีลักษณะไม่เหมาะสมกับขวดบาง เช่น สปริงที่ใช้ช่วยในการขึ้นลงของ cap chuck แข็งเกินไป ไม่ยืดหยุ่น
ขวดเป็นรอยจากขั้นตอนการปิดฝา	วัสดุ (Material)	- ขวดมีความหนาลดลงมาก - ความหนาในแต่ละบริเวณของขวดไม่เท่ากัน - ขวดแต่ละล็อตมีความหนาไม่เท่ากัน
	วิธีปฏิบัติ (Method)	- ไม่มีมาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหา	ปัจจัย	สาเหตุ
		- พารามิเตอร์แรงหมุนปิดฝา (closing torque) มากเกินไป - พารามิเตอร์ความเร็วในการหมุนปิดฝา (closing speed) ไม่เหมาะสม - ระดับความสูงของ cap chuck ไม่เหมาะสม

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ

ปัญหา	ปัจจัย	สาเหตุ
ฉลากเป็นฟองอากาศ	คน (Man)	- ติดตั้งเครื่องจักร หรือ ประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักรผิด หรือ ไม่เหมาะสม - ขาดประสบการณ์ ความรู้ความเข้าใจในการปรับตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสมกับขวดที่มีลักษณะบาง
	เครื่องจักร (Machine)	- เครื่องจักรมีอายุการใช้งานยาวนาน - เครื่องจักร หรือ อุปกรณ์ของเครื่องไม่ทันสมัย - ขนาดของใบปาดไม่เหมาะสม - ใบปาดสึก ชำรุดเสียหาย
	วัสดุ (Material)	- ขวดมีลักษณะบางลงทำให้พื้นผิวสัมผัสแตกต่างจากของเดิม - ความหนาในแต่ละบริเวณของขวดไม่เท่ากัน - ปริมาณความหนาของกาวบนฉลากไม่สม่ำเสมอ - ชนิดของฉลากด้านหน้า ด้านหลังแตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัญหา	ปัจจัย	สาเหตุ
	วิธีปฏิบัติ (Method)	- ไม่มีมาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องจักร - องศาการติดตั้งใบปาดไม่เหมาะสม - จำนวนใบปาดไม่เหมาะสม - ระยะเริ่มต้นในการยื่นจ่ายฉลากไปติดบนขวด
	สิ่งแวดล้อม (Environment)	- ความชื้นในอากาศมีผลต่อฉลาก ทำให้เกิดการโค้งงอของฉลาก ยากต่อการติดขวด - เกิดไฟฟ้าสถิตระหว่างฉลากกับขวด ส่งผลให้ฉลากเกิดการพริ้วตัวในขณะจ่ายฉลากมาติดที่ขวด

4.2 การคัดเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิจัย

จากการระดมสมองในการวิเคราะห์หาสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อตัวแปรตอบสนอง โดยใช้แผนผังก้างปลา จากนั้นนำปัจจัยทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้แผนผังก้างปลามาทำการวิเคราะห์หาสาเหตุลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการและผลกระทบ(Process Failure Mode and Effect Analysis, PFMEA) เพื่อเปรียบเทียบและจัดลำดับความสำคัญของอิทธิพลของแต่ละปัจจัยโดยพิจารณาจากผลรวมของลำดับความเสี่ยง (RPN : Risk Priority Number) ซึ่งจะคัดเลือกปัจจัยที่มีค่าลำดับความเสี่ยง (RPN) สูง มาใช้ในการดำเนินการแก้ไขปัญหาและหาค่าที่เหมาะสมต่อไป ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดเกณฑ์สำหรับการให้คะแนนค่าความรุนแรงของข้อขัดข้อง (Severity of Failure : S) ความถี่ในการเกิด (Occurrence : O) และความเป็นไปได้ในการตรวจพบได้ (Detection : D) โดยทั้ง 3 เกณฑ์จะพิจารณาถึงผลกระทบต่อข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ ดังตาราง 4.3, 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 เกณฑ์ความรุนแรงของข้อบกพร่อง

ความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity of Failure :S)	
คะแนน = 1	ไม่ส่งผลกระทบ หรือ ส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อการเกิดข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ สามารถยอมรับได้
คะแนน = 2	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการทำงานของสายการผลิตเล็กน้อย สามารถแก้ไขหน้างานได้ทันที ลูกค้าไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างสินค้าที่มีข้อบกพร่องกับสินค้าปกติได้
คะแนน = 3	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการทำงานของสายการผลิตเล็กน้อย มีจำนวนสินค้าที่มีข้อบกพร่องบางส่วนที่ต้องนำกลับมา rework ลูกค้าจำนวนปานกลางหรือครึ่งหนึ่งสามารถเห็นข้อบกพร่องของสินค้านั้นได้
คะแนน = 4	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการทำงานของสายการผลิตเล็กน้อย แต่100% ของจำนวนสินค้าทั้งหมดต้องนำกลับมา rework ลูกค้าจำนวนมากหรือทุกคนสามารถมองเห็นข้อบกพร่องนั้นได้
คะแนน = 5	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการทำงานเล็กน้อย 100% ของจำนวนสินค้าทั้งหมดต้องนำกลับมา rework แต่ส่งผลต่อความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรลดลง ลูกค้าไม่พึงพอใจ
คะแนน = 6	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการทำงานเล็กน้อย มีจำนวนสินค้าที่มีข้อบกพร่องบางส่วนต้องถูกทิ้งหรือทำลาย ลูกค้ารู้สึกไม่สบายใจ
คะแนน = 7	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการทำงานของสายการผลิตเล็กน้อย ต้องคัดแยกสินค้าบางส่วนทิ้งส่งผลต่อความสะดวกสบายและประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรลดลง ลูกค้าไม่พึงพอใจ
คะแนน = 8	ส่งผลต่อการหยุดชะงักของสายการผลิตอย่างมาก อาจต้องทิ้งผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 100% เครื่องจักรไม่สามารถทำงานต่อได้ ลูกค้าไม่พอใจมาก

ความรุนแรงของข้อบกพร่อง (Severity of Failure :S)	
คะแนน = 9	อาจเป็นอันตรายต่อพนักงานปฏิบัติงาน ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานและไม่ตรงตามกฎหมาย ความล้มเหลวจะเกิดขึ้นแบบมีคำเตือนล่วงหน้า
คะแนน = 10	อาจเป็นอันตรายต่อพนักงานปฏิบัติงาน ข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อความปลอดภัยในการทำงานและไม่ตรงตามกฎหมาย ความล้มเหลวจะเกิดขึ้นแบบไม่มีคำเตือนล่วงหน้า

ตารางที่ 4.4 เกณฑ์ความถี่ในการเกิด

ความถี่ในการเกิด (Occurrence : O)	
คะแนน = 1	มีโอกาสเกิดน้อย ไม่ค่อยพบเจอปัญหา < 1%
คะแนน = 2	มีโอกาสเกิดต่ำ พบประมาณ 1-10% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 3	มีโอกาสเกิดต่ำ พบประมาณ 11-20% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 4	มีโอกาสเกิดปานกลาง ประมาณ 21-30% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 5	มีโอกาสเกิดปานกลาง ประมาณ 31-40% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 6	โอกาสเกิดปานกลาง ประมาณ 41-50% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 7	โอกาสเกิดสูง พบได้บ่อยประมาณ 51-60% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 8	โอกาสเกิดสูง พบได้บ่อยประมาณ 61-70% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 9	โอกาสเกิดสูงมาก พบได้บ่อยประมาณ 71-80% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
คะแนน = 10	โอกาสเกิดสูงมาก พบได้บ่อยมาก >80% ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

ตารางที่ 4.5 เกณฑ์การตรวจพบ

การตรวจพบ (Detection : D)	
คะแนน = 1	มีระบบตรวจสอบข้อบกพร่องหรือตรวจจับความผิดปกติที่เกิดขึ้นบนผลิตภัณฑ์ได้ 99.5%
คะแนน = 2	มีเครื่องตรวจจับความผิดปกติ สามารถตรวจจับความผิดปกติได้ง่าย 97.5%
คะแนน = 3	มีเครื่องตรวจจับความผิดปกติ สามารถตรวจจับความผิดปกติได้บ่อยมาก 95%

การตรวจพบ (Detection : D)	
คะแนน = 4	มีระบบตรวจจับ พบเจอได้ในระดับปานกลาง สามารถตรวจจับได้ประมาณ 92.5%
คะแนน = 5	มีระบบตรวจจับ พบเจอได้ในระดับปานกลาง ตั้งค่าอ่านบนเครื่องวัดเพื่อตรวจสอบได้บ้าง สามารถตรวจจับได้ประมาณ 90%
คะแนน = 6	มีระบบตรวจจับแต่ไม่สามาถตรวจจับได้ สามารถตรวจจับได้ประมาณ 87.5%
คะแนน = 7	สามารถตรวจจับความผิดปกติได้ด้วยสายตา สามารถตรวจจับได้ประมาณ 85%
คะแนน = 8	ไม่มีเครื่องหรือระบบตรวจจับความผิดปกติ สามารถตรวจจับความผิดปกติได้ด้วยสายตาเท่านั้น ตรวจจับได้ประมาณ 82.5%
คะแนน = 9	ไม่มีเครื่องหรือระบบตรวจจับความผิดปกติ ตรวจจับความผิดปกติยากมาก สามารถตรวจจับความผิดปกติได้ประมาณ 80%
คะแนน = 10	ตรวจพบได้ยากมาก ไม่มีเครื่องมือตรวจวัดความผิดปกติ สามารถตรวจจับได้น้อยกว่า 80%

ซึ่งหลังจากทำการประเมินให้คะแนนในแต่ละสาเหตุของปัญหาโดยให้ทุกคนในทีมคณะทำงานเป็นผู้ลงคะแนน จากนั้นคำนวณค่า RPN จากสมการดังนี้

CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$RPN = S \times O \times D$$

ในการเลือกปัจจัยนำเข้าที่จะนำมาดำเนินงานวิจัยนั้น อ้างอิงตามมาตรฐาน AIAG จะพิจารณาจากข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (คะแนน 9-10) มาวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาก่อน จากนั้นจึงเลือกจาก RPN ที่สูง (ค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน) มาดำเนินการวิเคราะห์และแก้ไขก่อน แต่ถ้ามีค่า RPN และ ค่าความรุนแรง (S) เท่ากัน จะเลือกข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดมากกว่ามาดำเนินการแก้ไข มีผลการให้คะแนนเป็นไปตามตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการและผลกระทบ(PFMEA) ของปัญหาขวดเป็นรอย

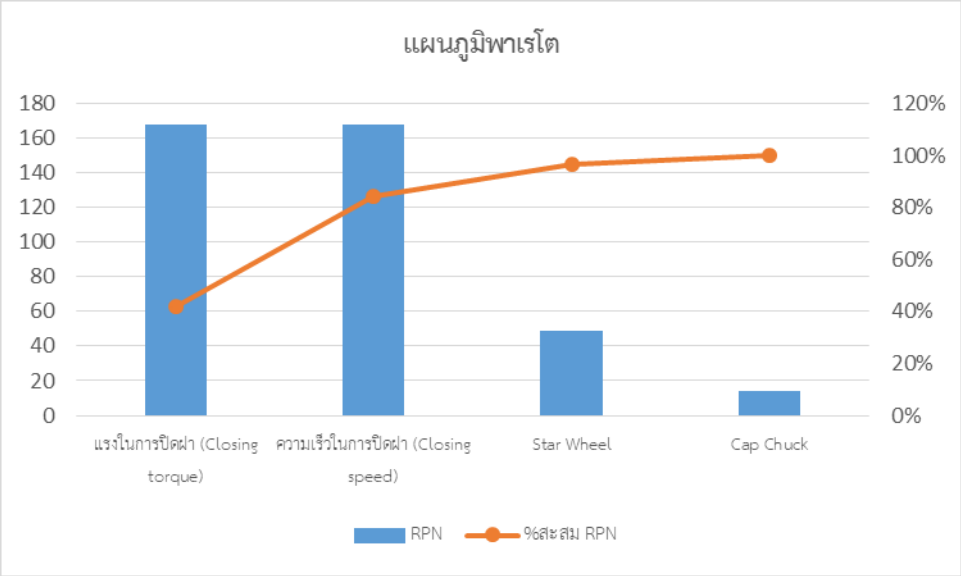
พารามิเตอร์	สภาพข้อขัดข้องที่เป็นไปได้ (Failure Mode)	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	O	D	RPN	ข้อแนะนำในการแก้ไข
1. Star wheel	ปรับตำแหน่งไม่ตรงกับการเข้ามาของขวดบน bottle plate	ขวดขัดกันกับ star wheel ทำให้ขวดเป็นรอย หรือขวดบุบ	7	1	7	49	กำหนดตำแหน่งการติดตั้ง star wheel ที่เหมาะสม เวลาเปลี่ยนไป แล้วเปลี่ยนกลับมายังคงเป็นตำแหน่งเดิม
2. Cap chuck	ยางจับฝาที่ cap chuck เสื่อม	ฝาปิดไม่สนิท หรือต้องเพิ่มแรงจับจนแน่นเกินไปจนขวดบิดเป็นรอย	7	1	2	14	หมั่นตรวจเช็คยางจับฝา และเปลี่ยนเมื่อเริ่มเกิดการเสื่อม หรือเมื่อครบกำหนดเวลา
3. แรงในการปิดฝา (Closing torque)	ค่าพารามิเตอร์ไม่เหมาะสม	ขวดบิดจากแรงในการปิดฝามากเกินไป	7	3	8	168	ปรับค่า closing torque ที่เหมาะสม
4. ความเร็วในการปิดฝา (Closing speed)	ค่าพารามิเตอร์ไม่เหมาะสม	ขวดบิดจากแรงและความเร็วในการปิดฝามากเกินไป	7	3	8	168	ปรับค่า closing speed ที่เหมาะสม

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ PFMEA ของการเกิดขวดเป็นรอย เรียงตามลำดับค่าความเสี่ยง RPN จากมากไปน้อย ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ PFMEA ของการเกิดขวดเป็นรอย เรียงตามลำดับค่าความเสี่ยง RPN

RPN	ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหา
168	แรงในการปิดฝา (Closing torque)
168	ความเร็วในการปิดฝา (Closing speed)
49	Star Wheel
14	Cap Chuck

CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 4.3 แผนภูมิพาเรโตแสดงความถี่สะสมของปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาขวดเป็นรอย

ในการคัดเลือกปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความเสียหายของผลิตภัณฑ์นั้น นอกจากพิจารณาจากค่า RPN ที่มีค่าสูงมากกว่า 100 แล้ว สามารถคัดเลือกปัจจัยที่มีค่าคะแนนสะสมมากกว่า 80% ขึ้นไปมาเป็นปัจจัยในการทดลอง ซึ่งได้สองปัจจัยที่มีค่า RPN มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อนำไปปรับปรุง นั้นคือ

- แรงในการปิดฝา (closing torque)
- ความเร็วในการปิดฝา (Closing speed)

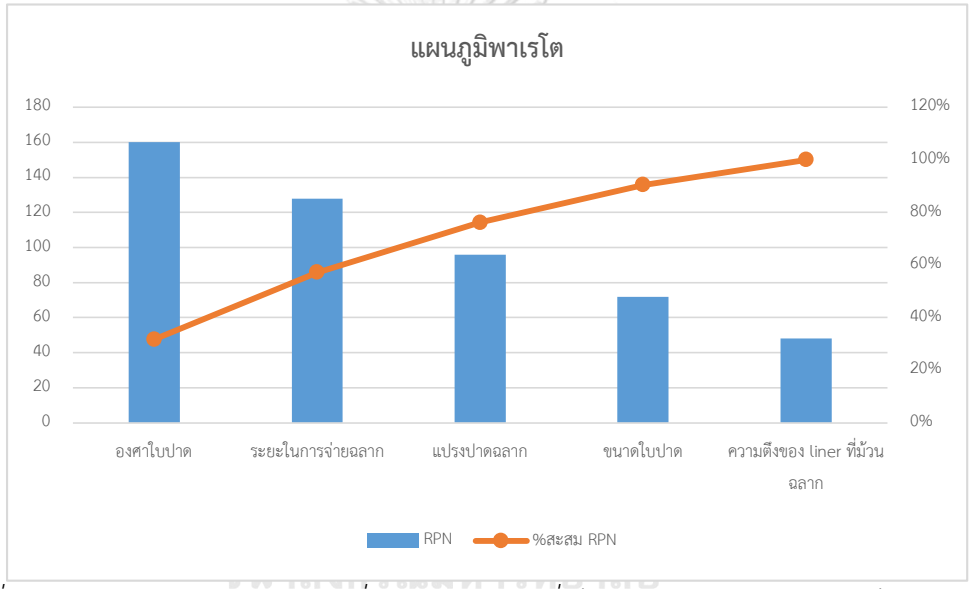
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องกระบวนการและผลกระทบ(PFMEA) ของปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ

พารามิเตอร์	สภาพข้อขัดข้องที่เป็นไปได้ (Failure Mode)	ผลกระทบที่เป็นไปได้	S	O	D	RPN	ข้อแนะนำในการแก้ไข
1. ระยะในการจ่ายฉลาก	ฉลากจ่ายออกมาด้วยระยะที่มากหรือน้อยเกินไป	ฉลากเบี้ยวซ้าย-ขวา เกิดฟองอากาศหรือยับย่นหลังติดบนขวด	4	4	8	128	หาค่าระยะในการจ่ายฉลากที่เหมาะสม
2. แปรงปาดฉลาก	แปรงปาดฉลากชำรุด	ฉลากติดไม่สนิท เกิดฟองอากาศ หรือยับย่น	4	3	8	96	หมั่นตรวจสอบและเปลี่ยนแปรงปาดเสมอเมื่อครบเวลากำหนด หรือเมื่อเห็นความบกพร่องของแปรงปาด
3. องศาใบปาด	องศาใบปาดไม่เหมาะสม	ฉลากติดไม่สนิท เกิดฟองอากาศ หรือยับย่น	4	5	8	160	หาค่าองศาใบปาดที่เหมาะสมในการกดฉลาก
4. ความตึงของ liner ที่ม้วนฉลาก	ฉลากย่นก่อนถูกจ่ายไปติดที่ขวด	ฉลาดเกิดรอยยับย่นหลังติดที่ขวด	3	2	8	48	ดึงฉลากให้ตึงในระดับที่เหมาะสม
5. ขนาดใบปาด	ขนาดใบปาดไม่เหมาะสม ปาดไม่ทั่วทั้งฉลาก	ฉลากติดไม่สนิท	4	2	9	72	เปลี่ยนใบปาดที่มีขนาดเหมาะสมครอบคลุมทั่วทั้งฉลาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.9 ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ FMEA ของการฟองอากาศบนฉลาก เรียงตามลำดับค่าความเสี่ยง RPN

RPN	ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหา
160	องศาใบปาด
128	ระยะในการจ่ายฉลาก
96	แปรงปาดฉลาก
72	ขนาดใบปาด
48	ความตึงของ liner ที่ม้วนฉลาก



รูปที่ 4.4 แผนภูมิพาเรโตแสดงความถี่สะสมของปัจจัยที่เป็นสาเหตุของปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ

Chulalongkorn University

พิจารณาจากปัจจัยที่มีค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน และมีคะแนนสะสมจากแผนภูมิพาเรโตมากกว่า 80% เพื่อคัดเลือกมาเป็นปัจจัยที่จะนำมาทำการทดลองปรับปรุงปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ โดยทั้งหมดสามปัจจัย คือ องศาใบปาด ระยะจ่ายฉลาก และแปรงปาดฉลาก แต่เนื่องจากปัจจัยแปรงปาดฉลากที่ใช้ได้ทำการตรวจสอบแล้วว่าไม่มีการชำรุดเสียหาย มีสภาพที่พร้อมใช้งานได้ ดังนั้นทีมงานจึงตัดปัจจัยเรื่องแปรงปาดฉลากออก ดังนั้นปัจจัยที่จะนำมาทำการทดลองเพื่อปรับปรุงปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ คือ

- องศาของการติดใบปาด (Plate Angle)
- ระยะเริ่มต้นของการจ่ายฉลาก

4.3 การกำหนดระดับของปัจจัย

กำหนดระดับของปัจจัย (Level) เป็นแบบคงที่ โดยอาศัยข้อมูลการปรับตั้งจากผู้เชี่ยวชาญหรือพนักงานฝ่ายผลิต ซึ่งสามารถแบ่งระดับของปัจจัยได้ดังต่อไปนี้

ปัญหาขวดเป็นรอยในขั้นตอนการปิดฝา

ตารางที่ 4.10 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดขวดเป็นรอย

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย		
	ต่ำ (-)	กลาง (0)	สูง (+)
แรงในการปิดฝา (closing torque), Nm	1.2	1.4	1.6
ความเร็วในการปิดฝา (Closing speed), rpm	110	120	130

การกำหนดระดับของปัจจัยที่จะใช้ในการทดลองดังตารางที่ 4.10 เนื่องจาก

1. แรงในการปิดฝา (Closing torque)
   ค่าเรงในการปิดฝาเดิมก่อนใช้ขวดลดน้ำหนักตั้งไว้ที่ 1.8 Nm พบว่าเมื่อนำมาเดินกับขวดลดน้ำหนักทำให้มีสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอยมากเกินสัดส่วนที่ยอมรับได้ ทางคณะทีมงานวิจัยได้เล็งเห็นว่าควรลดค่าแรงในการปิดฝาลงเพื่อลดจำนวนของเสียขวดเป็นรอยลง โดยกำหนด closing torque ที่ต่ำสุดคือ 1.2 Nm เพราะเป็นค่าต่ำสุดที่จะสามารถปิดฝาสนิท ด้วยความเร็วปัจจุบันของสายการบรรจุ ส่วนค่า closing torque ที่ระดับสูงสุดได้กำนดไว้ที่ 1.6 Nm. เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องจักรที่ไม่สามารถปรับตั้งค่าเป็นทศนิยมสองตำแหน่งได้ การจะกำหนดค่าสูงสุดเป็น 1.7 Nm. จะส่งผลให้เมื่อดำเนินการออกแบบการทดลองแบบ CCF จะมีค่าปรับตั้งที่มีทศนิยมสองตำแหน่งเกิดขึ้น ดังนั้นทางทีมงานวิจัยจึงกำหนดค่า Closing torque สูงสุดที่ระดับ 1.6 Nm. ดังนั้นจึงกำหนดระดับการปรับตั้งค่าแรงในการปิดฝาเป็น 3 ค่า คือ 1.2, 1.4 และ 1.6 Nm
2. ความเร็วในการปิดฝา (Closing speed)
   เนื่องจากความเร็วที่ใช้ในการปิดฝาเดิมก่อนใช้ขวดลดน้ำหนักกำหนดไว้ที่ความเร็ว 120 rpm ดังนั้นทีมงานวิจัยจึงกำหนดระดับความเร็วในการปิดฝาสำหรับขวดลดน้ำหนักโดยลดลงและเพิ่มขึ้นจากค่าเดิมอย่างละหนึ่งระดับ คือกำหนดให้มีค่าระดับต่ำสุดในการปรับตั้งลดลงจากค่าปรับตั้งก่อนการใช้ขวดลดน้ำหนักหนึ่งระดับ เท่ากับ 110 rpm ส่วนค่าระดับสูงสุดที่ใช้ในการทดลองเพิ่มขึ้นจากค่าเดิมหนึ่งระดับ เท่ากับ 130 rpm ดังนั้นจึงกำหนดค่าความเร็วในการหมุนปิดฝาเป็น 3 ค่า คือ 110, 120 และ 130 rpm

เนื่องจากผู้ทำการวิจัยไม่ทราบว่าค่า closing torque ที่ลดลง กับ closing speed ที่ระดับไหนจึงจะสามารถลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุดและไม่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการปิดฝา ความเร็วของสายการบรรจุ และอื่นๆ ดังนั้นทางผู้วิจัยและคณะจึงได้นำระดับของปัจจัยดังกล่าวมาดำเนินการออกแบบการทดลองเพื่อหาค่าปรับตั้งที่เหมาะสมในการลดข้อบกพร่องขวดบิดเป็นรอย

ปัญหาเกิดฟองอากาศบนฉลาก

ผู้วิจัยกำหนดระดับค่าปรับตั้งองศาใบปาด และระยะการจ่ายฉลากดังนี้

ตารางที่ 4.11 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดฟองอากาศบนฉลาก

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย		
	ต่ำ (-)	กลาง (0)	สูง (+)
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่1 (Plate Angle), degree (°)	30	40	50
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่2 (Plate Angle), degree (°)	30	40	50
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่3 (Plate Angle), degree (°)	30	40	50
ระยะเริ่มต้นของการจ่ายฉลาก, mm	2	3	4

1. องศาของการติดใบปาด (Plate angle)

   ผู้วิจัยและคณะทีมงานได้กำหนดระดับของปัจจัยไว้ 3 ค่า คือ 30, 40 และ 50 องศา เนื่องจากค่าปรับตั้งเดิมก่อนใช้ขวดลดน้ำหนักเท่ากับ 40องศา เมื่อนำมาเดินกับขวดลดน้ำหนักพบว่ามีฉลากเป็นฟองอากาศมากเกินสัดส่วนที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงกำหนดค่าปรับตั้งที่ใช้ในการทดลองที่ระดับต่ำสุดลดลงจากค่าปรับตั้งเดิมหนึ่งระดับ เท่ากับ 30 องศา และที่ระดับสูงสุดเพิ่มขึ้นจากค่าปรับตั้งเดิมหนึ่งระดับเช่นกัน ซึ่งเท่ากับ 50 องศา โดยกำหนดค่าระดับปัจจัยนี้กับทั้ง 3 ตำแหน่งใบปาด เพื่อใช้ในการออกแบบการทดลอง

2. ระยะเริ่มต้นในการจ่ายฉลาก

   การกำหนดระยะเริ่มต้นของการจ่ายฉลากนั้น ผู้วิจัยกำหนดระดับของปัจจัยไว้ 3 ระดับ เท่ากับ 2, 3 และ 4 มม. โดยค่าระยะจ่ายฉลากเดิมนั้นกำหนดไว้ที่ 3 มม. ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดค่าปรับตั้งในการทดลองที่ระดับต่ำสุดเท่ากับ 2 มม. เนื่องจากลดลงจากค่าปรับตั้งเดิมหนึ่งระดับและเป็นระยะต่ำสุดที่ควรใช้ในการจ่ายฉลากด้วย เพราะถ้ากำหนดระยะจ่ายฉลากเท่ากับ 1 มม. ฉลากจะไม่สามารถติดขวดได้และที่ค่าระดับสูงสุดจะเพิ่มจากค่าปรับตั้งเดิม

หนึ่งระดับเช่นกันจาก 3 มม. เป็น 4 มม. เพื่อดูความสัมพันธ์ว่าที่ระยะจ่ายฉลากเพิ่มหรือลดจากค่าปรับตั้งเดิมจะส่งผลอย่างไรต่อการเกิดฉลากเป็นฟองอากาศ

หลังจากกำหนดระดับของปัจจัยทั้งสองแล้ว เพื่อหาค่าปรับตั้งที่เหมาะสมในการลดสัดส่วนข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศผู้วิจัยจึงนำค่าปรับตั้งดังกล่าวมาดำเนินการทดลองโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองในบทต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
การดำเนินงานวิจัย

จากการวิเคราะห์และระดมสมองเพื่อหาสาเหตุหลักสำคัญของปัญหาพบว่า สาเหตุหลักของปัญหามาจากการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรไม่เหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลางแบบ Face Centered และการออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบนเคน (Box-Behnken) มาช่วยในการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ทั้งสองข้อบกพร่อง โดยแต่ละตัวแปรจะถูกทดลองที่ 3 ระดับ (นิยมแทนด้วยสัญลักษณ์ -1, 0, +1) ดังนั้นด้วยการออกแบบการทดลองทั้งสองนี้ จึงเป็นการกำหนดการทดลองที่ควบคุมการปรับพารามิเตอร์อย่างเป็นระบบและทำให้เห็นผลลัพธ์คือสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัดส่วนของเสียจากข้อบกพร่องเรื่องขวดเป็นรอยและฉลากเป็นฟองอากาศและตัวแปรที่มีนัยสำคัญ จากนั้นจะใช้สมการนั้นในการหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยในการลดสัดส่วนของเสีย ซึ่งมีขั้นตอนในการทำการทดลองและหาค่าที่เหมาะสมดังนี้

1. เลือกแผนการทดลอง
2. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
3. สร้างสมการความสัมพันธ์
4. หาค่าที่เหมาะสมของปัจจัยที่มีนัยสำคัญ

5.1 แผนการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.1.1 แผนการทดลองเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องขวดเป็นรอยในขั้นตอนการปิดฝา

ในการออกแบบการทดลองเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องขวดเป็นรอยจากขั้นตอนการปิดฝา ผู้วิจัยได้ศึกษาปัจจัยนำเข้าในการปรับตั้งค่า 2 ปัจจัย คือ แรงในการปิดฝา (closing torque) และ ความเร็วในการหมุนปิดฝา (closing speed)

เนื่องจากมีปัจจัยในการทดลองเพียง 2 ปัจจัย รูปแบบการทดลองที่เลือกใช้จึงเป็นการออกแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (CCD) ไม่สามารถใช้การออกแบบการทดลองแบบบ็อก-เบห์นเคนได้เนื่องจากการทดลองแบบบ็อก-เบห์เคนไม่รองรับในกรณีมี 2 ปัจจัย ซึ่งเมื่อได้รูปแบบการทดลอง ปัจจัยนำเข้าและระดับของปัจจัยแล้ว ทำการหารูปแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (CCD) โดยใช้โปรแกรม Minitab18 การทดลองแบบ CCD สำหรับ 2 ปัจจัยในส่วน Axial runs ต้อง

ทำการทดลองที่ระดับปัจจัยแบบเข้ารหัสคือ $\pm \alpha$ ซึ่งเท่ากับ $\pm$ 1.414 แต่เนื่องจากค่าการปรับตั้งมีข้อจำกัดในของเครื่องจักรที่ไม่สามารถปรับค่าแรงปิด (closing torque, (A)) เป็นทศนิยมสองตำแหน่งได้ จึงไม่สามารถปรับตั้งค่าได้ 5 ระดับตามที่กำหนดในเกณฑ์การทดลองแบบ CCD ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การทดลองแบบ face-centered (CCF) ซึ่งมีโครงสร้างของแบบการทดลองเหมือนกับ CCD แต่ปรับค่า $\pm$ 1 ซึ่งทำให้ต้องการจำนวนระดับของแต่ละปัจจัยเพียง 3 ระดับเท่านั้น ทำให้สามารถปรับตั้งค่าในการทดลองแบ่งระดับของปัจจัยเป็นปัจจัยละ 3 ค่า ดังแสดงตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดขวดเป็นรอย

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย			สัญลักษณ์
	ต่ำ (-)	กลาง (0)	สูง (+)	
แรงในการปิดฝา (closing torque), Nm	1.2	1.4	1.6	A
ความเร็วในการปิดฝา (Closing speed), rpm	110	120	130	B

จะได้รูปแบบการทดลองการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ตามการออกแบบการทดลองส่วนประสมกลาง (CCD) แบบ face-centered ทั้งหมด 13 การทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 5.2 รูปแบบและลำดับแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลางแบบ face-centered สำหรับสองปัจจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

StdOrder	RunOrder	PtType	Closing torque (A), (Nm)	Closing speed (B), (rpm)
1	3	1	1.2	110
2	2	1	1.6	110
3	12	1	1.2	130
4	10	1	1.6	130
5	1	-1	1.2	120
6	4	-1	1.6	120
7	8	-1	1.4	110
8	7	-1	1.4	130

StdOrder	RunOrder	PtType	Closing torque (A), (Nm)	Closing speed (B), (rpm)
9	6	0	1.4	120
10	13	0	1.4	120
11	11	0	1.4	120
12	5	0	1.4	120
13	9	0	1.4	120

การหาขนาดตัวอย่างในการทดลองแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย

ในการคำนวณหาขนาดตัวอย่างการทดลองสำหรับการทดลองเชิงแฟกทอเรียล ในกรณีที่ตัวแปรเป็นข้อมูลประเภทสัดส่วนของเสีย ซึ่งสามารถหาขนาดตัวอย่างได้ดังนี้

$$\delta = \arcsin(\sqrt{P_0 + \frac{\Delta}{2}}) - \arcsin(\sqrt{P_0 - \frac{\Delta}{2}}) \qquad (5.1)$$

โดยที่

P_0 คือ ค่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

Δ คือ ค่าความเปลี่ยนแปลงที่ต้องการตรวจจับได้

N คือ จำนวนการทดลองเชิงแฟกทอเรียลที่ทำการทดลอง

δ คือ ค่าความแตกต่างของข้อบกพร่องที่ได้รับการแปลงข้อมูลแล้ว

n คือ ขนาดตัวอย่างที่ต้องใช้ในการทดลอง

P_0 = 0.11

Δ = 0.1 (จากเป้าหมายที่ต้องการลดสัดส่วนของเสียจาก 0.11 เป็น 0.01)

N = 4

α = 5% จะได้ $z_{1-\alpha/2}$ = 1.96 และ β = 10% จะได้ $z_{1-\beta}$ = 1.282

แทนค่าในสมการ (5.1) และ (5.2)

$$\delta = \arcsin\left(\sqrt{0.11 + {}^{0.01}/_{2}}\right) - \arcsin\left(\sqrt{0.11 - {}^{0.01}/_{2}}\right)$$

$$\delta = 0.165$$

หาค่า n ;

$$n = \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}} + z_{1-\beta}\right)^2 / (N\delta^2) \qquad (5.2)$$

n = $(1.96 + 1.282)^2 / (4*(0.165)^2)$

n = 88

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากการคำนวณสามารถสรุปได้ว่าขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองที่กำลังของการทดสอบ (Power of test) เท่ากับ 0.9 และระดับนัยสำคัญ 0.05 ต้องใช้ขนาดตัวอย่างอย่างน้อย 88 ตัวอย่างต่อหนึ่งการทดลอง และเมื่อคำนวณตัวอย่างที่ต้องใช้ในการทำการทดลองทั้งหมด 13 การทดลอง จะต้องใช้ตัวอย่างทั้งหมดอย่างน้อย 1,144 ตัวอย่าง แต่เนื่องจากการสุ่มตาม AQL sample size ไม่มีขนาดสุ่มตัวอย่างที่ 88 ตัวอย่าง ผู้ทำการวิจัยจึงทำการสุ่ม 200 ตัวอย่างต่อหนึ่งการทดลอง ซึ่งจะใช้ตัวอย่างทั้งหมดประมาณ 2,600 ตัวอย่าง

5.1.2 แผนการทดลองของข้อบกพร่องฟองอากาศบนฉลาก

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดฟองอากาศบนฉลาก และเป็นปัจจัยที่สามารถปรับตั้งได้ มี 2 ปัจจัย คือ องศาการติดตั้งใบปาด (Plate Angle) ทั้งสามตำแหน่ง และระยะเริ่มต้นการจ่ายฉลาก ผู้วิจัยเลือกการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken เนื่องจากต้องการใช้จำนวนการทดลองที่น้อยเพราะมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนในการทำการทดลองและทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เลือกการออกแบบการทดลองแบบBox–Behnken ที่ได้จำนวนการทดลอง 27 รูปแบบ ซึ่งมีจำนวนการทดลองน้อยกว่าการออกแบบการทดลองแบบส่วนประสมกลาง (CCD) ต้องการจำนวนการทดลอง 31 รูปแบบ

ตารางที่ 5.3 ระดับการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของปัจจัยที่ทำให้เกิดฟองอากาศบนฉลาก

ปัจจัย	ระดับของปัจจัย			สัญลักษณ์
	ต่ำ (-)	กลาง (0)	สูง (+)	
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่1 (Plate Angle), degree (°)	30	40	50	A1
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่2 (Plate Angle), degree (°)	30	40	50	A2
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่3 (Plate Angle), degree (°)	30	40	50	A3
ระยะเริ่มต้นของการจ่ายฉลาก, mm	2	3	4	B

รูปแบบการทดลองเพื่อใช้ในการหาค่าปรับตั้งที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาการเกิดฟองอากาศทั้งหมด 27 รูปแบบ ดังแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แบบการทดลองแบบบ็อก-เบห์นเคน สำหรับ 4 ปัจจัย

StdOrder	RunOrder	PtType	Wiper angle 1 (A1), (°)	Wiper angle 2 (A2), (°)	Wiper angle 3 (A3), (°)	Label feed distance (B), mm
1	25	2	30	30	40	3
2	10	2	50	30	40	3
3	26	2	30	50	40	3
4	20	2	50	50	40	3
5	18	2	40	40	30	2
6	23	2	40	40	50	2
7	4	2	40	40	30	4
8	3	2	40	40	50	4
9	19	2	30	40	40	2
10	21	2	50	40	40	2
11	13	2	30	40	40	4
12	8	2	50	40	40	4
13	22	2	40	30	30	3
14	11	2	40	50	30	3
15	1	2	40	30	50	3
16	2	2	40	50	50	3
17	14	2	30	40	30	3
18	27	2	50	40	30	3
19	24	2	30	40	50	3
20	9	2	50	40	50	3
21	5	2	40	30	40	2
22	15	2	40	50	40	2
23	16	2	40	30	40	4
24	7	2	40	50	40	4
25	6	0	40	40	40	3
26	17	0	40	40	40	3
27	12	0	40	40	40	3

ผู้ทำการวิจัยจึงทำการสุ่มตัวอย่างจำนวน 200 ตัวอย่างต่อหนึ่งการทดลอง ซึ่งจะใช้ตัวอย่างในการทดลองทั้งหมดประมาณ 5,400 ตัวอย่าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6
ผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อทำการระบุปัจจัย เลือกค่าปัจจัยที่จะนำมาใช้ และได้กำหนดรูปแบบการทดลองในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบพื้นผิวตอบสนอง ดังกล่าวไว้ในบทที่ 4 และ บทที่ 5 ได้ผลการทดลองดังนี้

6.1 ผลการทดลองจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย

จากการทดลองดำเนินการตามรูปแบบการทดลองที่ได้กำหนดไว้ในบทที่ 5 ได้ผลการทดลองการแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองการดำเนินการแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย

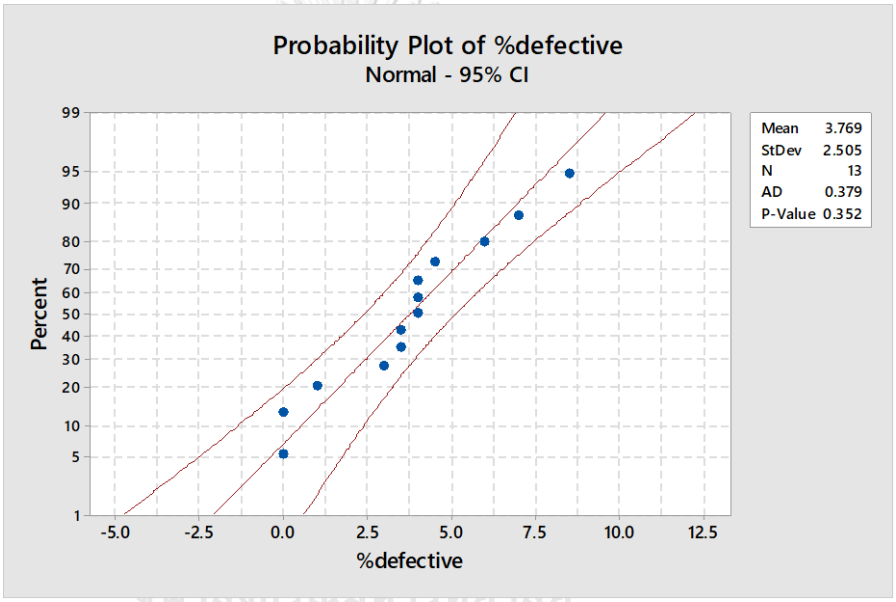
StdOrder	RunOrder	PtType	Closing torque (A), Nm.	Closing speed (B), rpm	สัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย
1	3	1	1.2	110	0.00%
2	2	1	1.6	110	6.00%
3	12	1	1.2	130	1.00%
4	10	1	1.6	130	8.50%
5	1	-1	1.2	120	0.00%
6	4	-1	1.6	120	7.00%
7	8	-1	1.4	110	3.00%
8	7	-1	1.4	130	4.50%
9	6	0	1.4	120	4.00%
10	13	0	1.4	120	4.00%
11	11	0	1.4	120	3.50%
12	5	0	1.4	120	4.00%
13	9	0	1.4	120	3.50%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในการวิเคราะห์ผลการทดลองนั้น จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง โดยการตรวจสอบสมมติฐาน 3 อย่าง คือ สมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ สมมติฐานความเป็นอิสระ และสมมติฐานความมีเสถียรภาพของค่าส่วนตกค้าง(Residuals) ซึ่งสามารถใช้โปรแกรม Minitab 18 ในการทดสอบสมมติฐานต่างๆ ได้ดังนี้

6.1.1 การตรวจสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติของค่าส่วนตกค้าง

เป็นการตรวจสอบว่าค่าส่วนตกค้างมีคุณสมบัติการแจกแจงแบบปกติ โดยดูจากกราฟ Normal Probability Plot ว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้มีการกระจายตัวในลักษณะเป็นเส้นตรง หรือมีแนวโน้มใกล้เคียงเส้นตรงหรือไม่ และสามารถพิจารณาจากค่า P-value ของการทดสอบสมมติฐานของการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งผลการตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าส่วนตกค้างแสดงได้ตามรูปที่ 6.1 จะเห็นได้ว่ากราฟมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง มีค่า P-value เท่ากับ 0.352 สรุปได้ว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้จากการทดลองมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

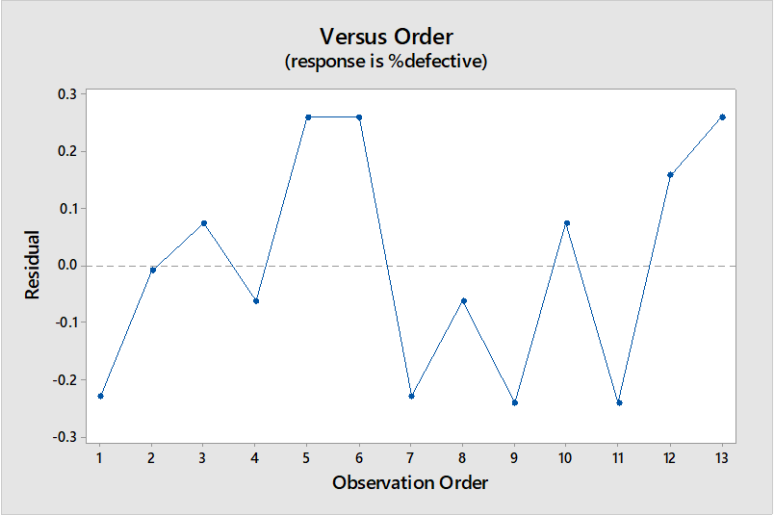


รูปที่ 6.1 ผลการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.1.2 การตรวจสอบสมมติฐานความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง

การตรวจสอบสมมติฐานความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง ทำโดยพิจารณาจากค่าส่วนตกค้างของข้อมูลกับลำดับในการทดลอง ซึ่งกราฟส่วนตกค้างกับลำดับการทดลองดังรูปที่ 6.2 แสดงให้เห็นว่าค่าส่วนตกค้างมีการกระจายอย่างสุ่ม ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน จึงสามารถสรุปได้ว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้จากการทดลองนั้นมีความเป็นอิสระต่อกัน

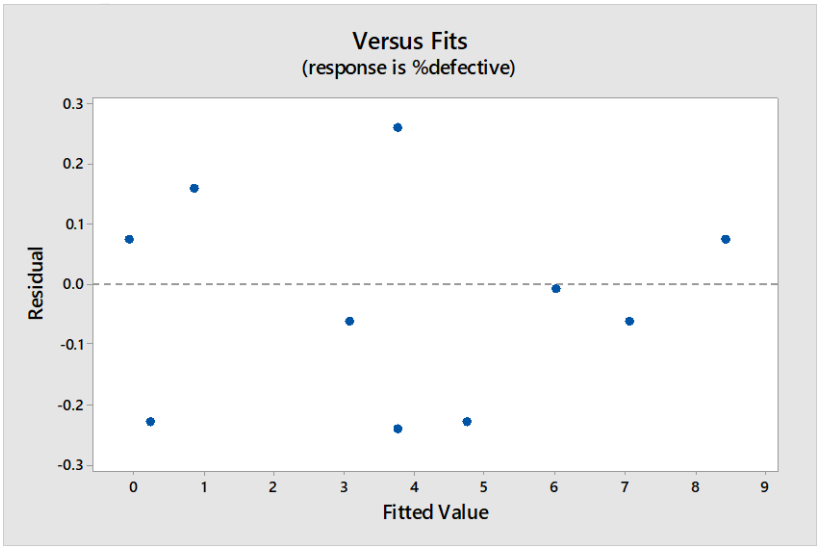


รูปที่ 6.2 ผลการทดสอบสมมติฐานความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง

6.1.3 การตรวจสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้าง

การตรวจสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้าง ทำได้โดยการพิจารณาจากข้อมูลค่าส่วนตกค้างกับค่าฟิตของตัวแปรตอบสนองที่ได้จากตัวแบบถดถอย ซึ่งจากกราฟรูปที่ 6.3 จะเห็นได้ว่ากราฟค่าส่วนตกค้างกับค่าตัวแปรตอบสนองพบว่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้างที่ค่าฟิตต่างๆ มีค่าสม่ำเสมอ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน สรุปได้ว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้จากการทดลองนี้มีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.3 ผลการทดสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้าง

จากการทดสอบสมมติฐานเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่าส่วนตกค้างมีการแจกแจงแบบปกติ มีความเป็นอิสระต่อกัน และมีเสถียรภาพของความแปรปรวน สรุปได้ว่าสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ผลด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวนและการวิเคราะห์การถดถอยต่อไปได้

6.1.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบว่าผลการทดลองที่ได้นั้นมี Curvature หรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลการทดลองที่ได้จากตารางที่ 6.1 มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Response Surface Design ด้วยโปรแกรม Minitab 18 ได้ผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 6.4, 6.5 และ 6.6

Response Surface Regression: %defective versus closing ... sing speed

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	5	74.8415	14.9683	224.73	0.000
Linear	2	74.2083	37.1042	557.08	0.000
closing torque	1	70.0417	70.0417	1051.60	0.000
closing speed	1	4.1667	4.1667	62.56	0.000
Square	2	0.0706	0.0353	0.53	0.610
closing torque*closing torque	1	0.0248	0.0248	0.37	0.561
closing speed*closing speed	1	0.0665	0.0665	1.00	0.351
2-Way Interaction	1	0.5625	0.5625	8.45	0.023
closing torque*closing speed	1	0.5625	0.5625	8.45	0.023
Error	7	0.4662	0.0666		
Lack-of-Fit	3	0.1662	0.0554	0.74	0.582
Pure Error	4	0.3000	0.0750		
Total	12	75.3077			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.258080	99.38%	98.94%	97.73%

รูปที่ 6.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดขวดเป็นรอย

จากนั้นผู้วิจัยได้หาสมการการวิเคราะห์การถดถอยแบบ stepwise regressionเพื่อหาสมการลดรูปที่มีแต่เทอมที่มีนัยสำคัญ 0.05 เท่านั้น ได้สมการถดถอยดังนี้

Response Surface Regression: %defective versus closing ... sing speed

Stepwise Selection of Terms

α to enter = 0.05, α to remove = 0.05

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	74.7708	24.9236	417.82	0.000
Linear	2	74.2083	37.1042	622.02	0.000
closing torque	1	70.0417	70.0417	1174.19	0.000
closing speed	1	4.1667	4.1667	69.85	0.000
2-Way Interaction	1	0.5625	0.5625	9.43	0.013
closing torque*closing speed	1	0.5625	0.5625	9.43	0.013
Error	9	0.5369	0.0597		
Lack-of-Fit	5	0.2369	0.0474	0.63	0.690
Pure Error	4	0.3000	0.0750		
Total	12	75.3077			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.244236	99.29%	99.05%	98.45%

รูปที่ 6.5 Normal Probability Plot ของอิทธิพลของแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อตัวแปรตอบสนอง (ข้อบกพร่อง)

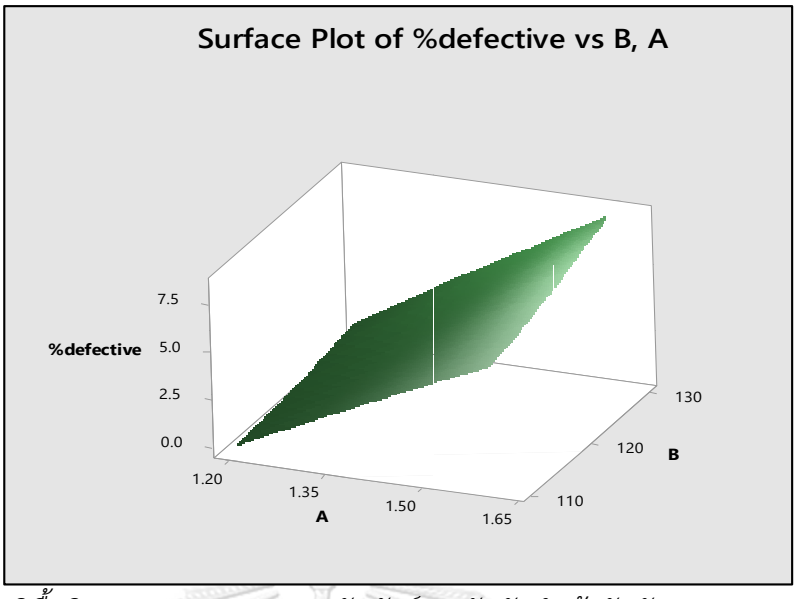
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

และจากรูปที่ 6.5 แสดงให้เห็นว่าค่าแรงในการปิดฝา(closing torque), ความเร็วในการปิดฝา (closing speed) และอันตรกิริยาของทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลต่อตัวแปรตอบสนองสัดส่วนขวดเป็นรอยที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 6.1 โดยสมการแบบลดรูปนี้มีค่า R-square(adj) เท่ากับ 99.05% ซึ่งมีค่าสูงมาก แสดงว่าสมการความสัมพันธ์นี้สามารถอธิบายความผันแปรของข้อมูลได้ดีมาก

Regression Equation in Uncoded Units

$$\%Defective = 1.4 - 5.42A - 0.1792B + 0.1875A*B \quad (6.1)$$

นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ผลของปัจจัยนำเข้าทั้งสองที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย ได้จากแผนภูมิพื้นผิวตอบสนองดังรูปที่ 6.6



รูปที่ 6.6 แผนภูมิพื้นผิวตอบสนองแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยนำเข้ากับตัวแปรตอบสนองสัดส่วนของเสีย(ขวดเป็นรอย)

จากรูป 6.6 สามารถอธิบายได้ว่า เมื่อปัจจัยนำเข้า A (Closing torque) มีค่าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอยเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับปัจจัยนำเข้า B (Closing speed) เมื่อเพิ่มมากขึ้น ทำให้มีสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอยเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยปัจจัยนำเข้า A (Closing torque) มีผลต่อการเกิดของเสียมากกว่าปัจจัยนำเข้า B (Closing speed) ดูได้จากเส้นกราฟของปัจจัย A (Closing torque) มีความชันมากกว่าเส้นกราฟของปัจจัย B (Closing speed

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

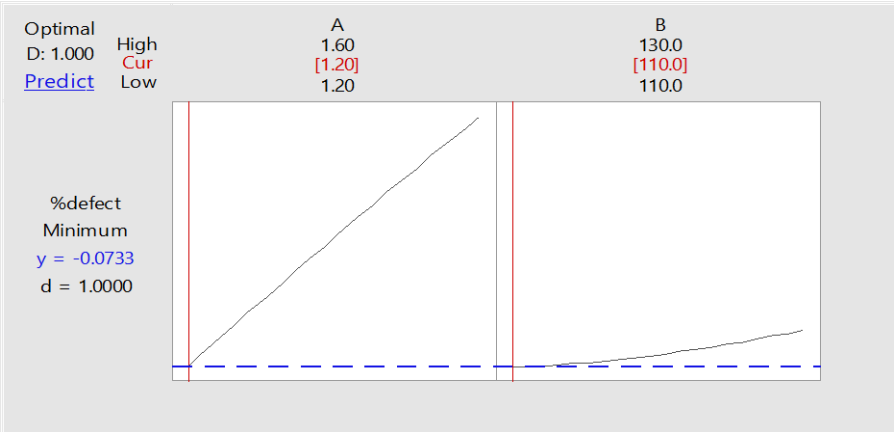
และอันตรกิริยาของสองปัจจัยนี้ต่อสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย สามารถอธิบายได้ว่าที่ค่าแรงในการปิดฝาต่ำ ค่าความเร็วในการปิดฝาเพิ่มขึ้นจากช้าไปเร็วจะมีการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย 1 หน่วย ซึ่งน้อยกว่าการเพิ่มขึ้นของสัดส่วนของเสียเมื่อความเร็วเปลี่ยนจากช้าไปเร็วที่ระดับความแรงในการปิดฝาสูงซึ่งเป็น 3 หน่วย

นอกจากนั้นจะเห็นได้ชัดเจนว่าที่ระดับของปัจจัย A (closing torque) และ ปัจจัย B (Closing speed) ทั้งสองปัจจัยมีค่ามาก จะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอยมีค่ามากกว่าที่ปัจจัย A (Closing torque) และ ปัจจัย B (Closing speed) อยู่ระดับต่ำ โดยที่ถ้าแรงและความเร็วในการปิดฝามาก จะส่งผลให้มีแรงหมุนปิดฝามากกว่าที่ตัวขวดจะต้านทานได้ทำให้ขวดบิดไปตามแรงและเมื่อปิดฝาเสร็จขวดคืนตัวกลับมาทำให้เกิดรอยที่ขวด ดังนั้นเพื่อลดแรงที่กระทำกับตัว

ขวดและลดรอยที่เกิดขึ้นบนขวดจากการบิดจึงต้องใช้ค่าแรงปิดฝาและความเร็วในการปิดฝาที่ค่าน้อยที่สุดที่ยังสามารถทำให้ฝาปิดสนิทได้

6.1.5 การเลือกสภาวะที่เหมาะสมกับการผลิต

จากนั้นทำการหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปรับตั้งเครื่องจักร โดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ในโปรแกรม Minitab โดยการกำหนดเป้าหมายให้ค่าเปอร์เซ็นต์ขวดที่เกิดรอยมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัย แสดงได้ดังรูปที่ 6.9



รูปที่ 6.7 ผลการหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัย

จากรูปที่ 6.8 การใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ในโปรแกรม Minitab 18 เพื่อหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งพารามิเตอร์นั้น แสดงให้เห็นว่าค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งของแต่ละปัจจัย คือ ค่าแรงในการปิดฝา (Closing torque) เท่ากับ 1.2 Nm. และค่าความเร็วในการปิดฝา (Closing speed) เท่ากับ 110 rpm

ตารางที่ 6.2 ระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาขวดเป็นรอยจากการปิดฝา

ปัจจัยนำเข้า	ระดับที่เหมาะสม	หน่วย
แรงในการปิดฝา Closing torque (A)	1.2	Nm
ความเร็วในการปิดฝา Closing speed (B)	110	rpm

6.2 ผลการทดลองจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ

จากการดำเนินการทดลองตามรูปแบบการทดลองทั้งหมด 27 รูปแบบ ด้วยวิธีการออกแบบการทดลองแบบ Box-Behnken ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 6.3 ดังนี้

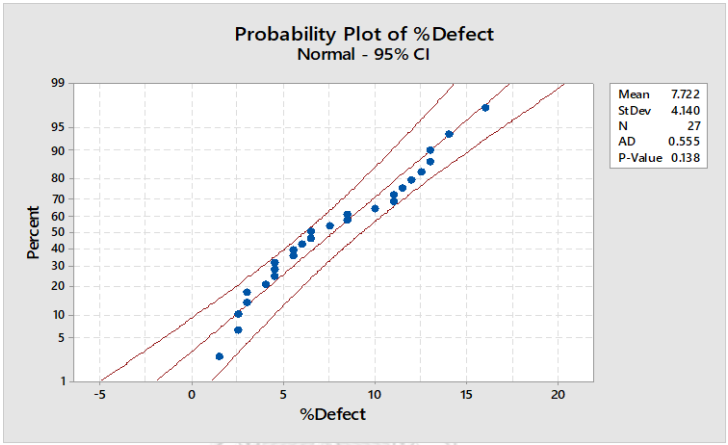
ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองการดำเนินการแก้ไขปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ

StdOrder	RunOrder	PtType	A1, (°)	A2, (°)	A3, (°)	B, (mm)	สัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ
1	25	2	30	30	40	3	12.0%
2	10	2	50	30	40	3	5.5%
3	26	2	30	50	40	3	11.0%
4	20	2	50	50	40	3	4.5%
5	18	2	40	40	30	2	2.5%
6	23	2	40	40	50	2	3.0%
7	4	2	40	40	30	4	13.0%
8	3	2	40	40	50	4	13.0%
9	19	2	30	40	40	2	4.0%
10	21	2	50	40	40	2	1.5%
11	13	2	30	40	40	4	16.0%
12	8	2	50	40	40	4	11.5%
13	22	2	40	30	30	3	8.5%
14	11	2	40	50	30	3	6.0%
15	1	2	40	30	50	3	8.5%
16	2	2	40	50	50	3	6.5%
17	14	2	30	40	30	3	10.0%
18	27	2	50	40	30	3	4.5%
19	24	2	30	40	50	3	11.0%
20	9	2	50	40	50	3	4.5%
21	5	2	40	30	40	2	3.0%
22	15	2	40	50	40	2	2.5%
23	16	2	40	30	40	4	14.0%
24	7	2	40	50	40	4	12.5%
25	6	0	40	40	40	3	7.5%
26	17	0	40	40	40	3	5.5%
27	12	0	40	40	40	3	6.5%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2.1 การตรวจสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติของค่าส่วนตกค้าง

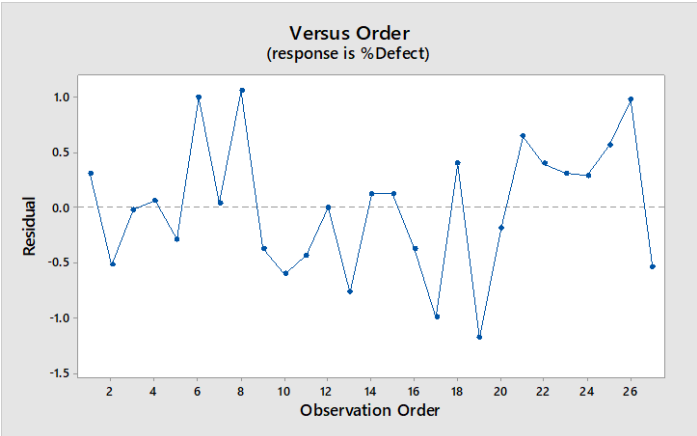
เป็นการตรวจสอบว่าค่าส่วนตกค้างมีคุณสมบัติการแจกแจงแบบปกติ โดยดูจากกราฟ Normal Probability Plot ว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้มีการกระจายตัวในลักษณะเป็นเส้นตรง หรือมีแนวโน้มใกล้เคียงเส้นตรงหรือไม่ และสามารถพิจารณาจากค่า P-value ของการทดสอบสมมติฐานของการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งผลการตรวจสอบการแจกแจงปกติของค่าส่วนตกค้างแสดงได้ตามรูปที่ 6.9 จะเห็นได้ว่ากราฟมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง มีค่า P-value เท่ากับ 0.138 สรุปได้ว่าค่าส่วนตกค้างที่ได้จากการทดลองมีการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 6.8 ผลการทดสอบสมมติฐานการแจกแจงแบบปกติ

6.2.2 การทดสอบสมมติฐานความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง

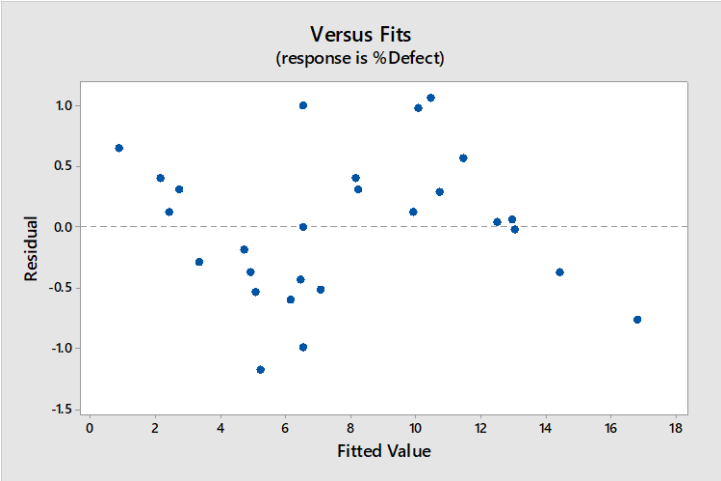
ผลการทดสอบสมมติฐานความเป็นอิสระของค่าส่วนตกค้าง พบว่าจากกราฟความสัมพันธ์ของส่วนตกค้างกับลำดับในการทดลอง จะเห็นได้ว่าไม่มีรูปแบบที่แน่นอน จึงสามารถสรุปได้ว่าส่วนตกค้างที่ได้จากการทดลองนั้นมีความเป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ 6.9 ผลการทดสอบความเป็นอิสระของข้อมูล

6.2.3 การทดสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของความแปรปรวนของข้อมูลส่วนตกค้าง

การตรวจสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้าง ทำได้โดยการพิจารณาจากกราฟค่าส่วนตกค้างกับค่าฟิตของตัวแปรตอบสนองที่ได้จากตัวแบบถดถอย ซึ่งจากกราฟรูปที่ 6.11 จะเห็นได้ว่ากราฟพบว่าความแปรปรวนของค่าส่วนตกค้างกับค่าฟิตมีความสม่ำเสมอ ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน สรุปได้ว่ามีเสถียรภาพของค่าความแปรปรวนของส่วนตกค้าง



รูปที่ 6.10 ผลการทดสอบสมมติฐานความมีเสถียรภาพของความแปรปรวน

6.2.4 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

ผลจากการทดลองทั้ง 27 แบบจากการออกแบบการทดลองด้วยวิธี Box-Behnken ดังตารางที่ 6.3 สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติด้วยโปรแกรม Minitab ได้ดังนี้

Response Surface Regression: %Defective versus A1, A2, A3, B

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	10	429.333	42.933	42.06	0.000
Linear	4	427.708	106.927	104.74	0.000
A1	1	85.333	85.333	83.59	0.000
A2	1	6.021	6.021	5.90	0.027
A3	1	0.333	0.333	0.33	0.576
B	1	336.021	336.021	329.16	0.000
2-Way Interaction	6	1.625	0.271	0.27	0.945
A1*A2	1	0.000	0.000	0.00	1.000
A1*A3	1	0.250	0.250	0.24	0.627
A1*B	1	1.000	1.000	0.98	0.337
A2*A3	1	0.063	0.063	0.06	0.808
A2*B	1	0.250	0.250	0.24	0.627
A3*B	1	0.062	0.062	0.06	0.808
Error	16	16.333	1.021		
Lack-of-Fit	14	14.333	1.024	1.02	0.599
Pure Error	2	2.000	1.000		
Total	26	445.667			

รูปที่ 6.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดลอง

จากนั้นผู้วิจัยได้หาสมการวิเคราะห์การถดถอยแบบ stepwise regression เพื่อหาสมการลดรูปที่มีแต่เทอมที่มีนัยสำคัญ 0.05 เท่านั้น

Regression Analysis: %Defective versus A1, A2, B, A3

Stepwise Selection of Terms

α to enter = 0.05, α to remove = 0.05

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	427.375	142.458	179.13	0.000
A1	1	85.333	85.333	107.30	0.000
A2	1	6.021	6.021	7.57	0.011
B	1	336.021	336.021	422.51	0.000
Error	23	18.292	0.795		
Lack-of-Fit	21	16.292	0.776	0.78	0.704
Pure Error	2	2.000	1.000		
Total	26	445.667			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.891790	95.90%	95.36%	94.43%

รูปที่ 6.12 ผลการวิเคราะห์ผลการทดลองแบบสมการถดถอย

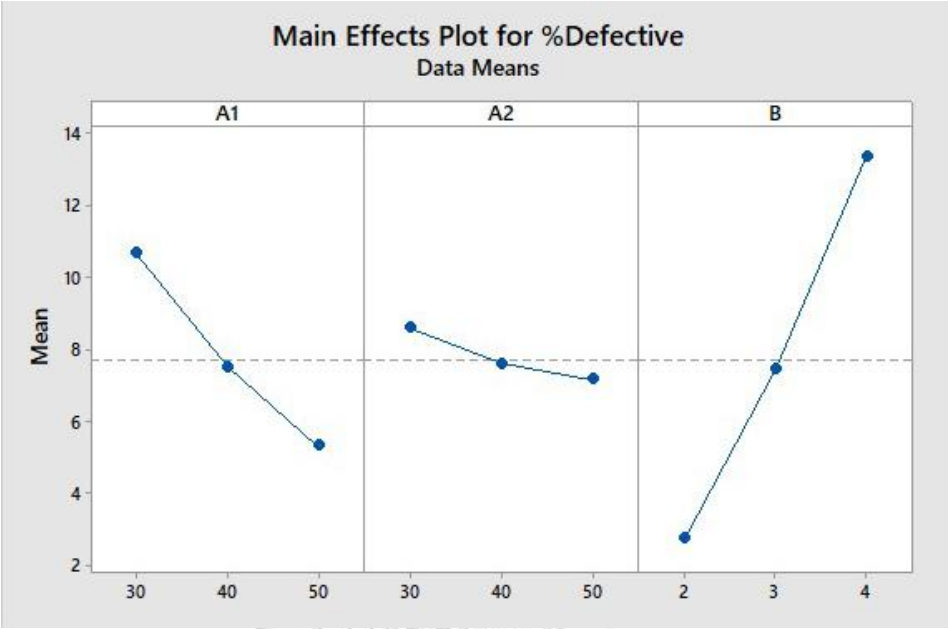
จากรูปที่ 6.13 แสดงให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดฟองอากาศบนฉลากที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 คือ ปัจจัย A1, A2 และ B นั้นคือ องศาใบปาดตำแหน่งที่ 1 (A1), องศาใบปาดตำแหน่งที่ 2 (A2) และ ระยะจ่ายฉลาก (B) โดยมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 6.2 โดยสมการแบบลดรูปนี้มีค่า R-square(adj) เท่ากับ 95.36% ซึ่งมีค่าสูงมาก แสดงว่าสมการความสัมพันธ์นี้สามารถอธิบายความผันแปรของข้อมูลได้ดีมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Regression Equation in Uncoded Units

%Defective = 5.35 - 0.2667A1 - 0.0708 A2 + 5.292 B (6.2)

จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะความสัมพันธ์ของปัจจัยนำเข้าที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนอง (สัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ) จากแผนภาพผลปัจจัยหลักต่อค่าสัดส่วนของเสีย ได้ดังรูปที่ 6.14



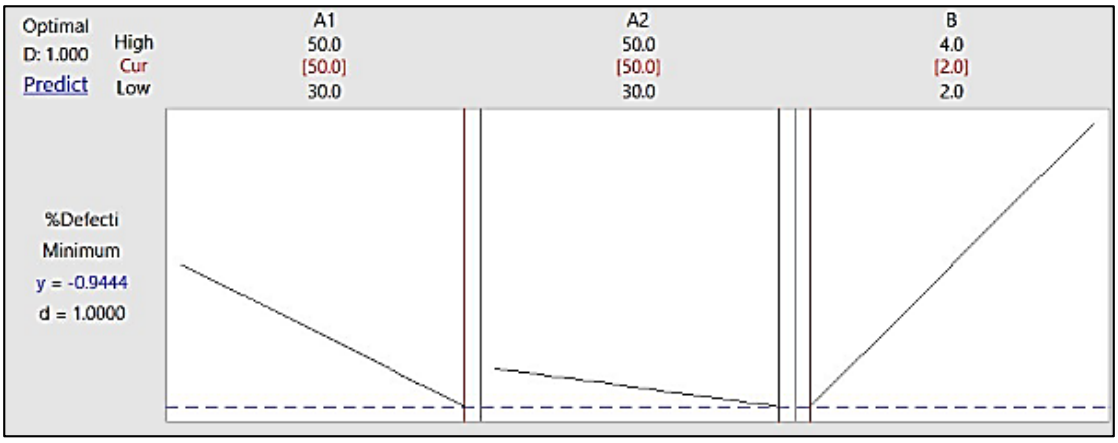
รูปที่ 6.13 กราฟวิเคราะห์ผลปัจจัยหลัก (Main Effect Plot) ของปัจจัยนำเข้ากับตัวแปรตอบสนอง สัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ

จากกราฟวิเคราะห์ผล (Main Effect Plot) ดังรูปที่ 6.14 สามารถอธิบายได้ว่าเมื่อองศาใบปาดตำแหน่งที่ 1 และ 2 อยู่ในระดับสูงส่งผลให้เกิดสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศมากกว่าองศาใบปาดที่ระดับต่ำ เนื่องจากการที่องศาใบปาดมีค่ามากทำให้ใบปาดมีแรงกดฉลากให้ติดขวดได้ดีและไม่เกิดการสะดุดเวลาติดฉลากลงบนขวดจึงทำให้สัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศเกิดน้อย ส่วนอีกหนึ่งปัจจัยคือระยะจ่ายฉลาก เมื่อระยะจ่ายฉลากมากสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศจะมาก เนื่องจากถ้าฉลากยื่นออกมาจากแผ่น liner มากไปจะเกิดการพลิ้วตัวของฉลาก ทำให้ฉลากไม่คงตัวก่อนแตะไปที่ขวดและถูกใบปาดกดเกิดเป็นฟองอากาศได้ง่าย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2.5 การเลือกสภาวะที่เหมาะสมกับการผลิต

หาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการปรับตั้งค่าปัจจัย โดยใช้ฟังก์ชัน Response Optimizer ในโปรแกรม Minitab โดยการกำหนดเป้าหมายในค่าสัดส่วนของเสียขวดที่เกิดฉลากเป็นฟองอากาศให้มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัย แสดงในรูปที่ 6.15 ดังนี้



รูปที่ 6.14 ผลการหาค่าสภาวะที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัย

ซึ่งได้ผลการหาค่าที่เหมาะสมในการปรับตั้งค่าปัจจัยเพื่อให้เกิดสัดส่วนของเสียประเภทฟองอากาศบนฉลากน้อยที่สุด คือ

- องศาของใบปาดที่ 1 เท่ากับ 50 องศา
- องศาของใบปาดที่ 2 เท่ากับ 50 องศา
- ระยะในการจ่ายฉลาก เท่ากับ 2 มิลลิเมตร

ตารางที่ 6.4 ระดับของปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาฉลากเป็นฟองอากาศ

ปัจจัยนำเข้า	ระดับที่เหมาะสม	หน่วย
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่1 (Plate Angle), degree (°)	50	Degree (°)
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่2 (Plate Angle), degree (°)	50	Degree (°)
ระยะเริ่มต้นของการจ่ายฉลาก, mm	2	mm

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 7
การทดสอบยืนยันผลและควบคุมการดำเนินงาน

7.1 บทนำ

ในบทนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของงานวิจัยนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบยืนยันผลเป็นระยะเวลา 5 วัน ทั้งหมด 40 ชั่วโมง โดยปรับตั้งค่าปัจจัยนำเข้าที่มีนัยสำคัญตามค่าที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ผลในบทที่ 6 เพื่อตรวจสอบว่าสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นลดลงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ จากนั้นจัดทำแผนควบคุม (Control plan) เพื่อรักษามาตรฐานหลังจากได้ดำเนินการปรับปรุง รวมทั้งประเมินและสรุปผลการปรับปรุงด้วย

7.2 การทดสอบยืนยันผล

ก่อนดำเนินการทดลองเพื่อยืนยันผลนั้นได้มีการประชุมทีมงานเพื่ออธิบายทำความเข้าใจเกี่ยวกับแผนการทดลอง โดยมีขั้นตอนปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรให้ได้ตามสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการวิเคราะห์ผลการทดลอง
2. ทดลองผลิตจริงกับขวดน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร ทั้งหมด 40 ชั่วโมง หรือ 40 ลอต ซึ่งมีจำนวนขวดทั้งหมดเท่ากับ 216,000 ขวด
3. เก็บข้อมูลอย่างสุ่มจากทุกลอต โดยจะสุ่มเก็บลอตละ 200 ขวด

7.2.1 ผลการทดสอบยืนยันผลค่าสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย

ค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการทดสอบแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอยเป็นไปตามตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการทดสอบแก้ไขปัญหาขวดเป็นรอย

ปัจจัยนำเข้า	ระดับที่เหมาะสม	หน่วย
แรงในการปิดฝา, Closing torque (A)	1.2	Nm
ความเร็วในการปิดฝา, Closing speed (B)	110	rpm

ผลการทดสอบค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมต่อสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย หลังจากการปรับตั้งค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมเป็นไปตามตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 ผลการทดสอบสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอย

Lot	%ขวดเป็นรอย	Lot	%ขวดเป็นรอย
1	0	21	0
2	0	22	0
3	0	23	0
4	0	24	0
5	0	25	0
6	0	26	0
7	1	27	1
8	0	28	0
9	0	29	0
10	0	30	0
11	0	31	0
12	0	32	0
13	0	33	0.5
14	0	34	0
15	0	35	0
16	0	36	0
17	0	37	0
18	0	38	0
19	0	39	0
20	0	40	0

ทดสอบสมมติฐานของการเปรียบเทียบค่าสัดส่วน เพื่อทดสอบว่าสัดส่วนข้อบกพร่องขวดเป็นรอยหลังปรับปรุงมีค่าน้อยกว่าสัดส่วนข้อบกพร่องขวดเป็นรอยก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้ Two Proportions Z-Test ซึ่งมีสมมติฐานที่ทำการทดสอบเป็นดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

H_0: $p_1 = p_2$

H_1: $p_1 > p_2$

โดยที่

p_1 คือ สัดส่วนของเสียจากขวดบิดเป็นรอยก่อนปรับปรุงกระบวนการ

p_2 คือ สัดส่วนของเสียจากขวดบิดเป็นรอยหลังปรับปรุงกระบวนการ

Test and CI for Two Proportions

Method

p_1: proportion where Sample 1 = Event
p_2: proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	200	22	0.110000
Sample 2	8000	5	0.000625

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.109375	(0.066008, 0.152742)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis H_0: $p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis H_1: $p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	4.94	0.000
Fisher's exact		0.000

รูปที่ 7.1 ผลการทดสอบความแตกต่างสัดส่วนปัญหาก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการปิดฝา

ค่า p-Value จากการทดสอบมีค่า <0.0005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ที่ว่าสัดส่วนก่อนปรับปรุงเท่ากับหลังปรับปรุงกระบวนการ จึงสรุปได้ว่าสัดส่วนหลังการปรับปรุงกระบวนการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการทดลองผลิตงานจริงหลังการดำเนินการทดสอบโดยปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม พบว่าสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0625% เทียบกับก่อนปรับปรุงที่มีสัดส่วนของเสียขวดเป็นรอยเท่ากับ 11% ซึ่งสามารถลดของเสียขวดบิดเป็นรอยได้จากก่อนดำเนินการปรับตั้งค่าที่เหมาะสมได้คิดเป็น 99.4%

7.2.2 ผลการทดสอบยืนยันผลค่าสัดส่วนของเสียฟองอากาศบนฉลาก

การทดสอบยืนยันผลการปรับตั้งค่าปัจจัยนำเข้าต่อสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ มีค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมดังตารางที่ 7.3 ผลการทดสอบแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.3 ค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการทดสอบแก้ไขปัญหาฟองอากาศบนฉลาก

ปัจจัยนำเข้า	ระดับที่เหมาะสม	หน่วย
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่1 (Plate Angle), degree (°)	50	Degree (°)
องศาของการติดใบปาด ตำแหน่งที่2 (Plate Angle), degree (°)	50	Degree (°)
ระยะเริ่มต้นของการจ่ายฉลาก, mm	2	mm

ตารางที่ 7.4 ผลการทดสอบยืนยันการปรับตั้งค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมต่อสัดส่วนของเสียฟองอากาศบนฉลาก

Lot	%ฉลากเป็นฟองอากาศ	Lot	%ฉลากเป็นฟองอากาศ
1	1.5%	21	0.5%
2	1.0%	22	0.0%
3	1.5%	23	1.5%
4	2.5%	24	0.0%
5	1.0%	25	0.0%
6	0.0%	26	1.0%
7	2.0%	27	1.0%
8	1.5%	28	0.0%
9	1.0%	29	0.5%
10	1.0%	30	0.5%
11	1.5%	31	0.5%
12	0.5%	32	1.5%
13	1.0%	33	0.0%
14	1.5%	34	1.0%
15	0.0%	35	2.5%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Lot	%ฉลากเป็นฟองอากาศ	Lot	%ฉลากเป็นฟองอากาศ
16	1.0%	36	1.0%
17	0.5%	37	1.0%
18	0.0%	38	1.5%
19	2.0%	39	1.5%
20	1.0%	40	1.0%

การทดสอบสมมติฐานของการเปรียบเทียบค่าสัดส่วน เพื่อทดสอบว่าสัดส่วนข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศหลังปรับปรุงมีค่าน้อยกว่าสัดส่วนข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้ Two Proportions Z-Test ซึ่งมีสมมติฐานที่ทำการทดสอบเป็นดังนี้

H_0: $p_1 = p_2$

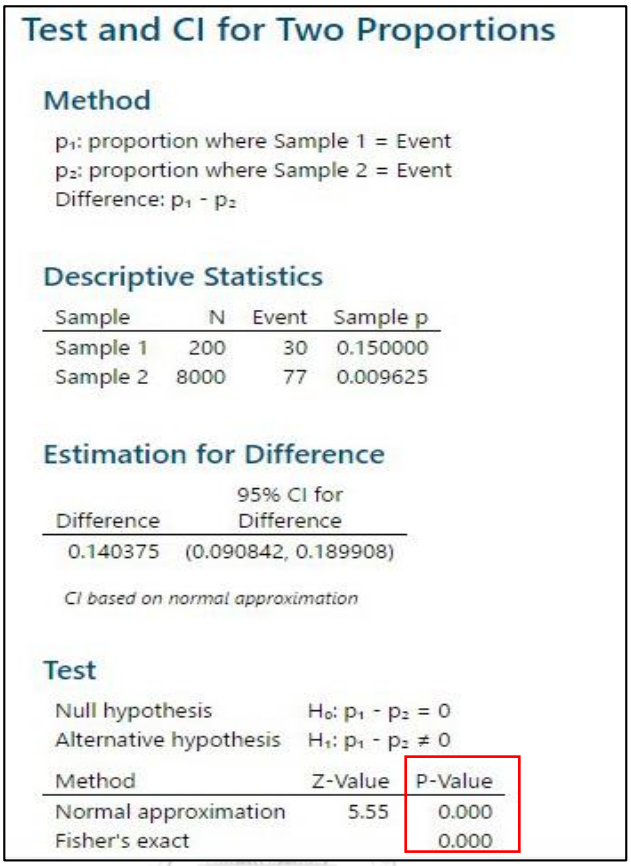
H_1: $p_1 > p_2$

โดยที่

p_1 คือ สัดส่วนของเสียจากข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศก่อนปรับปรุงกระบวนการ

p_2 คือ สัดส่วนของเสียจากข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศหลังปรับปรุงกระบวนการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



Test and CI for Two Proportions

Method

p_1: proportion where Sample 1 = Event
p_2: proportion where Sample 2 = Event
Difference: $p_1 - p_2$

Descriptive Statistics

Sample	N	Event	Sample p
Sample 1	200	30	0.150000
Sample 2	8000	77	0.009625

Estimation for Difference

Difference	95% CI for Difference
0.140375	(0.090842, 0.189908)

CI based on normal approximation

Test

Null hypothesis H_0: $p_1 - p_2 = 0$
Alternative hypothesis H_1: $p_1 - p_2 \neq 0$

Method	Z-Value	P-Value
Normal approximation	5.55	0.000
Fisher's exact		0.000

รูปที่ 7.2 ผลการทดสอบความแตกต่างสัดส่วนปัญหาก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

ค่า p-Value จากการทดสอบมีค่า <0.0005 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 ที่ว่าสัดส่วนก่อนปรับปรุงเท่ากับหลังปรับปรุงกระบวนการ จึงสรุปได้ว่าสัดส่วนหลังการปรับปรุงกระบวนการลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากผลการทดลองผลิตงานจริงหลังจากการดำเนินการทดสอบโดยปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุงพบว่า ก่อนปรับปรุงมีสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ 15% และหลังปรับปรุงสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศเพียง 1% สามารถลดจำนวนของเสียจากฉลากเกิดฟองอากาศในกระบวนการบรรจุได้ถึง 93.3% อีกทั้งในการทดลองยืนยันผลยังไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ก่อนปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ด้วยเนื่องจากไม่มีการหยุดชะงักของเครื่องจักรมากกว่าปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.3 แผนการควบคุมปัจจัย

จากผลการปรับปรุงทำให้สามารถลดการเกิดของเสียทั้งเรื่องขวดเป็นรอย และ ฉลากเป็นฟองอากาศได้อย่างชัดเจนในกระบวนการบรรจุน้ำยาบ้วนปากได้ และเพื่อให้มั่นใจว่าผลลัพธ์ที่ดีขึ้นเป็นไปอย่างยั่งยืน จึงจัดทำแผนควบคุมคุณภาพ(Quality Control Plan) รวมทั้งจัดทำเอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงานเพื่อใช้ในการควบคุมค่าการปรับตั้งพารามิเตอร์หรือปัจจัยนำเข้าให้เป็นไปตามที่ปรับปรุงไว้ ดังนี้

ตารางที่ 7.5 แผนควบคุมคุณภาพ (Quality Control Plan)

แผนควบคุมคุณภาพ (Quality Control Plan)				
ขั้นตอน	**ค่าควบคุม**	**วิธีการควบคุม**	**ผู้รับผิดชอบ**	**เอกสารอ้างอิง**
กระบวนการปิดฝา	- ค่าแรงในการปิดฝา (Closing torque,Nm) เท่ากับ 1.2 Nm - ความเร็วในการปิดฝา (closing speed, rpm) เท่ากับ 110 rpm	พนักงานปฏิบัติงานตรวจสอบค่าปรับตั้งที่หน้าจอมอนิเตอร์แสดงผลก่อนการเริ่มเดินเครื่องปฏิบัติงานทุกครั้ง และทุกๆ 1 ชั่วโมง	พนักงานปฏิบัติงาน และ พนักงานตรวจสอบคุณภาพ	เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (work instruction no. WI-PR-G-001), เอกสารจดค่าพารามิเตอร์ในการปรับตั้ง
		พนักงานตรวจสอบคุณภาพทำการสุ่มชิ้นงานเพื่อตรวจสอบคุณภาพของสินค้าที่ออกมาทุกๆ 1 ชั่วโมง		
กระบวนการติดฉลาก	- ระยะจ่ายฉลาก (mm) เท่ากับ 2mm - องศาใบปาดตำแหน่งที่ 1 เท่ากับ 50 degree - องศาใบปาดตำแน่งที่ 2 เท่า 50 degree	พนักงานปฏิบัติงานตรวจสอบตำแหน่งค่าปรับตั้งก่อนการเริ่มเดินเครื่องปฏิบัติงานทุกครั้ง และทุกๆ 1 ชั่วโมง	พนักงานปฏิบัติงาน และ พนักงานตรวจสอบคุณภาพ	เอกสารขั้นตอนการปฏิบัติงาน (work instruction no. WI-PR-G-002), เอกสารจดค่าพารามิเตอร์ในการปรับตั้ง
		พนักงานตรวจสอบคุณภาพทำการสุ่มชิ้นงานเพื่อตรวจสอบคุณภาพของสินค้าที่ออกมาทุกๆ 1 ชั่วโมง		

1. ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดขวดเป็นรอยในขั้นตอนการปิดฝา

Work Instruction ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หมายเลขเอกสาร	หน้า
	WI-PR-G-001	1/2

เรื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานควบคุมกระบวนการปิดฝาในการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก ขนาด 1 ลิตร ขวดบรรจุภัณฑ์ลดน้ำหนัก

วัตถุประสงค์ :

เพื่อเป็นมาตรฐานในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่องจักรของพนักงานปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก ให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจและปรับตั้งเครื่องจักรได้อย่างถูกต้อง ลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้

ผู้ปฏิบัติงาน : พนักงานปฏิบัติงาน

ขอบเขตงานวิจัย :

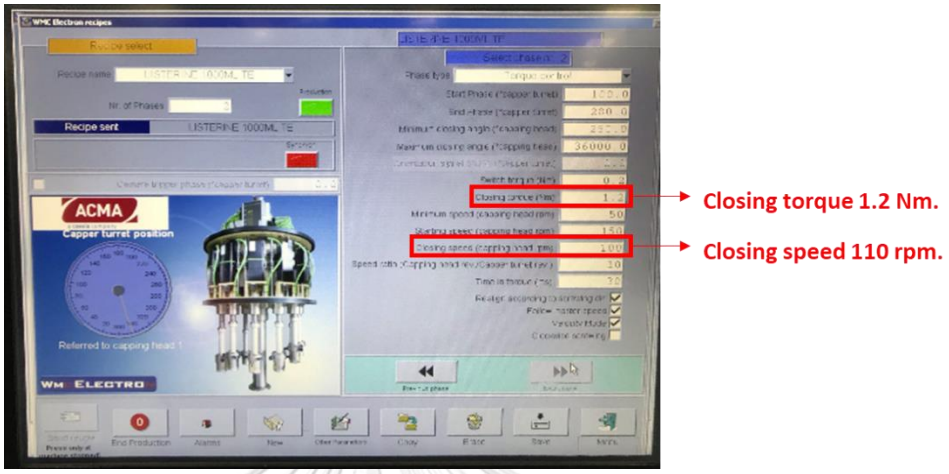
เอกสารขั้นตอนการดำเนินงานฉบับนี้ใช้สำหรับการปรับตั้งเครื่องปิดฝาของขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักขนาด 1 ลิตร เท่านั้น

ขั้นตอนการดำเนินงาน :

1. เปลี่ยนอุปกรณ์ติดตั้งเครื่องจักร (Size part) สำหรับเดินการบรรจุน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร เมื่อมี order การผลิตน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร
2. พนักงานปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ในการติดตั้งเครื่องจักรว่าเป็นอุปกรณ์สำหรับการดำเนินการบรรจุน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร
3. ปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องปิดฝา 2 พารามิเตอร์ สำหรับการดำเนินการบรรจุน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร ดังต่อไปนี้

พารามิเตอร์	ระดับปรับตั้ง	หน่วย
แรงในการปิดฝา, Closing torque	1.2	Nm
ความเร็วในการปิดฝา, Closing speed	110	rpm

Work Instruction ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หมายเลขเอกสาร	หน้า
	WI-LTR-G-001	2/2



4. พนักงานหน้าฝ่ายผลิตดำเนินการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลังจากขั้นตอนการปิดฝาเพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนส่งตัวอย่างไปยังขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. ขั้นตอนการปฏิบัติงานในการควบคุมปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดฉลากเป็นฟองอากาศในขั้นตอนการติดฉลาก

Work Instruction ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หมายเลขเอกสาร	หน้า
	WI-PR-G-002	1/2

เรื่อง ขั้นตอนการปฏิบัติงานควบคุมกระบวนการติดฉลากในการบรรจุน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร ขวดบรรจุภัณฑ์ลดน้ำหนัก

วัตถุประสงค์ :

เพื่อเป็นมาตรฐานในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์เครื่องจักรของพนักงานปฏิบัติงานในขั้นตอนการบรรจุน้ำยาบ้วนปาก ให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจและปรับตั้งเครื่องจักรได้อย่างถูกต้อง ลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้

ผู้ปฏิบัติงาน : พนักงานปฏิบัติงาน

ขอบเขตงานวิจัย :

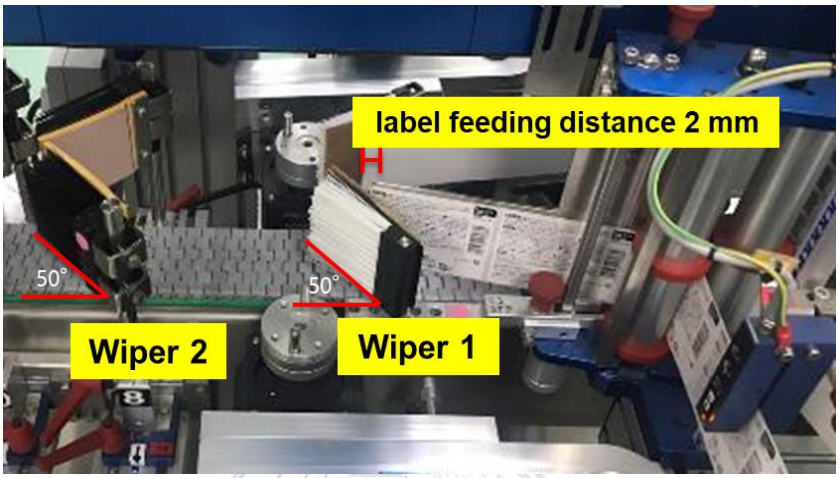
เอกสารขั้นตอนการดำเนินงานฉบับนี้ใช้สำหรับการปรับตั้งเครื่องติดฉลากของขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักขนาด 1 ลิตร เท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ขั้นตอนการดำเนินงาน :

1. เปลี่ยนอุปกรณ์ติดตั้งเครื่องจักร (Size part) สำหรับเดินการบรรจุน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร เมื่อมี order การผลิตน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร
2. พนักงานปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ในการติดตั้งเครื่องจักรว่าเป็นอุปกรณ์สำหรับการดำเนินการบรรจุน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร
3. ติดตั้งใบปาดตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2 ให้มีองศาใบปาดดังรูป
    - องศาใบปาดตำแหน่งที่ 1 เท่ากับ 50 องศา
    - องศาใบปาดตำแหน่งที่ 2 เท่ากับ 50 องศา
4. ปรับตั้งระยะฉลากเริ่มต้นในการจ่ายฉลากออกจากม้วน เท่ากับ 2 มิลลิเมตร ดังรูป

Work Instruction ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	หมายเลขเอกสาร	หน้า
	WI-PR-G-002	2/2



5. พนักงานหน้าฝ่ายผลิตดำเนินการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์หลังจากขั้นตอนติดฉลากเพื่อตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนส่งตัวอย่างไปยังขั้นตอนต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 8
สรุปผลการดำเนินงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

8.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นก่อนการนำขวดบรรจุภัณฑ์ที่มีการลดน้ำหนักพลาสติกของขวดน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร ไปใช้ในกระบวนการบรรจุ โดยใช้หลักการประเมินความเสี่ยง(Risk assessment) และดำเนินการจัดการลดข้อบกพร่องเชิงคุณภาพที่เกิดขึ้นเมื่อนำขวดบรรจุภัณฑ์ลดน้ำหนักไปใช้กระบวนการบรรจุแล้ว โดยทำการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องกับผลิตภัณฑ์ในกระบวนการบรรจุโดยการระดมความคิดเห็นจากผู้วิจัยและผู้เชี่ยวชาญในกระบวนการบรรจุเพื่อกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการดำเนินการทดลองเพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น ซึ่งจากการนำขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักไปใช้ในกระบวนการบรรจุพบว่ามีของเสียเรื่องขวดเป็นรอยเกิดขึ้นจากกระบวนการปิดฝา และฉลากเป็นฟองอากาศเมื่อผ่านกระบวนการติดฉลาก หลังจากได้ทำการระดมความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญทำให้ได้ปัจจัยที่จะทำการทดลองเพื่อลดข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นทั้ง 2 ข้อบกพร่อง จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้วิธีการออกแบบการทดลองแบบ Face-Centered Central Composite (CCF) เพื่อหาค่าปัจจัยที่เหมาะสมในการลดข้อบกพร่องขวดบิดเป็นรอย โดยค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการเดินขวดน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตรเพื่อให้มีจำนวนขวดเป็นรอยน้อยที่สุดคือ มีแรงในการปิดฝา เท่ากับ 1.2 kgf.cm และความเร็วในการปิดฝา เท่ากับ 110 rpm สามารถลดจำนวนขวดเป็นรอยได้จากก่อนปรับปรุงพบจำนวนขวดเป็นรอย 11% และหลังปรับปรุงพบจำนวนขวดเป็นรอยเพียง 0.06% สามารถลดจำนวนของเสียขวดเป็นรอยจากขั้นตอนการปิดฝาในกระบวนการบรรจุได้ถึง 99% และผู้วิจัยยังใช้การออกแบบการทดลองแบบบ็อกซ์-เบห์นเคน เพื่อหาปัจจัยที่เหมาะสมในการลดสัดส่วนของเสียของข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการเกิดข้อบกพร่องฉลากเป็นฟองอากาศนั้นคือ องศาของใบปาดตำแหน่งที่ 1, องศาใบปาดตำแหน่งที่ 2 และระยะการจ่ายฉลาก และค่าปัจจัยนำเข้าที่เหมาะสมในการเดินขวดน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตรเพื่อให้มีสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศน้อยที่สุด โดยมีค่าระดับปัจจัยที่เหมาะสมคือที่ องศาของใบปาด ตำแหน่งที่ 1 และ 2 เท่ากับ 50 องศา และ ระยะจ่ายฉลาก เท่ากับ 2 มม. เมื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุงพบว่า ก่อนปรับปรุงมีสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ 15% และหลังปรับปรุงสัดส่วนของเสียฉลากเป็นฟองอากาศ เพียง 1% ลดจำนวนของเสียจากฉลากเกิดฟองอากาศในกระบวนการบรรจุได้ถึง 93.3%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8.2 ข้อจำกัดและอุปสรรคในการดำเนินงานวิจัย

1. งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับขวดน้ำยาบ้วนปากขนาด 1 ลิตร เท่านั้น แต่วิธีการในการแก้ไขปัญหาสามารถนำไปใช้กับขวดน้ำยาบ้วนปากลดน้ำหนักขนาดอื่นได้
2. จากการดำเนินการทดลองต้องขออนุญาตการใช้เวลาในการเดินเครื่องจากฝ่ายผลิต ทำให้ใช้เวลาในการทดลองมากซึ่งต้องแบ่งเป็นหลายวันไม่ต่อเนื่องกัน เพื่อไม่ให้กระทบต่อการผลิตสินค้าของบริษัทจึงต้องมีการวางแผนการทำการทดลองอย่างรอบคอบ
3. การจัดเก็บตัวอย่างขวดที่จะนำมาใช้ในการทดลองต้องมีการจัดเก็บ แยกออกจากขวดปกติอย่างเป็นระเบียบ เพื่อไม่ให้ขวดตัวอย่างที่ทำการลดน้ำหนักพลาสติกไปปะปนอยู่กับขวดปกติของการผลิตสินค้าจริง เนื่องจากไม่สามารถแยกความแตกต่างของขวดลดน้ำหนักกับขวดปกติได้ด้วยตาเปล่า

8.3 ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

1. ศึกษาและดำเนินการแก้ไขข้อบกพร่องอื่นๆที่มีความเสี่ยงรองลงมาจากการใช้ขวดพลาสติกลดน้ำหนักได้
2. สามารถนำกระบวนการศึกษาและวิธีการทดลองในงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้กับขวดพลาสติกขนาดอื่น ผลิตภัณฑ์อื่นหรือรูปแบบอื่นๆได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

Chung-Ho C., and Shu Chen, M. (2018). Risk assessment and quality improvement of liquid waste management in Taiwan University chemical laboratories. *Waste Management on Science Direct*. 578-588.

Jariyajirawatana J., and Osothsilp, N. (2018). Improvement of Bending Strength of Resin Coated Sand. *Key Engineering Material, 795*. 249-254.

Sirivimonpan J., and Osothsilp, N. (2018). Effects of Resin Coated Sand Mixture on Bending Strength and Cost. *Key Engineering Material, 795*. 255-259.

Carbone T., and Tippett, D. (2004). Project Risk Management Using the Project Risk FMEA. *Engineering Management Journal, 16*. 28-35.

ปารเมศ ชุติมา. (2545). การออกแบบและการวิเคราะห์การทดลอง. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

สลักจิตต์ พุทธจักร. (2556). การลดรอบระยะเวลาในการผลิตของกระบวนการผลิตตลับลูกปืนเม็ดกลม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐิติมา ฤทธิ์ประเสริฐศรี. (2559). การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการผลิตน้ำจิ้มโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อิศราพล ลิ้มเพียรชอบ. (2547). การประยุกต์การบริหารความเสี่ยงในการก่อตั้งโรงงานผลิตรองเท้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กฤตพล ศรีเจริญ. (2553). การบริหารความเสี่ยงสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กมลชนก ศรุติไพศาล. (2554). การบริหารความเสี่ยงด้านคุณภาพ ในกระบวนการเชื่อมโดยใช้ลวดทองแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จินต์จิรา อเนกบุณย์. (2552). การลดและควบคุมความสูญเสียในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โดยใช้กรอบแนวทางการบริหารความเสี่ยง กรณีศึกษา : โรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภูธิป อิมทรักษ์. (2557). การลดเวลาสูญเสียในกระบวนการติดฉลาก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ณัฐกานต์ ชูวงษ์วัฒนะ
วัน เดือน ปี เกิด	21 พฤศจิกายน พ.ศ.2533
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบรรจุและวัสดุ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2559

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University