



ปริญญาบัตร

เรื่อง

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อการลดของเสีย ด้วยเทคนิค Lean Six-Sigma
กรณีศึกษา บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ๊เท่า จำกัด

นายภาวิช	วัฒนา กังหันย์
นายทักษ์ คงนัย	ทองประทีวงศ์

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และวัสดุรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ปีการศึกษา 2568



ปริญญาอิพนธ์

เรื่อง

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อการลดของเสีย ด้วยเทคนิค Lean Six-Sigma
กรณีศึกษา บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ๊เท่า จำกัด

นายภาวิช
วัฒนา กังชัย
นายทักษ์ ดันย
ทองประเทือง

ปริญญาอิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิគฤตกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ สำนักวิชาชีวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวชิรบุนเดช
ปีการศึกษา 2568

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อการลดของเสีย ด้วยเทคนิค Lean Six-Sigma
กรณีศึกษา บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ๊เหล่า จำกัด

โดย

นายภาวิตร พันธุ์กังษัย รหัส 016641114603-7
นายทักษ์ดันย ทองประเทือง รหัส 016641114641-7

ปริญญาในพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ปีการศึกษา 2568

**PRODUCTION PROCESS IMPROVEMENT FOR WASTE REDUCTION USING LEAN
AND SIX-SIGMA TECHNIQUES: A CASE STUDY OF JAE HAO FISHBALL CO., LTD.**

BY

MR. PHAWIT WATTHANAKANGCHAI CODE 016641114603-7

MR. THAKDANAI THONGPRATUENG CODE 016641114641-7

**THIS THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING
PROGRAM IN INDUSTRIAL ENGINEERING AND LOGISTICS
SCHOOL OF ENGINEERING AND INNOVATION
RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY TAWAN – OK
ACADEMIC YEAR 2025**



ใบรับรองปริญญาบัตร
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์)

เรื่อง การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อการลดของเสีย ด้วยเทคนิค Lean Six-Sigma
กรณีศึกษา บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ๊へ่า จำกัด

นามผู้จัดทำ นายภาวิต วัฒนาภัชัย รหัส 016641114603-7
นายทักษ์ดันยุ ทองประเทือง รหัส 016641114641-7

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์คุณพงษ์ศิลาลอย)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จิรวัฒน์ พัทลุง)
..... กรรมการ
(อาจารย์ปานะชี เรืองศรี)
..... กรรมการ
(อาจารย์สุกัตรา หมู่ป่ารัง)
..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริชัย สมแสน)
..... ประธานหลักสูตร
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริชัย สมแสน)
วันที่ 30 เดือนพฤษจิกายน พ.ศ. 2568

ชื่อปริญญานิพนธ์ : การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อการลดของเสีย ด้วยเทคนิค Lean Six-Sigma กรณีศึกษา บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ๊เหล่า จำกัด

จัดทำโดย : นายภาติ วัฒนาภักดี รหัส 016641114603-7
: นายทักษิณ ทองประเทือง รหัส 016641114641-7

ปีที่สำเร็จการศึกษา : 2568

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริชัย สมแสน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียและเพิ่มขีดความสามารถในการกระบวนการผลิต ลูกชิ้นปลา โดยประยุกต์ใช้หลักการ Lean Six Sigma (DMAIC) กับบริษัทกรณีศึกษา จากการสำรวจ ข้อมูลช่วงเดือนมิถุนายน-พฤษจิกายน 2567 พบว่ามีอัตราของเสียเฉลี่ยร้อยละ 3.03 และมีค่าดัชนี ความสามารถของกระบวนการ (Cpk) เพียง 0.43 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาร์โടช์ว่า “ลูกชิ้นไม่ กลม” คือปัญหาหลัก (ร้อยละ 78.25 ของของเสียทั้งหมด) จากนั้นจึงใช้ Why-Why Analysis และ FMEA ในการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า ซึ่งพบปัจจัยสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ เครื่องจักรขาดการ บำรุงรักษา, วิธีการทำงานขาดมาตรฐาน และระบบการตรวจสอบด้วยสายตาขาดความแม่นยำ จึงได้ กำหนดแนวทางการปรับปรุงที่สอดคล้องกับสาเหตุ คือ การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การ จัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน และ การสร้างอุปกรณ์คัดแยก Go/No-Go Gauge ผลลัพธ์ หลังการปรับปรุงพบว่าอัตราของเสียลดลงเหลือร้อยละ 0.28 (ลดลง 90.76%) โดยเฉพาะปัญหา ลูกชิ้นไม่กลมที่ลดลงเหลือร้อยละ 97.61 และค่า Cpk เพิ่มขึ้นเป็น 1.62 ซึ่งยืนยันความสามารถสำเร็จในการ ปรับปรุงกระบวนการเพื่อการแข่งขันที่ยั่งยืน

คำสำคัญ : ลูกชิ้นปลา/ การลดของเสีย/ ถีน ซิกซ์ ซิกม่า/ ความสามารถของกระบวนการ/ การ วิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ

Subject : Production Process Improvement for Waste Reduction Using Lean and Six-Sigma Techniques: A Case Study of Jae Hao Fishball Co., Ltd.

Name : MR. Phawit Watthanakangchai Code 016641114603-7
MR. Thakdanai Thongpratueng Code 016641114641-7

Graduation year : 2025

Field of study : Industrial Engineering and Logistics

Advisor : Asst. Prof. Sirichai Somsaen

Abstract

This research aims to reduce waste and increase the process capability of fish ball production by applying Lean Six Sigma (DMAIC) principles to a case study company. Data from June to November 2024 indicated an average defect rate of 3.03% and a process capability index (Cpk) of only 0.43. A Pareto analysis identified "non-spherical fish balls" as the main problem, accounting for 78.25% of total defects. Subsequently, Why-Why Analysis and FMEA were used for root cause analysis, which found three key factors: lack of machine maintenance, non-standardized work methods, and an inaccurate visual inspection system. Therefore, improvement initiatives corresponding to these causes were implemented: 1) preventive maintenance (PM) planning, 2) creation of standardized work instructions (WI), and 3) development of a Go/No-Go Gauge sorting device. The results after improvement showed that the overall defect rate decreased to 0.28% (a 90.76% reduction), the non-spherical fish ball problem dropped by 97.61%, and the Cpk increased to 1.62, confirming the success of the process improvement for sustainable competitiveness.

Key Words: Fish balls / Waste reduction / Lean Six Sigma / Process capability / Failure Mode and Effects Analysis

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาและความเอาใจใส่จากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรีษะ สมแสน ผู้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งในด้านทฤษฎี แนวทางการดำเนินงานวิจัย และการแก้ไขปัญหาอย่างเหมาะสมตลอดระยะเวลาการศึกษา รวมถึงอาจารย์ทุกท่านประจำสาขาวิชาสหกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ข้อเสนอแนะ ตรวจสอบ และให้แนวคิดที่มีคุณค่า ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อความสมบูรณ์ของงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

การดำเนินงานวิจัยฉบับนี้ได้รับความร่วมมืออย่างดีจาก บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ๊เท่า นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คุณป้าเท่า ผู้จัดการบอกร. ลูกชิ้นปลาเจ๊เท่า จำกัด และพนักงานทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อ งานวิจัยนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ผู้เป็นเบื้องหลังอันยิ่งใหญ่ ที่ทำให้ผู้จัดทำมีวันนี้ได้ และบุพคุณอาจารย์ทุกท่านซึ่งเป็นผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชานับตั้งแต่ครั้งเยาว์วัยจนกระทั่งทุกวันนี้

ภาวดี วัฒนาภิชัย
ทักษิณ ทองประเทือง
คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ภ
สารบัญภาพ	ภ
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปริญญาบัณฑิต	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาบัณฑิต	3
1.3 ขอบเขตของปริญญาบัณฑิต	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 บทนำ	4
2.2 แนวคิด	4
2.2.1 กระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา	5
2.2.2 ลีน ซิกซ์ ซิกม่า	14
2.2.3 การผลิตแบบลีน	18
2.2.4 ความสูญเปล่า 7 ประการ	22
2.2.5 หลักการ ECRS	23
2.2.6 หลักการ 3 จริง	25
2.2.7 หลักการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม	26
2.3 ทฤษฎีที่สำคัญ	28
2.3.1 เครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการ	28
2.3.2 เครื่องมือความคุณคุณภาพ 7 ชนิด	34

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด	40
2.3.3.1 Gage R&R สำหรับข้อมูลคุณลักษณะ	40
2.3.3.2 Gage R&R สำหรับข้อมูลตัวแปร	41
2.3.3.3 เกจผ่าน/ไม่ผ่าน	41
2.3.3.4 มาตรฐาน AIAG	41
2.3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลระบบการวัดด้วยโปรแกรม Minitab	42
2.3.4 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ	43
2.3.5 สถิติเชิงพรรณนา	49
2.3.5.1 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง	49
2.3.5.2 การวัดการกระจายตัว	49
2.3.5.3 การวัดรูปร่างของข้อมูล	50
2.3.6 การวิเคราะห์หาสาเหตุ原因ของปัญหา	50
2.3.6.1 เทคนิคการระดมสมอง	50
2.3.6.2 ปัจจัย 5M	51
2.3.6.3 การวิเคราะห์แบบถาม “ทำไม่-ทำไม่”	53
2.3.6.4 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ	55
2.3.7 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	59
2.3.7.1 หลักการ Reliability-Centered Maintenance	60
2.3.8 การจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน	61
2.3.8.1 องค์ประกอบของงานมาตรฐาน	61
2.3.8.2 ประเภทของเอกสารมาตรฐาน	62
2.3.8.3 ความสำคัญต่อการปรับปรุงกระบวนการ	62
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	63
2.5 สรุปประจำที่ 2	74

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	75
3.1 บทนำ	75
3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย	75
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	77
3.3.1 ศึกษาและวิเคราะห์สภาพการผลิต	77
3.3.2 ลักษณะของการเสียและปริมาณของเสีย	85
3.3.3 การวิเคราะห์และตัดสินใจ	92
3.3.4 การทดสอบระบบการวัด	95
3.3.5 การกำหนดขนาดมาตรฐานของลูกชิ้น	116
3.3.6 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ	119
3.4 แผนการดำเนินงานวิจัย	126
3.5 สรุปประจำบทที่ 3	127
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	128
4.1 บทนำ	128
4.2 การวิเคราะห์ผล	128
4.2.1 การจัดเตรียมวิธีการแก้ปัญหา	128
4.2.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้านคน	130
4.2.1.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้าน เครื่องจักร	130
4.2.1.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้านวัสดุคง	131
4.2.1.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้านการวัด	131
4.2.1.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้านวิธีการ	131
4.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของสาเหตุ	132
4.2.3 การวิเคราะห์สาเหตุด้วย Why-Why Analysis	134
4.2.4 การประเมินความเสี่ยงด้วย FMEA	136
4.2.5 การระบุปัจจัยภัยคุกคามและข้อเสนอแนวทางปรับปรุง	138

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.3 การปรับปรุงผล	139
4.3.1 การปรับปรุงเครื่องจักร	139
4.3.1.1 ตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักร	139
4.3.1.2 จัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	145
4.3.2 ปรับปรุงค่านคณและวิธีการ	151
4.3.2.1 การปรับปรุงกระบวนการทำงาน	152
4.3.2.2 การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน	163
4.3.3 ปรับปรุงระบบการวัด	168
4.3.3.1 แนวคิดในการออกแบบและคุณสมบัติของอุปกรณ์	169
4.3.3.2 ถ่ายทอดและหลักการทำงานของอุปกรณ์	169
4.3.3.3 การนำไปใช้งานและผลที่คาดหวัง	176
4.4 การเปรียบเทียบผล	177
4.4.1 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง	177
4.4.2 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหลังปรับปรุง	180
4.5 สรุปประจำบทที่ 4	190
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	191
5.1 บทนำ	191
5.2 สรุปผลการศึกษา	191
5.3 อภิปรายผล	192
5.4 ข้อเสนอแนะ	194
บรรณานุกรม	195
ภาคผนวก	200
ภาคผนวก ก ข้อมูลและแบบฟอร์ม (ก่อนการปรับปรุง)	201
ก-1 ใบตรวจสอบข้อมูลของเสีย ก่อนการปรับปรุง	202
ก-15 การทดสอบระบบการวัด	215
ก-20 แบบฟอร์มและข้อมูล กำหนดขนาดมาตรฐาน	219

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ก-23 แบบฟอร์มและข้อมูล สำหรับสร้างแผนภูมิควบคุม และ วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ก่อนปรับปรุง	221
ภาคผนวก ข เอกสารมาตรฐานและแบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้น	223
ข-1 แบบฟอร์มการตรวจสอบ บำรุงรักษาเชิงป้องกัน	224
ข-9 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน	231
ภาคผนวก ค ข้อมูลและแบบฟอร์ม (หลังการปรับปรุง)	234
ค-1 แบบฟอร์มและข้อมูลเพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนแปลง	235
ค-4 ใบตรวจสอบข้อมูลของเสีย หลังการปรับปรุง	237
ค-17 ข้อมูล 250 ตัวอย่าง หลังปรับปรุง	249
ภาคผนวก ง แบบทางวิชากรรมสำหรับอุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นปลา	251
ง-1 แบบทางวิชากรรม สำหรับอุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นปลา	252
ภาคผนวก จ หลักฐานการนำเสนอผลงานวิจัยในเวทีการประกวด	254
จ-1 ได้เข้าร่วมนำเสนอที่ความในการประชุมวิชาการฯ	255
จ-12 การประกวดโครงการวิชากรรมอุตสาหการ เพื่อนำเสนอ ยังเย็นครั้งที่ 3 ประจำปี 2568	256
ประวัติผู้จัดทำปริญญาบัตร	279

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบอร์เซ็นต์และความผิดพลาดที่มีโอกาสเกิดขึ้นต่อ โอกาส ล้านครั้งภายในแต่ละระดับ	14
2.2 การเปรียบเทียบวิธีการแบบเก่า และแบบใหม่ (Lean Six Sigma)	21
2.3 ศัญลักษณ์แผนภาพกระบวนการพื้นฐาน	29
2.4 ศัญลักษณ์เตรียมแผนภาพกระบวนการ	29
2.5 แสดงเกณฑ์การแปลผลค่าดัชนี Cp	48
2.6 แสดงเกณฑ์การแปลผลค่าดัชนี Cpk	48
2.7 คำอธิบายความสำคัญของกิจกรรม	57
2.9 คุณลักษณะพิเศษ (Special Characteristics)	58
2.10 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
3.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและความสามารถของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา	80
3.3 Flow Process Chart แสดงกระบวนการบี้นลูกชิ้นปลา	82
3.4 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียรวมเดือน มิ.ย.-พ.ย. 2567	91
3.5 แสดงผลการทดสอบแบบ Attribute	96
3.7 เกณฑ์การพิจารณาสถิติ Cohen's Kappa	100
3.8 แสดงผลการทดสอบแบบ Variable	105
3.9 คุณสมบัติจำเพาะของเวอร์เนียคลิปเบอร์ที่ใช้	116
3.10 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ขนาดมาตรฐาน	117
3.11 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถมาตรฐาน	120
4.1 ผลการตรวจสอบสาเหตุของปัญหา	133
4.2 การวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดของเสียงโดยหลักการ Why-Why Analysis	135
4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อคัดเลือกระดับความรุนแรงของปัญหา	137
4.4 ตารางเปรียบเทียบแนวทางการแก้ไขปัญหาของต่อร์เดื่อมสภาพ	140
4.6 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์	143
4.7 แสดงส่วนประกอบของเครื่องบี้นลูกชิ้นอัตโนมัติ	146

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.9 ตารางการตรวจสอบและการบำรุงรักษาแบบเชิงป้อง	148
4.10 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปืนลูกชิ้นอัตโนมัติก่อนทำการปรับปรุง	151
4.11 แผนภูมิกระบวนการ ไอล ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปืนลูกชิ้นอัตโนมัติ ก่อนปรับปรุง	153
4.13 การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน ด้วย MUDA = 7Waste	155
4.15 วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงานด้วยหลักการ ECRS ขั้นตอนที่ 4, 5 และ 8	158
4.17 แผนภูมิกระบวนการ ไอล ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปืนลูกชิ้นอัตโนมัติ หลังปรับปรุง	160
4.19 แสดงการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์การปรับปรุงก่อนและหลัง	162
4.20 คู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานการใช้งานเครื่องปืนลูกชิ้นอัตโนมัติฉบับใหม่	163
4.23 แสดงข้อมูลยอดการผลิตและจำนวนของเสียหลังการปรับปรุง	177
4.24 ตารางเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง	178
4.25 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการ	180
4.27 เปรียบเทียบผลลัพธ์จากแผนภาพสายชาร์แท่งคุณค่าก่อนและหลังการปรับปรุง	189
ก-9 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2567	209
ก-10 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กรกฎาคม 2567	210
ก-11 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน สิงหาคม 2567	211
ก-12 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กันยายน 2567	212
ก-13 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน ตุลาคม 2567	213
ก-14 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน พฤษภาคม 2567	214
ค-11 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มกราคม 2568	243
ค-12 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กุมภาพันธ์ 2568	244
ค-13 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มีนาคม 2568	245
ค-14 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน เมษายน 2568	246
ค-15 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน พฤษภาคม 2568	247
ค-16 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2568	248

สารบัญภาพ

ภาคที่	หน้า
1.1 แสดงแผนภูมิของเสียงช่วงเดือน มิถุนายน ถึง เดือนพฤษภาคม 2567	2
2.1 กระบวนการบดและผสมเนื้อปลา	6
2.2 กระบวนการขึ้นรูปลูกชิ้นปลาด้วยเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ	7
2.3 กระบวนการต้มลูกชิ้นปลา	8
2.4 กระบวนการทำให้เย็น	9
2.5 การบรรจุลูกชิ้นปลา	10
2.6 เครื่องบดผสมเนื้อปลาที่ใช้ในอุตสาหกรรม	11
2.7 เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติที่ใช้ในบริษัทกรณีศึกษา	12
2.8 สายพานการต้มและทำให้เย็นในโรงงานอุตสาหกรรม	13
2.9 การกระจายตัวได้เส้น โค้งปกติของแนวทาง Six Sigma	15
2.10 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยลดความผันแปร	16
2.11 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในแนวทาง DMAIC (Tang et al., 2007)	17
2.12 การบูรณาการของแนวทาง ลีน และแนวทางซิกซ์ ซิกมา	19
2.13 ครอบแนวคิดของแนวทาง ลีน ซิกซ์ ซิกมา	20
2.14 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มมาตรฐานแผนภาพกระบวนการ	31
2.15 ตัวอย่างภาพแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า	33
2.16 ชิสโตограм	35
2.17 แผนภูมิพารโต	36
2.18 ผังแสดงเหตุและผล	37
2.19 รูปแบบแผนภาพการกระจาย	38
2.20 แผนภูมิควบคุม	39
2.21 ชุดบกพร่องของ Cp	46
2.22 ความสัมพันธ์ Cpk	47
2.23 วิธีการหาต้นตอและแนวทางแก้ไขปัจจัยการณ์แบบ Why-Why Analysis	53
3.1 แสดงลักษณะของบริษัทลูกชิ้นปลาเจี้ยแห่	76
3.2 ผังงาน แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.3 แผนภาพสายชารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน	79
3.4 แสดงขั้นตอนการตักเนื้อปลาจากเครื่องผสมไส่ถัง	83
3.5 แสดงขั้นตอนการนำเนื้อปลาจากถังใส่เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ	83
3.6 แสดงขั้นตอนการรอเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติทำงาน	84
3.7 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบลูกชิ้นที่ปั้นเสร็จ	84
3.8 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาไม่กลม	85
3.9 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาแห้ง	86
3.10 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาไม่รูบผิว	86
3.11 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาไม่มีเกินไป	87
3.12 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาป่นเปื้อน	88
3.13 แสดงลักษณะของใบตรวจสอบ	89
3.14 แผนภูมิพาร์โตแสดงจำนวนของเสียเคลื่อน ม.ย. ถึง พ.ย. 2567	90
3.15 ลูกชิ้นไม่กลมที่มีลักษณะผิดรูปทรง	92
3.16 ลูกชิ้นไม่กลมที่มีลักษณะแบบ	93
3.17 ลูกชิ้นไม่กลมที่มีลักษณะขนาดไม่สม่ำเสมอ	94
3.18 แสดงความสามารถในการวัดชี้	97
3.19 แสดงความสามารถในการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน	98
3.20 แสดงความสามารถในการประเมินชี้	100
3.21 แสดงความสามารถในการประเมินชี้ ระหว่างพนักงานแต่ละคน	101
3.22 แสดงตารางสรุปของพนักงานแต่ละครั้งที่ไม่ตรงกับค่ามาตรฐาน	102
3.23 แผนภูมิ Assessment Agreement	103
3.24 Gege Run Chart	106
3.25 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์	107
3.26 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน	107

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาคที่	หน้า
3.27 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัดเทอมของอันตราระหว่าง Parts และ Operators	108
3.28 แสดงค่า VarComp	109
3.29 แสดงค่า %Contribution (of VarComp)	110
3.30 แสดงค่า Number of Distinct Categories	111
3.31 แสดงค่า %Study Var (%SV)	112
3.32 แสดงค่า %Tolerance (SV/Toler)	113
3.33 แสดงผลการวิเคราะห์ Gage R&R (ANOVA) Report for Dimension	114
3.34 เครื่องมือในการทดสอบ	115
3.35 รายงานสรุปเชิงกราฟ Graphical Summary ของขนาดลูกชิ้นปลา	117
3.36 แสดงลักษณะลูกชิ้นที่กลมตามมาตรฐาน	118
3.37 แผนภูมิความคุณขนาดของลูกชิ้น ก่อนปรับปรุง	121
3.38 แผนภูมิ X-bar และ S-Chart ก่อนปรับปรุง	122
3.39 การวิเคราะห์ค่า Cp และ Cpk จาก Process Capability Report	125
3.40 แสดงแผนการดำเนินงานในขั้นตอนการทำวิจัย	126
4.1 แผนผังกำแพงแสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดลูกชิ้นไม่กลม	129
4.2 มอเตอร์เก่าของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ	140
4.3 มอเตอร์ใหม่ของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ	142
4.4 แผนภูมิความคุณหลังเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่	144
4.5 เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติสำหรับวางแผนบำรุงรักษา	145
4.6 กิจกรรมอบรมพนักงานเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเบื้องต้น	149
4.7 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 1/2	166
4.8 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 2/2	166
4.9 กิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการสาขิตและฝึกทักษะการทำงานตามมาตรฐานใหม่	167
4.10 กระบวนการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาอาหาร	170
4.11 แสดงแบบในการเจาะรูวงกลม	170

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.12 แสดงกระบวนการเจาะรูโดยเครื่องตัดเลเซอร์	171
4.13 อุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นฉบับสมบูรณ์	171
4.14 การติดตั้งอุปกรณ์คัดแยก	172
4.15 แสดงลูกชิ้นที่บีบเนริงที่อยู่ในอุปกรณ์คัดแยก	173
4.16 แสดงวิธีการการคัดแยกลูกชิ้น	174
4.17 แสดงผลลัพธ์จากการใช้งานอุปกรณ์คัดแยก	175
4.18 แผนภูมิพาร์โอล์แสดงจำนวนของเสียงเดี่ยวนมารคณ์ ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2568	179
4.19 แผนภูมิความคุ้มขนาดของลูกชิ้น หลังปรับปรุง	182
4.20 แผนภูมิ X-bar และ S-Chart หลังปรับปรุง	183
4.21 การวิเคราะห์ค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Minitab	187
4.22 แผนภาพสายชาร์แก่งคุณค่าสถานะอนาคต	188
ก-2 แบบฟอร์มใบตรวจสอบยอดการผลิต และของเสีย	202
ก-3 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มิถุนายน 2567	203
ก-4 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน กุมภาพันธ์ 2567	204
ก-5 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน สิงหาคม 2567	205
ก-6 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน กันยายน 2567	206
ก-7 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน ตุลาคม 2567	207
ก-8 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน พฤศจิกายน 2567	208
ก-16 แบบฟอร์มทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ (Attribute Gage R&R)	215
ก-17 ผลทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ (Attribute Gage R&R) ฉบับจริง	216
ก-18 แบบฟอร์มทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R)	217
ก-19 ผลทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R) ฉบับจริง	218
ก-21 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐาน	219
ก-22 ผลบันทึกข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐานฉบับจริง	220
ก-24 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุ้ม และวิเคราะห์ความสามารถ ของกระบวนการก่อนการปรับปรุง	221

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-25 ผลบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุณ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการก่อนการปรับปรุง ฉบับจริง	222
ข-2 แบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	224
ข-3 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนมีนาคม พ.ศ.2568	225
ข-4 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนเมษายน พ.ศ.2568	226
ข-5 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2568	227
ข-6 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2568	228
ข-7 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2568	229
ข-8 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2568	230
ข-10 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 1/2	232
ข-11 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 2/2	233
ค-2 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์	235
ค-3 ผลบันทึกข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์ ฉบับจริง	236
ค-5 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มกราคม 2568	237
ค-6 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน กุมภาพันธ์ 2568	238
ค-7 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มีนาคม 2568	239
ค-8 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน เมษายน 2568	240
ค-9 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน พฤษภาคม 2568	241
ค-10 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มิถุนายน 2568	242
ค-18 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุณ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหลังการปรับปรุง	249
ค-19 ผลบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุณ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง ฉบับจริง	250
ง-2 ภาพจำลองสามมิติจากโปรแกรม Autodesk Inventor	252
ง-3 แบบสั่งผลิต (Shop Drawing)	253
จ-2 ประกาศนียบัตรเข้าร่วมนำเสนอที่ความในการประชุมวิชาการฯ	256

สารบัญภาค (ต่อ)

ภาคที่	หน้า
จ-3 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 1	257
จ-4 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 2	258
จ-5 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 3	259
จ-6 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 4	260
จ-7 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 5	261
จ-8 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 6	262
จ-9 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 7	263
จ-10 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 8	264
จ-11 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 9	265
จ-13 ประกาศนียบัตรการประกวดโครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3 ประจำปี 2568 (ทักษะดันนัย ทองประเทือง)	267
จ-14 ประกาศนียบัตรการประกวดโครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3 ประจำปี 2568 (ภาริต วัฒนาภัชชัย)	268
จ-15 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 1	269
จ-16 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 2	270
จ-17 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 3	271
จ-18 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 4	272
จ-19 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 5	273
จ-20 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 6	274
จ-21 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 7	275
จ-22 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 8	276
จ-23 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 9	277
จ-24 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 10	278

รายการศัษฎิ์และคำย่อ

ศัษฎิ์และคำย่อ	ความหมาย	หน้า
3G	Genba, Genbutsu, Genjitsu	25
5M	Man, Machine, Material, Method, Measurement	1
AIAG	Automotive Industry Action Group	35
ANOVA	Analysis of Variance	42
AP	Action Priority	48
C _p	Process Capability Index	37
C _{pk}	Process Capability Index Adjusted for Mean Shift	37
C _{pm}	Process Capability Index considering deviation from target	185
D	Detection	131
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control	5
DPMO	Defects Per Million Opportunities	16
ECRS	Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify	23
FMEA	Failure Modes and Effects Analysis	5
Gage R&R	Gage Repeatability and Reproducibility	34
GMP	Good Manufacturing Practice	7
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points	7
ILO	International Labour Office	30
ISO	International Organization for Standardization	32
JIS Z 8206	Japanese Industrial Standard for Process Analysis Symbols	28
KPIV	Key Process Input Variable	56
LCL	Lower Control Limit	118
LSL	Lower Specification Limit	37
MSA	Measurement System Analysis	5
NDC	Number of Distinct Categories	42
O	Occurrence	131
PCI	Process Capability Indices	37
PM	Preventive Maintenance	51

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ (ต่อ)

สัญลักษณ์และคำย่อ	ความหมาย	หน้า
P_p	Process Performance Index	185
P_{pk}	Process Performance Index Adjusted for Mean Shift	185
PPM	Parts Per Million	125
QC 7 Tools	Quality Control 7 Tools	27
RCM	Reliability-Centered Maintenance	52
RPN	Risk Priority Number	48
S	Severity	131
SME	Small and Medium Enterprises	2
SOP	Standard Operating Procedure	54
T	Target Value	186
TPS	Toyota Production System	45
UCL	Upper Control Limit	118
USL	Upper Specification Limit	37
VDA	Verband der Automobilindustrie	55
VSM	Value Stream Mapping	5
WI	Work Instruction	54
\bar{x}	Mean / Average	43
σ	Sigma / Standard Deviation	8
σ_{Overall}	Overall Standard Deviation (Long-Term)	185
σ_{st}	Standard Deviation (Short-Term)	43

บทที่ 1

บทนำ

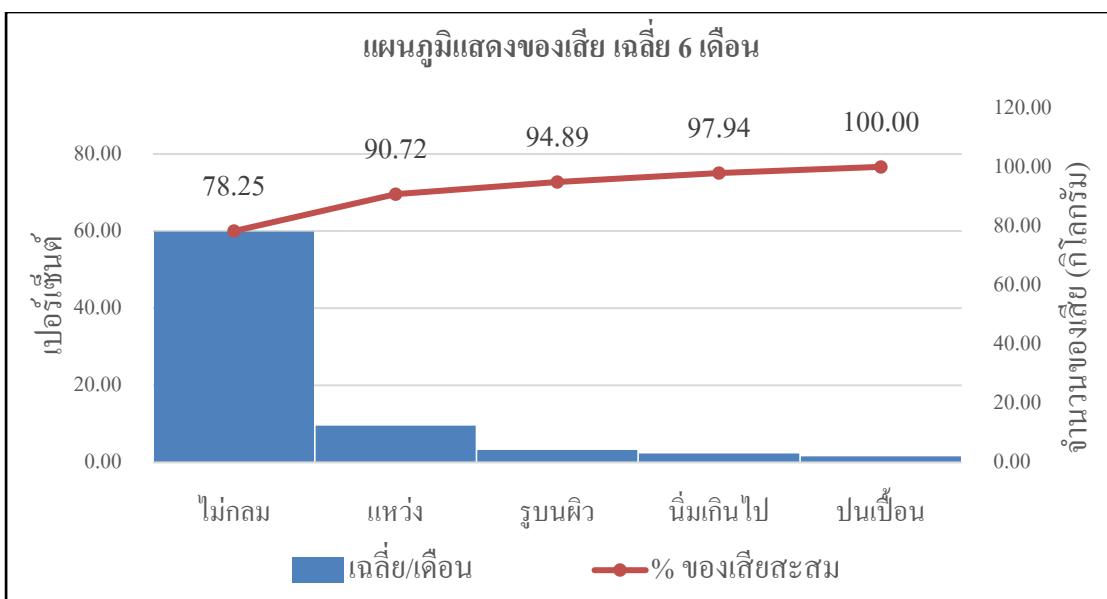
1.1 ความสำคัญและที่มาของบริษัทฯ

อุตสาหกรรมอาหารแปรรูปเป็นหนึ่งในภาคล่าสุดที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาซึ่งเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในวงกว้าง เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่เข้าถึงง่ายและมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อน ทำให้ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา มีผู้ประกอบการรายใหม่ โดยเฉพาะวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) เข้าสู่ตลาดอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การแข่งขันในอุตสาหกรรมนี้ทวีความรุนแรงสูงขึ้น ผู้ประกอบการแต่ละรายจึงจำเป็นต้องปรับตัวและพัฒนากลยุทธ์เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน ทั้งในด้านคุณภาพ ผลิตภัณฑ์ การกำหนดราคา และที่สำคัญที่สุดคือประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต เพื่อให้สามารถยืนหยัดได้ในตลาดที่มีการแข่งขันสูง

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์แนวโน้มอุตสาหกรรมอาหารทะเลแปรรูปโดย (ศูนย์วิจัยกรุงศรี, 2566) ได้คาดการณ์ว่า ในช่วงปี 2566 ถึง 2568 ภาพรวมของอุตสาหกรรมมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น กับความท้าทายหลายประการ มีการประเมินว่า ปริมาณการผลิตอาจปรับตัวลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.5 ถึง 1.5 ต่อปี ในขณะที่ นักค้าการส่งออกมีแนวโน้มลดลงในอัตราร้อยละ 1.0 ถึง 2.0 ต่อปี ปัจจัยหลัก มาจากต้นทุนวัตถุคุณภาพที่สูงขึ้น ปัญหาในห่วงโซ่อุปทาน และภาวะเศรษฐกิจโลกที่ชะลอตัว ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมลูกชิ้นปลา ที่ต้องเพิ่มขึ้น กับแรงกดดันด้านต้นทุนวัตถุคุณภาพ (เนื้อปลา) ที่สูงขึ้น และการแข่งขันด้านราคាល้วนแรงขึ้น ดังนั้น เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันและสร้างการเติบโตอย่างยั่งยืน ผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้อง หันมาให้ความสำคัญกับการจัดการภายในองค์กรอย่างจริงจัง โดยมุ่งเน้นไปที่การลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นและปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

ในกระบวนการผลิต คุณภาพของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยพื้นฐาน 5M (คน, เครื่องจักร, วัตถุคุณภาพ, วิธีการ, และการวัดผล) ซึ่งหากปัจจัยเหล่านี้ขาดมาตรฐานหรือมีความผันแปรสูง ก็จะนำไปสู่การเกิดของเสีย โดยตรง ปัญหาของเสียดังกล่าวไม่เพียงแต่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจาก การสูญเสียทรัพยากร แต่ยังส่งผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และความเชื่อมั่นของ ลูกค้าในระยะยาว ด้วยเหตุนี้ การวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบและการนำเครื่องมือปรับปรุง กระบวนการมาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเปล่า, เพิ่มผลผลิต, และสร้างคุณภาพที่สม่ำเสมอ จึงเป็น กลยุทธ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งในการสร้างความสามารถในการแข่งขันและการเติบโตที่ยั่งยืน (ชัยพร กวินธิรภานา, 2558)

บริษัท ลูกชิ้นปลาเจี้่ห่า จำกัด ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยฉบับนี้ กำลังเผชิญกับความท้าทายดังกล่าว เช่นเดียวกันจากการดำเนินกิจกรรมมาเป็นระยะเวลานาน บริษัทได้ประสบปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนและผลกำไร เพื่อทำความเข้าใจ และประเมินขนาดของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตเป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนพฤษภาคม 2567 ซึ่งพบว่า จากจำนวนการผลิตทั้งหมด 15,159 กิโลกรัม มีของเสียเกิดขึ้นจำนวน 458.88 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราของเสียเฉลี่ยร้อยละ 3.03 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด เมื่อนำข้อมูลของเสียมาจำแนกตามลักษณะ ดังๆ สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 แสดงแผนภูมิของเสียช่วงเดือน มิถุนายน ถึง เดือนพฤษภาคม 2567
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวนิช, 2567)

จากภาพที่ 3.12 การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาราโต พบร่วมกับปัญหาของเสียหลักคือลักษณะ “ไม่กром” ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 78.25 ของของเสียทั้งหมด

จากการรวบรวมข้อมูลในช่วง 6 เดือนก่อนปรับปรุง พบร่วมกับปัญหาของเสียเกิดขึ้นถึง 458.88 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่าความเสียหาย 73,420.80 บาท ซึ่งเป็นต้นทุนที่ส่งผลกระทบต่อผลกำไรโดยตรง ปัญหาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการศึกษาและวิเคราะห์เพื่อกันหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของบริษัทภานินพนธ์

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิต และวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของของเสีย หลักในกระบวนการบ้านลูกชิ้นปลา
2. เพื่อพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการทำงานในขั้นตอนการบ้านลูกชิ้นปลา สำหรับลดปริมาณของเสียโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพตามแนวทางดีนซิกซ์ซิกมา
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถของกระบวนการผลิต และเปรียบเทียบต้นทุนที่เกิดจากของเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

1.3 ขอบเขตของบริษัทภานินพธ์

1. ศึกษาและปรับปรุงแนวทาง กระบวนการบ้านลูกชิ้นปลา ด้วยเครื่องบ้านอัตโนมัติของบริษัท กรณีศึกษาเท่านั้น
2. ใช้ข้อมูลในช่วง ก่อนการปรับปรุง (มิถุนายน - พฤษภาคม 2567) ช่วงดำเนินการปรับปรุง (ธันวาคม 2567) และ หลังการปรับปรุง (มกราคม - มิถุนายน 2568) เพื่อเปรียบเทียบผล
3. แนวทางการปรับปรุงมุ่งเน้น 3 ด้านหลัก คือ เครื่องจักร (การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน), คน และวิธีการ (การสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน), และ ระบบการวัด (การสร้างอุปกรณ์คัดแยก)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาสำรวจสภาพปัญหาปัจจุบันของโรงงานที่ใช้ทำการณีศึกษา
2. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียของลูกชิ้นปลา
3. ศึกษาถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นและหาแนวทางการแก้ปัญหา
5. ดำเนินการปฏิบัติตามแผนการแก้ปัญหาที่ได้กำหนดไว้
6. ทำการทดสอบเปรียบเทียบผลก่อนทำและหลัง เพื่อวัดผลการแก้ปัญหานั้น
7. จัดทำรายงานสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สามารถลดของเสียในการกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา
2. สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา
3. สามารถเพิ่มกำไร และต้นทุนการผลิตลดลง
4. ปรับปรุงคุณภาพลูกชิ้นปลา และมีคุณภาพสูงกว่าเดิม ตรงตามมาตรฐาน

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีสำคัญ

2.1 บทนำ

จากบทที่ 1 ซึ่งได้กล่าวถึงความสำคัญของปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทกรณีศึกษา งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและปรับปรุงกระบวนการเพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้น ดังนั้น ในบทนี้จึงเป็นการทบทวนวรรณกรรมเพื่อรวบรวมแนวคิด ทฤษฎี และเครื่องมือที่สำคัญซึ่งเป็นรากฐานในการดำเนินงานวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยจะเริ่มต้นด้วยการทำความเข้าใจใน กระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา ซึ่งเป็นหัวใจหลักของกรณีศึกษา เพื่อให้เห็นภาพรวมของขั้นตอน วัตถุคุณ และปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงนำเสนอแนวคิดหลักที่จะใช้เป็นกรอบในการปรับปรุงคือ ลีน ซิกซ์ ซิกมา และกระบวนการ DMAIC ซึ่งเป็นแกนหลักของการดำเนินงานทั้งหมด ตามด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และความเข้าใจกระบวนการในปัจจุบัน เช่น แผนภูมิกระบวนการไอล และแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า รวมถึงเครื่องมือเชิงสถิติที่ใช้ในการวัดผลและประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ เช่น การวิเคราะห์ระบบการวัด และการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ นอกจากนี้ จะลงลึกในกลุ่มเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์สาเหตุ原因ของปัญหา เช่น Why-Why Analysis และ FMEA และท้ายที่สุดจะกล่าวถึงทฤษฎีสำคัญที่ใช้ในการควบคุมและรักษาสภาพหลังการปรับปรุงให้ยั่งยืน คือ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และการจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยองค์ความรู้ทั้งหมดนี้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในบทต่อไปเพื่อวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษาอย่างเป็นระบบ

2.2 แนวคิด

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงแนวคิดที่สำคัญซึ่งเป็นรากฐานของการวิจัย โดยจะเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจบริบทของปัญหาใน "กระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา" อย่างละเอียด จากนั้นจึงจะอธิบายถึงแนวคิดหลักที่ใช้เป็นกรอบในการปรับปรุงกระบวนการ ได้แก่ ลีน ซิกซ์ ซิกมา (Lean Six Sigma), การผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing), ความสูญเปล่า 7 ประการ และหลักการ ECRS นอกจากนี้ยังครอบคลุมถึงหลักการที่ใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์และตัดสินใจแก้ไขปัญหาอย่าง หลักการ 3 จริง และ หลักการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม เพื่อให้การดำเนินงานวิจัยมีแนวทางที่เป็นระบบและมีเหตุผลรองรับ

2.2.1 กระบวนการผลิตสูตรชี้นปลา

สูตรชี้นปลาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ที่ฟังรถลึกในวัฒนธรรมอาหารไทย ได้รับความนิยมในการบริโภคอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่ร้านก๋วยเตี๋ยว rimทางไปจนถึงเมนูในภัตตาคาร ความนิยมดังกล่าวทำให้อุตสาหกรรมสูตรชี้นปลา มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีผู้เล่นหลากหลายระดับ ในตลาด ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มผู้ผลิตได้เป็น 2 กลุ่มหลัก (ศูนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร, 2564) ดังนี้

1) วิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) และผู้ผลิตรายย่อย ผู้ผลิตกลุ่มนี้มักเป็นธุรกิจครอบครัวหรือกิจการขนาดเล็กที่เน้นการผลิตสดใหม่วันต่อวัน มีความยืดหยุ่นสูง และมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับลูกค้าในท้องถิ่น เช่น ตลาดสด ร้านอาหาร และร้านก๋วยเตี๋ยวต่างๆ กระบวนการผลิตอาจเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ โดยใช้เครื่องจักรพื้นฐานผสมผสานกับแรงงานคน จุดแข็งคือสูตรที่เป็นเอกลักษณ์และความสดใหม่ แต่ก็มักแพชญ์ความท้าทายด้านการควบคุมคุณภาพให้สม่ำเสมอ การจัดการของเสีย และต้นทุนการผลิต ซึ่ง บริษัท สูตรชี้นปลาเจี้ยห์ จำกัด ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของงานวิจัยนี้ ก็จัดอยู่ในกลุ่มดังกล่าว

2) ผู้ผลิตรายใหญ่ระดับอุตสาหกรรม เป็นผู้ผลิตที่มีกำลังการผลิตสูง มุ่งเน้นการทำตลาดในวงกว้างผ่านช่องทางไมโครรีเทล เช่น ห้างสรรพสินค้า (Big C, Lotus's), ร้านสะดวกซื้อ (7-Eleven) และการส่งออก กระบวนการผลิตส่วนใหญ่เป็นแบบอัตโนมัติเต็มรูปแบบ มีการลงทุนในเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จำนวนมากและมีมาตรฐานคงที่ ผู้ผลิตกลุ่มนี้ให้ความสำคัญอย่างยิ่งกับระบบการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยในระดับสากล เช่น GMP, HACCP และการยึดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ด้วยเทคโนโลยีการบรรจุที่ทันสมัย (สถาบันอาหาร, 2563)

แม้ว่าขนาดของธุรกิจและระดับของเทคโนโลยีที่ใช้จะแตกต่างกัน แต่ทั้วไปสำคัญของการผลิตสูตรชี้นปลาที่มีคุณภาพนั้นต้องยึดบนหลักการพื้นฐานเดียวกัน นั่นคือการสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทั้งในด้านรสชาติที่กลมกล่อมและเนื้อสัมผัสที่เหนียวเฉื่อย อันเป็นเอกลักษณ์ ควบคู่ไปกับการรับประทานความปลอดภัยสูงสุดในการบริโภค การจะบรรลุซึ่งคุณภาพดังกล่าวได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยการควบคุมปัจจัยสำคัญสองประการอย่างเข้มงวด คือ การคัดสรรวัตถุคุณภาพที่ดี และ การบริหารจัดการกระบวนการผลิตที่ได้มาตรฐาน ในทุกขั้นตอน โดยแต่ละขั้นตอนล้วนมีหน้าที่สำคัญในการตรวจสอบคุณภาพให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่มีคุณค่าและเป็นไปตามความคาดหวังของลูกค้า (ชัยพร กวนธิรภพ, 2558; พิมพ์เพ็ญ พรเนตรพงศ์ และนิชิยา รัตนานปนนท์, 2566) ซึ่งมีขั้นตอนหลักดังนี้

1) การบดและผสม เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการสร้างเนื้อสัมผัส โดยนำเนื้อปลา มาบดในเครื่องบดผสมพร้อมกับเกลือและน้ำแข็ง เพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้โปรตีนเสื่อมสภาพ จากนั้นจึงเติมส่วนผสมอื่นๆ เช่น แป้งและเครื่องปรุงรส แล้วผสมให้เข้ากันจนเกิดเป็นเนื้อเดียวที่เหนียวขึ้น แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการบดและผสมเนื้อปลา
(ที่มา : ทักษิณย์และภาวิตร, 2567)

จากภาพที่ 2.1 แสดงผลลัพธ์สุดท้ายของการบดผสม ซึ่งคือเนื้อปลา บดละเอียดที่มีลักษณะเหนียวขึ้นและเป็นเนื้อเดียวกัน ที่เรียกว่า "ชูริมิ" สถานะนี้เกิดขึ้นจากการที่โปรตีนไม่ໄオไฟบริล ไนเนื้อปลาถูกสกัดออกมากและคลายตัวในระหว่างการบดผสมกับเกลือ โปรตีนเหล่านี้จะเริ่มสานต่อ กันเป็นโครงสร้างร่างตาข่ายสามมิติที่ซับซ้อน ซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญในการกักเก็บโมเลกุลของน้ำไว้ภายในโครงสร้าง คุณสมบัตินี้ในการ สร้างเจลนี้เองที่เป็นหัวใจสำคัญ ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นเนื้อสัมผัสที่มีความยืดหยุ่น การเกาะตัวกัน และความแน่นหนึบ ที่ผู้บริโภครับรู้ได้ในรูปของ "ความเด้ง" อันเป็นเอกลักษณ์ของลูกชิ้นปลาคุณภาพดี ดังนั้น คุณภาพของชูริมิในขั้นตอนนี้จึงเป็นตัวชี้วัดสำคัญและเป็นราศีฐานสำหรับคุณภาพของผลิตภัณฑ์สุกี้ที่จะเข้าสู่ ขั้นตอนการขึ้นรูปต่อไป

2) การขึ้นรูป เป็นขั้นตอนที่แปรสภาพเนื้อชูริมิให้กล้ายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงตามที่ต้องการ โดยนำเนื้อปลาบทที่ได้มาขึ้นรูปเป็นทรงกลม ซึ่งในระดับอุตสาหกรรมจะใช้เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ เพื่อความคุ้มให้ผลิตภัณฑ์ทุกลูกมีขนาดและน้ำหนักที่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการสร้างมาตรฐานสินค้าและการยอมรับของผู้บริโภค ขั้นตอนนี้ถือเป็นจุดวิกฤตของสายการผลิต เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่กำหนดลักษณะทางกายภาพสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น ประสิทธิภาพและความแม่นยำของเครื่องขั้นรูปส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของ กระบวนการขึ้นรูป ด้วยเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ แสดงดังในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กระบวนการขึ้นรูปลูกชิ้นปลาด้วยเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ
(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2567)

จากการที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปลูกชิ้นปลาโดยใช้เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์โดยตรง กระบวนการเริ่มต้นจากพนักงานนำเนื้อชูริมิที่ผสมเสร็จแล้วมาใส่ลงในรายป้อนวัตถุดิบของเครื่อง จากนั้นเครื่องจัดทำทำงานโดยอัตโนมัติ โดยใช้แรงดันและกลไกในการตัดและปั้นเนื้อปลาให้มีลักษณะเป็นทรงกลมตามขนาดที่ตั้งค่าไว้ ความแม่นยำและเสถียรภาพของเครื่องจัดทำในขั้นตอนนี้ถือเป็นปัจจัยวิกฤตเนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อรูปทรงของผลิตภัณฑ์ และเป็นสาเหตุหลักของการเกิดของเสีย "ลูกชิ้นไม่กลม" หากเครื่องจัดทำชำรุดการบำรุงรักษาที่ดี

3) การทำให้สุก ขั้นตอนนี้เป็นมากกว่าการทำให้ผลิตภัณฑ์สุก แต่เป็นกระบวนการสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อเนื้อสัมผัสและความปลอดภัยของลูกชิ้นปลา โดยทั่วไปจะใช้เทคนิคการให้ความร้อน 2 ระดับ เริ่มจากการลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิต่ำ (40 ถึง 50°C) ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการกระตุนให้โปรตีนในเนื้อปลาเริ่มก่อตัวเป็นโครงสร้างเจล ทำให้ลูกชิ้นที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แน่นและมีความยืดหยุ่น ซึ่งเป็นที่มาของลักษณะ "ความเด้ง" อันเป็นที่ต้องการ จากนั้นจึงนำไปดุมในน้ำเดือดที่อุณหภูมิสูง (90°C) เพื่อให้ลูกชิ้นสุกอย่างทั่วถึงและทำให้โครงสร้างเจลคงรูปอย่างสมบูรณ์ ขณะเดียวกันความร้อนสูงยังทำหน้าที่ในการพาสเจอร์ไรส์ เพื่อทำลายเชื้อจุลทรรศ์ที่อาจปนเปื้อน ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยสูงสุดสำหรับผู้บริโภค กระบวนการด้มลูกชิ้นปลาเพื่อให้สุกอย่างสม่ำเสมอแสดงดังภาพที่ 2.3

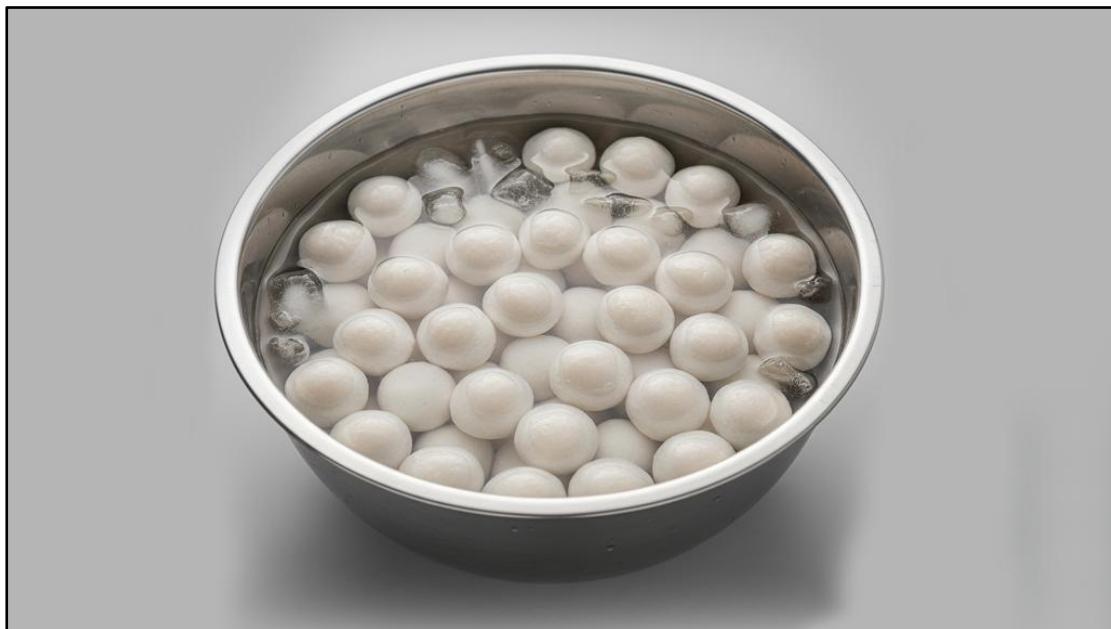


ภาพที่ 2.3 กระบวนการด้มลูกชิ้นปลา

(ที่มา : ทักษ์ดันย์และการ, 2567)

จากภาพที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการด้มลูกชิ้นปลา ซึ่งเป็นขั้นตอนการให้ความร้อนขั้นสุดท้ายเพื่อให้ผลิตภัณฑ์สุกอย่างสมบูรณ์และปลอดภัยต่อการบริโภค ในภาพแสดงการใช้กรงชอน คนลูกชิ้นในหม้อต้มขนาดใหญ่ เพื่อให้ความร้อนกระจายตัวอย่างทั่วถึงและป้องกันไม่ให้ลูกชิ้นติดกัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้ลูกชิ้นทุกลูกสุกสม่ำเสมอและมีคุณภาพตามมาตรฐานก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการทำให้เย็นต่อไป

4) การทำให้เย็น ทันทีที่ต้มสุก เป็นขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดคุณภาพสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ทั้ง ในด้านเนื้อสัมผัสและความปลอดภัย ทันทีที่ต้มสุก ลูกชิ้นจะถูกนำมาราดในน้ำเย็นจัดหรือน้ำแข็ง ซึ่งเป็นกระบวนการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วที่เรียกว่า "การนีกน้ำแข็ง" การทำเช่นนี้มีวัตถุประสงค์หลักหลายประการ ประการแรก เพื่อหยุดกระบวนการสุกที่อาจดำเนินต่อไปจากความร้อนที่สะสมอยู่ภายใน ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้ลูกชิ้นสุกเกินไปจนเนื้อสัมผัสและหรือกระด้าง ประการที่สองและสำคัญที่สุด คือการทำให้โครงสร้างเซลล์ของโปรตีนที่ก่อตัวขึ้นเกิดการหดตัวและเซตตัวอย่างสมบูรณ์ กระบวนการการทำให้เย็นซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการสร้างคุณภาพของลูกชิ้น และดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กระบวนการทำให้เย็น

(ที่มา : ทักษ์ดันย์และภาวิตร, 2567)

จากภาพที่ 2.4 แสดงขั้นตอน การทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว หรือที่เรียกว่า "การนีกน้ำแข็ง" ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการกำหนดเนื้อสัมผัสสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ โดยลูกชิ้นที่ผ่านการต้มสุกจะถูกนำไปแช่ในภาชนะที่บรรจุน้ำเย็นจัดและน้ำแข็งทันที การลดอุณหภูมิอย่างฉับพลันนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อยุดกระบวนการสุก และที่สำคัญคือช่วยให้โครงสร้างเซลล์ของโปรตีนเกิดการหดตัวและเซตตัวอย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้ได้ลูกชิ้นที่มีเนื้อสัมผัสแน่นและเด้ง ตามคุณภาพที่ต้องการ

5) การบรรจุและจัดจำหน่ายเป็นขั้นตอนสุดท้ายที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการป้องกันผลิตภัณฑ์, ยืดอายุการเก็บรักษา, และให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภค, โดยมีวิธีการที่แตกต่างกันไปตามขนาดของธุรกิจ ซึ่งสำหรับ SMEs นักใช้การบรรจุแบบธรรมชาติเพื่อการจำหน่ายรายวัน ในขณะที่ผู้ผลิตรายใหญ่นิยมใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอย่างการบรรจุแบบสูญญากาศ หรือการบรรจุแบบปรับสภาพบรรยายการ เพื่อวางแผนจำหน่ายในช่องทางโมเดร์นเทรด, และท้ายที่สุดผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจะต้องถูกจัดเก็บและจัดจำหน่ายภายใต้สภาพควบคุมอุณหภูมิ เพื่อรักษาคุณภาพและความปลอดภัยจนถึงมือผู้บริโภค แสดงดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 การบรรจุลูกชิ้นปลา

(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2567)

จากภาพที่ 2.5 แสดง กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ด้วยเครื่องบรรจุแบบสูญญากาศ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษา ในขั้นตอนนี้ ลูกชิ้นที่ผ่านการซั่งน้ำหนักตามปริมาณที่กำหนดแล้วจะถูกนำมารรจุลงในถุงพลาสติก จากนั้นเครื่องจักรจะทำการดูดอากาศออกจากบรรจุภัณฑ์จนหมด และทำการปิดผนึกด้วยความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศและจุลินทรีย์จากภายนอกเข้าไปได้ วิธีการนี้สามารถยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ต้องการอากาศและฉลodor การเตือนภัยทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาได้นานขึ้น หมายสำหรับการจัดจำหน่ายในช่องทางโมเดร์นเทรด

เพื่อให้กระบวนการผลิตดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เครื่องจักรและอุปกรณ์จึงเข้ามา มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ในแต่ละขั้นตอน โดยเฉพาะในระดับ SMEs ไปจนถึงระดับอุตสาหกรรม ซึ่งเครื่องจักรหลักที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณภาพของลูกชิ้นปลา มีดังนี้

1) เครื่องบดสับและผสม เป็นเครื่องจักรค่านแรกที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างเนื้อสัมผัสของลูกชิ้น ทำหน้าที่บดเนื้อปลาให้ละเอียดและผสมกับส่วนผสมต่างๆ เช่น เกลือ, น้ำแข็ง, และเครื่องปรุงรส จนกลายเป็นเนื้อเดียว กัน เครื่องจักรประเภทนี้มีหลายรูปแบบ ตั้งแต่เครื่องบดแบบใบมีดหมุน ไปจนถึงเครื่องผสมแบบเกลียว การทำงานของเครื่องนี้ ส่งผลโดยตรงต่อการสกัดโปรตีนในปลา ไฟเบอร์ ซึ่งเป็นโปรตีนที่ทำให้เกิดความเหนียวเด้ง (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2566) หากความเร็วตอบ, ความคมของใบมีด, หรือระยะเวลาในการผสมไม่เหมาะสม อาจทำให้เนื้อปลาเหลวหรือไม่จับตัวเป็นก้อน ส่งผลให้ลูกชิ้นที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่ผิดเพี้ยน แสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 เครื่องบดผสมเนื้อปลาที่ใช้ในอุตสาหกรรม

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 2.6 แสดงตัวอย่างเครื่องบดสับและผสม ที่ใช้ในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งประกอบด้วย โอดสมบนาคใหญ่และชุดใบมีดที่หมุนด้วยความเร็วสูง ในกระบวนการนี้ เนื้อปลาจะถูกบดสับให้ละเอียดอย่างรวดเร็วพร้อมกับการผสมส่วนประกอบอื่นๆ

2) เครื่องจักรนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของงานวิจัยฉบับนี้ เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ส่งผลโดยตรงต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และเป็นแหล่งกำเนิดหลักของของเสียประเภท "ลูกชิ้นไม่กลม" โดยหลักการทำงานคือเครื่องจะใช้แรงดันและกลไกในมีดในการตัดและขีดรูปเนื้อปลาที่ป้อนผ่านกรวยบรรจุให้เป็นก้อนกลม โดยอัตโนมัติ ก่อนปล่อยลงในน้ำร้อนเพื่อลวกต่อไป (Arsana et al., 2020) อย่างไรก็ตาม คุณภาพของลูกชิ้นที่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยวิภาคุณภาพ ได้แก่ ความสม่ำเสมอของแรงดันในการป้อนเนื้อปลา, สภาพของชุดใบมีดและแม่พิมพ์ ที่หากสึกหรอจะทำให้รูปทรงบิดเบี้ยว, และ ความเสถียรของความเร็วรอบมอเตอร์ ที่ควบคุมจังหวะการตัด ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อขนาดและรูปทรงของผลิตภัณฑ์ (Kusuma et al., 2022) ดังนั้น การบำรุงรักษาซึ่งป้องกันและการตั้งค่าเครื่องจักรให้ถูกต้องตามมาตรฐานจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดของเสียในขั้นตอนนี้ เครื่องปั้nlูกชิ้นอัตโนมัติแสดงดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 เครื่องปั้nlูกชิ้นอัตโนมัติที่ใช้ในบริษัทกรณีศึกษา

(ที่มา : ทักษิณย์และภาวิต, 2567)

จากภาพที่ 2.7 แสดง เครื่องปั้nlูกชิ้นอัตโนมัติ ที่ใช้ในบริษัทกรณีศึกษา ซึ่งแสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานจริงที่พนักงานนำเนื้อปลาที่ผสมเสร็จแล้วมาใส่ในกรวยป้อนวัตถุคิบ จากนั้น เครื่องจักรจะทำหน้าที่ขีดรูปเนื้อปลาให้เป็นลูกชิ้นทรงกลม โดยอัตโนมัติ ภาพนี้จึงแสดงให้เห็นถึง จุดวิภาคุณภาพในกระบวนการผลิต ซึ่งประสิทธิภาพและความแม่นยำของเครื่องจักรในขั้นตอนนี้

3) ชุดหม้อต้มและอ่างน้ำเย็น หลังจากขึ้นรูป ลูกชิ้นจะเข้าสู่ระบบการทำให้สุก ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิและเวลาในขั้นตอนนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากส่วนใหญ่ต้องต่อเนื่องสัมผัส และ ความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ จากเชื้อจุลินทรีย์ (สถาบันศัลศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร, 2559) ดังแสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 สายพานการต้มและทำให้เย็นในโรงงานอุตสาหกรรม

(ที่มา: Lonkia Machinery, ม.ป.ป.)

จากภาพที่ 2.8 แสดงเครื่องต้มและทำความเย็นแบบสายพานต่อเนื่อง ซึ่งเป็นระบบอัตโนมัติที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ โดยเครื่องจะลำเลียงลูกชิ้นผ่านส่วนการต้มและทำความเย็นด้วยเวลาและอุณหภูมิที่ควบคุมไว้อย่างแม่นยำ การทำงานแบบต่อเนื่องนี้ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ทุกถูกสุกอย่างสม่ำเสมอ จึงสามารถควบคุมคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยสรุปกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาในอุตสาหกรรมไทยมีความหลากหลายด้วยแต่ละด้านวิชาชีพขนาดย่อม ไปจนถึงผู้ผลิตรายใหญ่ แม้จะมีเทคโนโลยีที่แตกต่างกัน แต่ยังคงมีขั้นตอนพื้นฐานที่คล้ายคลึงกัน 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การบดและผสม, การขึ้นรูป, การทำให้สุก, การทำให้เย็น, และการบรรจุ ซึ่งแต่ละขั้นตอนต้องอาศัยเครื่องจักรเฉพาะทางในการควบคุมคุณภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องบีบลูกชิ้นอัตโนมัติ ในขั้นตอนการขึ้นรูป ซึ่งถือเป็นจุดวิกฤตที่ส่งผลโดยตรงต่อลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์

2.2.2 ลีน ซิกซ์ ซิกมา

ลีน ซิกซ์ ซิกมา เป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการบูรณาการจุดแข็งของสองแนวคิดหลักเข้าไว้ด้วยกัน (ปิยะธิดา การสร้าง, 2564) แนวคิดแรกคือ ลีน ซึ่งมีรากฐานจากการผลิตของโตโยต้า มีเป้าหมายเพื่อกำจัดของเสีย, ปรับปรุงประสิทธิภาพ และพัฒนาระบวนการให้รวดเร็วที่สุด ส่วนแนวคิดที่สองคือ ซิกซ์ ซิกมา ซึ่งเป็นแนวทางที่มุ่งเน้นการลดความแปรปรวนในกระบวนการและขัดข้องพร่อง โดยใช้เครื่องมือทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ แม้ว่าทั้งสองแนวทางจะสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพได้แต่ก็มีข้อจำกัดเมื่อใช้เพียงแนวทางเดียว แนวทางลีนอาจไม่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติขั้นสูง ขณะที่ซิกซ์ ซิกมาเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถกำจัดความสูญเปล่าได้ทุกประเภท ดังนั้น การบูรณาการสองแนวคิดนี้เข้าด้วยกันจึงเกิดเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถปรับปรุงกระบวนการให้เหมาะสมที่สุด โดยการลดทั้งความสูญเปล่าและข้องพร่องไปพร้อมกัน ส่งผลให้ต้นทุนลดลงและสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าได้ยิ่งขึ้น.

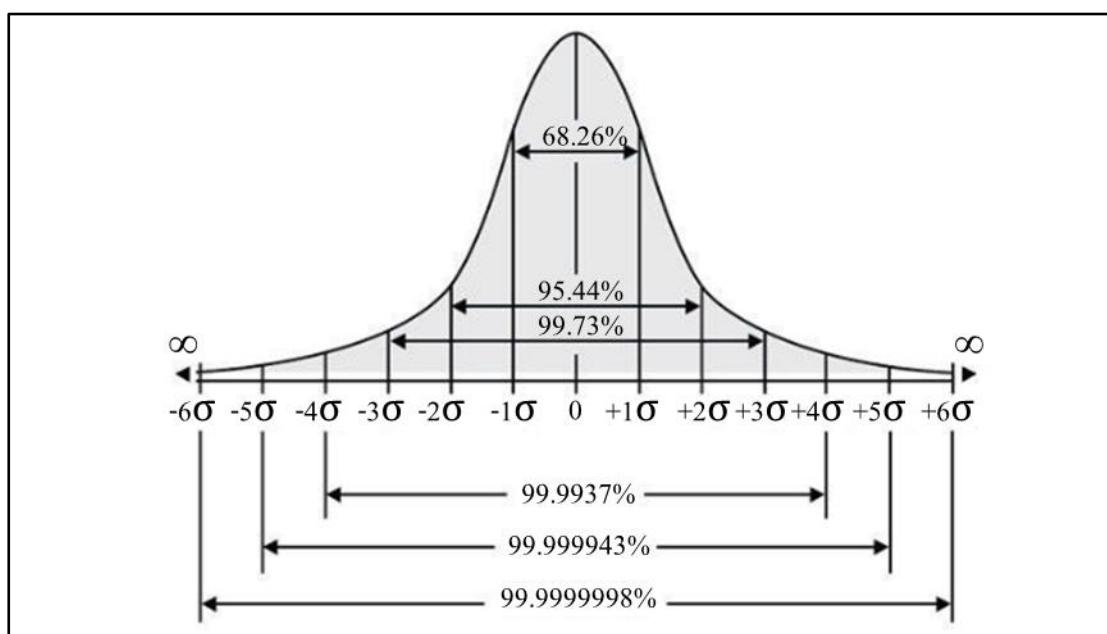
กรอบแนวคิดของซิกซ์ ซิกมา (Sigma) เป็นคำมาจากอักษรกรีก ซึ่งสัญลักษณ์ Sigma (σ) เป็นหน่วยวัดทางสถิติใช้ในการกำหนดค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกระบวนการ เพื่อวัดการกระจายตัวของข้อมูลที่มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยมาตรฐาน ในกรณีที่ค่าซิกมาอยู่ในระดับสูงแสดงว่ามีความแปรปรวน (การกระจายตัวของข้อมูล) อยู่ในระดับสูง ดังนั้นกระบวนการ Six Sigma มีข้องพร่อง น้อยกว่ากระบวนการ 30, 40 หรือ 50 ซึ่งสอดคล้องกับความล้มเหลวค้านคุณภาพประมาณ 3.4 รายการต่อหนึ่งล้านชิ้นส่วนที่ผลิต ดังตารางที่ 2.1 (Truscott, 2003)

ตารางที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบอร์เซ็นต์และความผิดพลาดที่มีโอกาสเกิดขึ้นต่อโอกาส ล้านครั้งภายในแต่ละระดับ

Six-Sigma Sigma value	Faults (or events) per million opportunities	Yield (%)
1	691462	30.85
2	308538	69.146
3	66807	93.319
4	6210	99.379
5	233	99.9767
6	3.4	99.99966

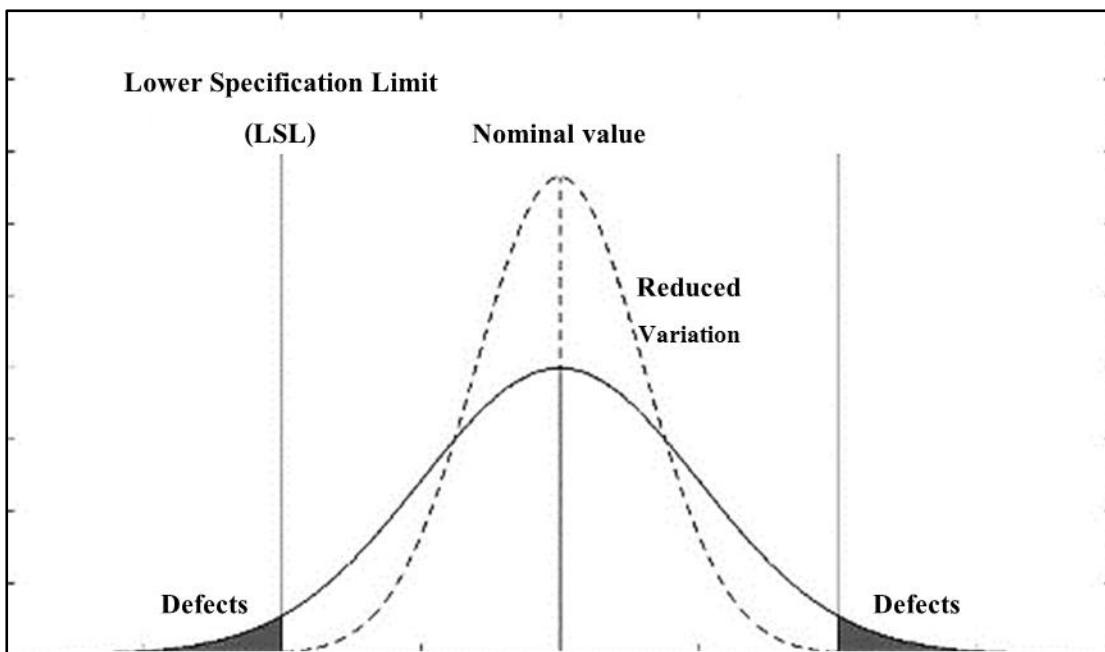
(ที่มา : Truscott W, 2546)

การวัดระดับคุณภาพในกระบวนการผลิตตามหลักของซิกม่า แสดงดังภาพที่ 2.9 ภาพมีขนาดแคบลงเมื่อการกระจายตัวของข้อมูลน้อย ค่าซิกมาหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีขนาดเล็กลง เมื่อพิจารณาที่ 11 ทำให้เกิดข้อบกพร่อง 691462.5 ต่อโอกาสหนึ่งล้านครั้ง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่น่าพอใจเพียงร้อยละ 30.854 เท่ากับว่าสินค้าและบริการมีประสิทธิภาพต่ำ และไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ภายใต้ระดับของ สามซิกมา แสดงให้เห็นถึงโอกาสเกิดข้อบกพร่อง 66807.2 ต่อโอกาสหนึ่งล้านครั้ง โดยให้ผลลัพธ์คือร้อยละ 93.319 ซึ่งตัวเลขอยู่ในระดับที่ดี อย่างไรก็ตามยังคงเกิดข้อบกพร่องสูงและไม่สามารถตอบสนองลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.9 การกระจายตัวให้เส้นโถึงปกติของแนวทาง Six Sigma
(ที่มา : Jones, 2562)

จากภาพที่ 2.9 ภาพแสดงการกระจายตัวภายใต้เส้นโถึงปกติในลักษณะคล้ายรูประฆังกว่าภายในข้อพิจารณาที่ 16 แสดงให้เห็นว่ากระบวนการทำงานต่างๆภายใต้ข้อกำหนดของ 60 มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเพียง 3.4 รายการต่อ 1 ล้านชิ้นส่วน หรืออีกนัยหนึ่งคือสามารถผลิตสินค้าที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานได้ถึงร้อยละ 99.99966 โดยไม่เกิดข้อบกพร่องหรือของเสียโดยทั่วไป Six Sigma ของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ แสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 กระบวนการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์โดยลดความผันแปร
(ที่มา : Zhan & Xuru, 2559)

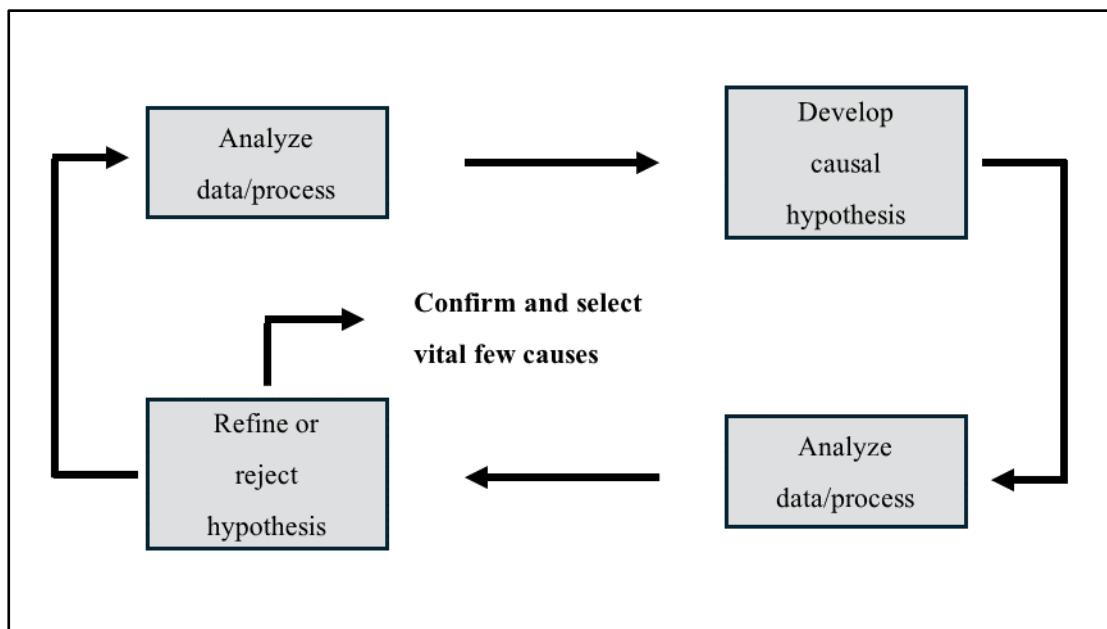
กระบวนการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของซิกซ์ ซิกมา โดยทั่วไปประกอบด้วยกระบวนการในการดำเนินงาน 5 ขั้นตอน หรือเรียกว่า DMAIC คือ ขั้นตอนการระบุปัญหา (Define phase) ขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา (Measure phase) ขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา (Analyze phase) ขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุง (Improve phase) และขั้นตอนสุดท้าย ขั้นตอนการควบคุมและติดตามหลังการปรับปรุง (Control phase) (El-Haik & Al-Aomar, 2006) วิธีการปรับปรุงคุณภาพอย่างเป็นระบบช่วยในการแก้ปัญหาของข้อมูลพร่องที่พบเจอ ซึ่งมีส่วนช่วยให้ดันทุนต่ำลง และได้บริการหรือผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของลูกค้า (Antony et al., 2019) โดยมีรายละเอียดการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นตอนการระบุปัญหา (Define phase: D) การระบุปัญหาเป็นขั้นตอนแรกที่มีความสำคัญของแนวทาง DMAIC เพื่อปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยกำหนดปัญหาแบบเฉพาะเจาะจง ไม่คลุมเครือยกตัวอย่าง เช่น คำจำกัดความควรอธิบายปัญหาอย่างถูกต้องด้วยการแสดงตัวเลข เช่น “สินค้าชำรุดรูปที่เสียหายจากสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 17 ในช่วงสามเดือนที่ผ่านมา” (Gupta, 2015) คำจำกัดความของปัญหาหรือโครงการไม่ควรใช้คำว่า “คุณภาพลดลง” ซึ่งในขั้นตอนการผลิตเมื่อเชื่อปัญหาสินค้าเสียหายจากการกระบวนการผลิต บางทีสาเหตุอาจเกิดจากเครื่องจักรบางตัวเสียหายแต่คุณภาพสินค้ายังดีอยู่ โดยทีมต้องร่วมกันระดม

ความคิดเพื่อเข้าใจและระบุปัญหาได้อย่างชัดเจน และปัญหานั้นต้องมีความสำคัญเพื่อตอบสนอง ความต้องการของลูกค้าได้อย่างสูงสุดในขั้นตอนของการเลือกปัญหาจะเริ่มจากการกำหนดตัวลูกค้า และศึกษาความต้องการ

2) ขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา (Measure phase: M) เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น สินค้า สำเร็จรูปที่เสียหายจากสาเหตุการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 17 ในช่วงสามเดือนที่ผ่านมา ดังนั้นต้องมีการเก็บข้อมูลเพื่ออธิบายถึงปัญหาเพิ่มเติมว่าสินค้าเสียหายเมื่อใดและมีระดับความเสียหายระดับใด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่สำคัญในการปรับปรุงปัญหาที่พบในกระบวนการต่างๆ

3) ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analyze phase: A) เมื่อมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมเรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหา นำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุดและถูกต้องที่สุด ระบุความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพการดำเนินงานในปัจจุบันและเป้าหมายที่ต้องการ หลังจากนั้นประเมินทรัพยากรที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย เพื่อวางแผนวิธีการหรือกลยุทธ์ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้แก้ปัญหา (Smetkowska & Mrugalska, 2018) โดยภาพรวมของกระบวนการในขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา จะแสดงดังภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 ขั้นตอนการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในแนวทาง DMAIC (Tang et al., 2007)
(ที่มา : Tang, Gho, Yam & Yoap, 2550)

4) ขั้นตอนการแก้ไขปรับปรุง (Improve phase: I) หลังจากวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา จนนั้นจึงหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจะต้องมีการวางแผนอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและมีการวางแผนสำรองเพื่อกรณีที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากนั้นจะต้องรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาประกอบการวัดผลการแก้ไขปัญหาได้สำเร็จและนำไปสู่ผลลัพธ์ที่มีการเปลี่ยนไปในทางที่ดีขึ้น ได้และตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

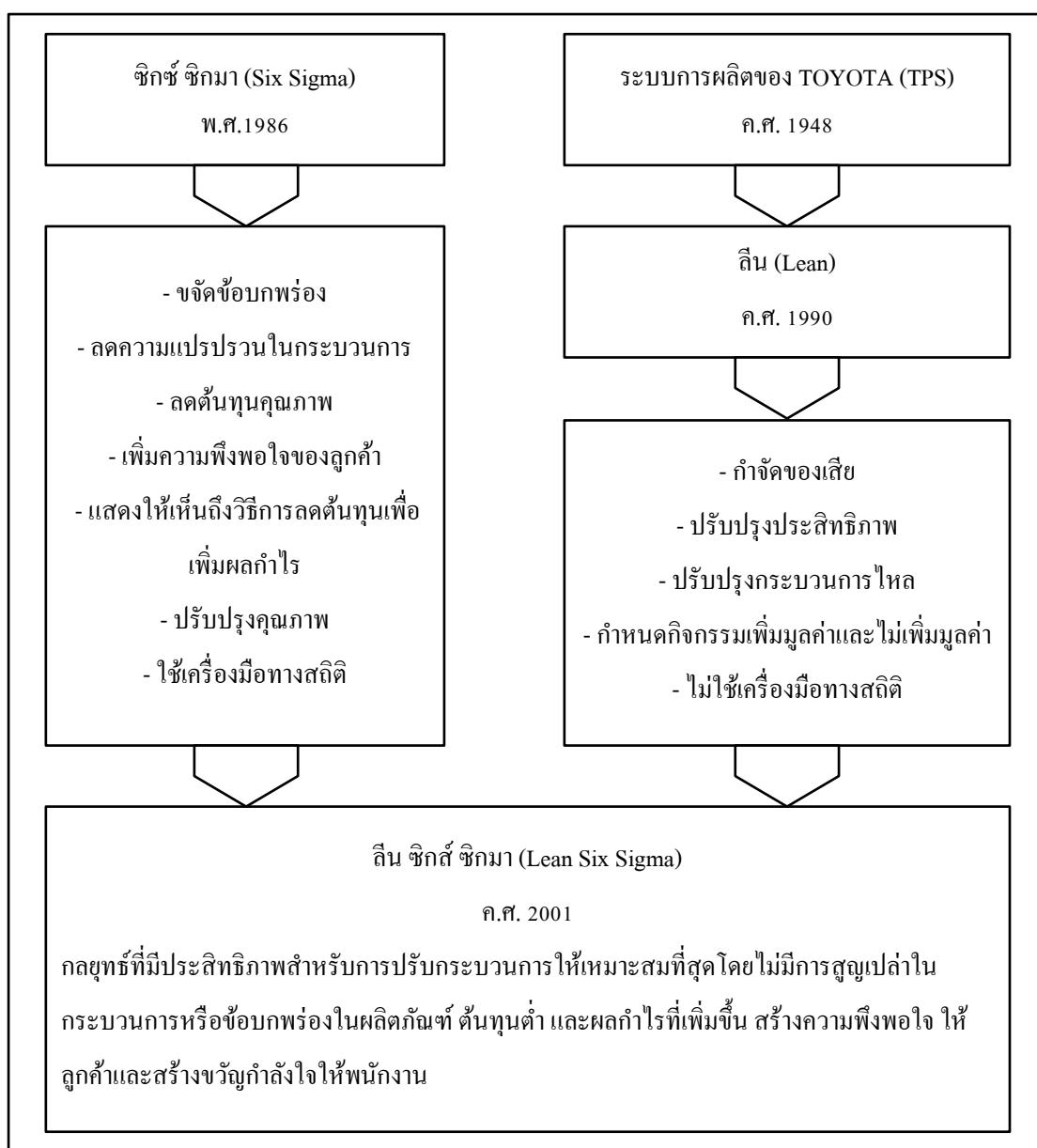
5) ขั้นตอนการควบคุมและติดตามหลังการปรับปรุง (Control phase: C) เป้าหมายของขั้นตอนการควบคุม คือ การตรวจสอบเพื่อให้แน่ใจว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างแท้จริง โดยต้องมีการวางแผนในการตรวจสอบ เช่น กำหนดตารางเวลาในการติดตามผล ระบุชื่อผู้ตรวจสอบอย่างชัดเจน เป็นต้น รวมถึงการคาดการณ์ในอนาคตเพื่อจัดทำแผนการในกรณีที่วิธีการแก้ไขปัญหาเดิมมีประสิทธิภาพลดลง สุดท้ายรวมปัญหาและวิธีการแก้ไขที่สำคัญโดยบันทึกไว้เป็นเอกสารเพื่อสำหรับการค้นหาและนำไปใช้ในการดำเนินงานด้านอื่นๆ เครื่องมือที่นิยมใช้ในขั้นตอนนี้ ได้แก่ ระบบควบคุมการทำงาน 5S, Control Charts และ Poka-Yoke เป็นต้น

2.2.3 การผลิตแบบลีน

ถึงแม้ว่าแนวทางลีน และ แนวทางซิกซ์ ซิกมาสามารถช่วยปรับปรุงคุณภาพในกระบวนการสำคัญ แต่ก็มีข้อจำกัดบางประการ (George, 2002) อธิบายว่าแนวทางลีนไม่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งต้องใช้วิเคราะห์ข้อมูลอย่างเข้มข้นและเครื่องมือทางสถิติก็ขั้นสูง ซึ่งลีนมุ่งเน้นไปที่การให้ผลของงาน ในขณะที่การประยุกต์ใช้แนวทางซิกซ์ ซิกมาภายในองค์กรไม่สามารถกำจัดของเสียทุกประเภทออกจากกระบวนการทางธุรกิจได้ (Alblawi et al., 2015) ในบางปัญหาไม่จำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานในการรวบรวมข้อมูลเพื่อแก้ไข ซึ่งแนวทางลีนมีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากใช้เวลาไม่มากในการรวบรวมข้อมูลและบรรลุผลในได้อย่างรวดเร็ว

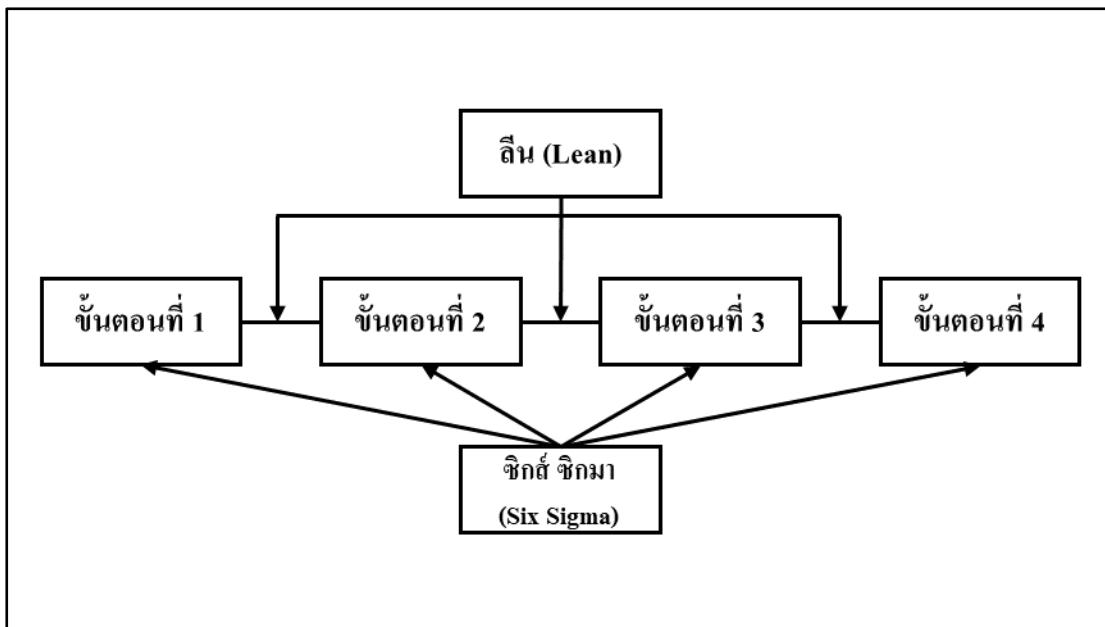
ดังนั้นจึงมีการนำแนวทางลีน และแนวทางซิกซ์ ซิกมา บูรณาการเข้าด้วยกัน ก่อให้เกิดแนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา ซึ่งเป็นวิธีการขัดความสูญเปล่าและข้อบกพร่อง สร้างกลยุทธ์ที่ มีประสิทธิภาพมากขึ้นสำหรับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง รวมถึงปรับปรุงสภาพการทำงานเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น (Antony et al., 2019) ตามตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของวิธีการแบบเก่า และวิธีการของลีน ซิกซ์ ซิกมา บริษัทหลายแห่งนำแนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ในองค์กรและประสบความสำเร็จอย่างมาก ไม่เพียงแต่ในด้านการผลิตเท่านั้น แต่ยังรวมถึงอุตสาหกรรมบริการด้วย เนื่องจากแนวทางลีนคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าและทำให้ลูกค้าพึงพอใจ รวมถึงสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับลูกค้าใน

ปัจจุบันและในอนาคต ดังนั้นการบูรณาการสองแนวทางนี้แสดงดังภาพที่ 2.12 และ 2.13 ทำให้องค์กรมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยให้บรรลุผลการปฏิบัติงานที่เร็วกว่าการนำแต่ละแนวทางไปปฏิบัติแบบแยกกัน แสดงดังภาพที่ 2.12 และแสดงให้เห็นถึงแนวทางเดินในการปรับปรุงกระบวนการให้เหลือระหว่างขั้นตอนย่อยของกระบวนการผลิต และแนวทางซิกซ์ ซิกมา ในการปรับปรุงภายในขั้นตอนย่อยของกระบวนการผลิต



ภาพที่ 2.12 การบูรณาการของแนวทางลีน และแนวทางซิกซ์ ซิกมา

(ที่มา : Albliwi, Antony and halim Lim, 2558)



ภาพที่ 2.13 กรอบแนวคิดของแนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา

(ที่มา : Singh & Rathi, 2019)

ขั้นตอนในการดำเนินการของแนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา ใช้ขั้นตอน DMAIC ของแนวทางซิกซ์ ซิกมา ซึ่งมีอยู่ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกระบุปัญหาโดยใช้เครื่องมือแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value stream map) และ แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow Process Chart) เพื่อให้เห็นภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดจากมุมมองของลูกค้าและวิเคราะห์สิ่งที่จำเป็นเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า (Zhan & Xuru, 2016) ขั้นที่สอง วัดประสิทธิภาพของกระบวนการและเก็บข้อมูลเพื่ออธิบายถึงปัญหาโดยประยุกต์ใช้เครื่องมือแผนภูมิ Pareto (Pareto chart) เพื่อวิเคราะห์ความถี่ของปัญหาหรือสาเหตุ ขั้นที่สาม การวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหาและข้อบกพร่อง โดยการใช้เครื่องมือ การวิเคราะห์สาเหตุของลักษณะข้อบกพร่องและผลกระบวนการ (Failure Mode and Effect Analysis: FMEA) หรือ ผังแสดงเหตุ และผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น ขั้นที่สี่ ปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยระบุและกำจัดสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อแก้ปัญหาจากการวิเคราะห์ระบบที่ซับซ้อนซึ่งมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์และไม่สามารถแยกปัจจัยหรือตัวแปรหนึ่งออกจากปัจจัยอื่นได้ ขั้นสุดท้าย ควบคุมกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงและวางแผนสำหรับกระบวนการในอนาคต โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือ แผนการควบคุมคุณภาพ ในการบันทึกและควบคุมกระบวนการให้ได้ประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบวิธีการแบบเก่า และแบบใหม่ (Lean Six Sigma)

ปัจจุหำที่พน	วิธีแก้ไขเดิม	วิธีแก้ไขใหม่ (Lean Six Sigma)
ด้านการออกแบบ	ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์	ความสามารถในการผลิต ผลิตภัณฑ์
การวิเคราะห์	จากประสบการณ์	จากข้อมูล
ปัญหา	แก้ไขปัญหา	ป้องกันการเกิดปัญหา
การผลิต หรือ การขึ้นรูป	ทดลองและหาข้อผิดพลาด	ออกแบบอย่างมุ่งมั่นและ แข็งแกร่ง
ระดับสินค้าคงคลัง	ผลิตในปริมาณสูง	ปริมาณการผลิตน้อยตาม ต้องการ
บุคลากร	ต้นทุนของบริษัท	ทรัพยากรสินของบริษัท
การจัดการ	ต้นทุน และ เวลา	คุณภาพ และ เวลา
เบื้องหนายของพนักงาน	บริษัท	ลูกค้า
วิศวกรรมผลิตภัณฑ์	ข้อมูลจากลูกค้าน้อย	ข้อมูลจากลูกค้ามาก
มุ่งเน้นที่คุณภาพ	ผลิตภัณฑ์	กระบวนการ
การปรับปรุงกระบวนการ	ใช้เทคนิคหุ่นยนต์ในการแก้ไข	เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ
การตรวจสอบ	จากประสบการณ์	จากสถิติ
แนวโน้มของบริษัท	วางแผนระยะสั้น	วางแผนระยะยาว
ความพึงพอใจของลูกค้า	การผลิตในระดับคุณภาพที่ ยอมรับทางสถิติ	ข้อมูลร่องน้ำอย่าง ปริมาณ ตามที่ลูกค้าต้องการ
ตารางการผลิต	คาดการณ์	ตามคำสั่งซื้อของลูกค้า
ต้นทุนการผลิต	เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง	มั่นคงและลดลงตามลำดับ

(ที่มา : ปีบัชิตา การสร้าง, 2564)

ลีน ชิกซ์ ชิกม่า (Lean Six Sigma) เป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการที่บูรณาการจุดแข็ง ของสองแนวคิดหลักเข้าไว้ด้วยกัน คือ การผลิตแบบลีน (Lean) ที่มุ่งเน้นการกำจัดความสูญเปล่า (Waste) และ ชิกซ์ ชิกม่า (Six Sigma) ที่มุ่งเน้นการลดความแปรปรวน (Variation) และจัด ข้อมูลร่องน้ำ (Defects) ในกระบวนการ

โดยมีเป้าหมายเชิงสอดคล้องในการยกระดับคุณภาพของกระบวนการให้มีความสามารถในระดับชิกซ์ ซิกม่า ซึ่งหมายถึงการมีของเสียหรือข้อบกพร่องเพียง 3.4 ชิ้นต่อโอกาสหนึ่งล้านครั้ง (DPMO). การดำเนินงานตามแนวทางนี้จะใช้กรอบการทำงานที่เป็นระบบ 5 ขั้นตอนที่เรียกว่า DMAIC ได้แก่ การนิยามปัญหา (Define), การวัดผล (Measure), การวิเคราะห์ (Analyze), การปรับปรุง (Improve), และการควบคุม (Control) ซึ่งการบูรณาการนี้ทำให้เกิดเป็นกลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล, ลดต้นทุน, และเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้าได้อย่างยั่งยืน

2.2.4 ความสูญเปล่า 7 ประการ

ในส่วนของความสูญเปล่า 7 ประการ หรือ Muda สามารถจำแนกความสูญเปล่า 7 ประการที่สามารถจัดออกจากระบวนการทางธุรกิจเพื่อลดต้นทุนและเวลาได้ (Singh & Rathi, 2019) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ความสูญเปล่าจากการรออยู่ (Waiting) คือ การสูญเสียเวลาจากการที่ว่าง空 หรืออุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานได้ในกระบวนการทำงาน เนื่องจากเวลาในกระบวนการผลิตไม่สม่ำเสมอ รวมถึงการที่พนักงานต้องรอคอกหัววัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อใช้ในการทำงาน เช่น การรอให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประมวลผล ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลให้สินค้าคงคลังมีมากเกินความจำเป็น และก่อให้เกิดต้นทุนแฟงตามมา วิธีการแก้ไข คือ ออกแบบกระบวนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยกำหนดเวลาในแต่ละขั้นตอนให้สม่ำเสมอ และตรวจสอบอุปกรณ์เพื่อหาจุดบกพร่อง

2) ความสูญเปล่าจากการผลิตที่มากเกินไป (Overproduction) เกิดจากการผลิตมากกว่าความต้องการของลูกค้า เช่น เพื่อป้องกันการเสียโอกาสทางการขาย หรือผลิตให้มากที่สุด ในช่วงที่พนักงานว่างงาน ส่งผลให้เกิดต้นทุนการจัดเก็บและต้นทุนในกระบวนการผลิตสูงขึ้น วิธีการแก้ไข คือ ออกแบบและวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า

3) ความสูญเปล่าจากการผลิตของเสียและการปรับปรุงงานเสีย (Rework) เกิดจากการที่ผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน ทำให้ต้องผลิตซ้ำ แก้ไขงานเสีย หรือทิ้งผลิตภัณฑ์ ส่งผลให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น วิธีการแก้ไข มี 4 ขั้นตอน คือ หาจุดบกพร่องที่เกิดขึ้น, วางแผนเพื่อตรวจข้อบกพร่อง ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต, ออกแบบกระบวนการใหม่เพื่อลดข้อบกพร่อง และตรวจสอบให้แน่ใจว่ากระบวนการผลิตได้มาตรฐานและปราศจากข้อบกพร่อง

4) ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Motion) คือ การเคลื่อนไหวหรือการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือชิ้นงาน โดยไม่จำเป็น หากงานต้องอาศัยการเคลื่อนไหวมาก ควรมีการออกแบบกระบวนการใหม่เพื่อลดการเคลื่อนไหวและเพิ่มความปลอดภัยแก่บุคลากร

วิธีการแก้ไข คือ จัดพื้นที่ทำงานให้เป็นสัดส่วน จัดวางวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ใช้บ่อยในตำแหน่งเหมาะสม เพื่อลดการเดิน เอื่อม ยืด หรือดึงเกินความจำเป็น

5) ความสูญเปล่าจากการกระบวนการที่มากเกินไป (Over Processing) คือ การมีขั้นตอนเกินความจำเป็น หรือเพิ่มส่วนประกอบเกินกว่าที่ลูกค้าต้องการ รวมถึงการใช้อุปกรณ์ที่มีความแม่นยำสูงเกินความจำเป็นในกระบวนการผลิต วิธีการแก้ไข คือ ทำความเข้าใจและคำนึงถึงความต้องการของลูกค้า ผลิตสินค้าให้มีคุณภาพตามที่คาดหวัง และทำเฉพาะขั้นตอนที่จำเป็น

6) ความสูญเปล่าจากการสินค้าคงคลังมากเกินความจำเป็น (Inventory) เกิดจากการจัดเก็บวัตถุคงคลังหรือสินค้าสำเร็จรูปในปริมาณมากเกินไป ทำให้นำส่วนไม่สามารถนำไปใช้งานได้ และเกิดการใช้เงินทุนอย่างไม่มีประสิทธิภาพ วิธีการแก้ไข คือ ซื้อวัตถุคงคลังในปริมาณที่เหมาะสม และวางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการ

7) ความสูญเปล่าจากการขนส่งที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transporting) เกิดจากการเคลื่อนย้ายบุคลากร เครื่องมือ วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์มากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์และสูญเสียเวลา วิธีการแก้ไข คือ จัดผังโรงงานให้เหมาะสม และวางแผนกระบวนการผลิตเพื่อลดการเคลื่อนย้ายสิ่งของโดยไม่จำเป็น

2.2.5 หลักการ ECRS

ในการกระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่างๆ แหงอยู่ไม่นักก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรเป็น เช่น ใช้เวลานานในการผลิตสินค้าคุณภาพต่ำ และต้นทุนสูง ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากน้อย แนวคิดหนึ่งที่คิดค้นโดย Mr. Shigeo Shingo และ Mr. Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขัดความสูญเสีย 7 ประการ (Zhan & Xuru, 2016)

หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate), การรวมกัน (Combine), การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งเป็นหลักการง่ายๆ ที่สามารถใช้ในการเริ่มต้นลดความสูญเปล่าหรือ MUDA ลงได้เป็นอย่างดี ในองค์กรธุรกิจทั่วไปจะสามารถแบ่งรูปแบบของการกระบวนการหน่วยงานออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนของงานโรงงานและส่วนของงานสนับสนุน ทั้ง 2 ส่วนนี้สามารถก่อให้เกิดความสูญเปล่าได้ซึ่งอธิบายเป็นตัวอย่างได้ดังนี้ ส่วนแรกคืองานโรงงานซึ่งเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการผลิตสินค้าของบริษัท การลดความสูญเปล่าในการผลิตเป็นสิ่งจำเป็นและควรให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจะหมายถึงต้นทุนของสินค้าที่เพิ่มสูงขึ้น หากสามารถลดความสูญเปล่าลง ได้ก็จะส่งผลให้ประหยัด

ต้นทุนการผลิตลงด้วย ผลที่ตามมาก็คือมีความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่งสูงขึ้น (Liker & Meier, 2006) โดยแนวทางการลด MUDA สามารถทำได้โดยใช้หลักการ ECRS ดังนี้

1) การกำจัด คือ การพิจารณาขั้นตอนการทำงานปัจจุบันและตั้งคำถามว่า "ขั้นตอนนี้ จำเป็นหรือไม่" หากไม่จำเป็นให้ทำการกำจัดทิ้งไป ซึ่งเป้าหมายหลักคือการกำจัดความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการที่พบในการผลิต ได้แก่ การผลิตมากเกินไป, การรอคอย, การขนส่ง/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น, การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์, การเก็บสินค้าคงคลังที่มากเกินไป, การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และของเสีย (Zhan & Xuru, 2016),(Ohno, 1988)

2) การรวมกัน คือ การพิจารณาว่าขั้นตอนการทำงานต่างๆ สามารถนำมาร่วมกันได้ หรือไม่ เพื่อลดจำนวนขั้นตอน โดยรวมลง เช่น จากเดิมเคยทำ 5 ขั้นตอน ก็อาจรวมบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน ทำให้ขั้นตอนที่ต้องทำลดลง การผลิตก็จะสามารถทำได้รวดเร็วขึ้นและลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนลงอีกด้วย (Ohno, 1988)

3) การจัดใหม่ คือ การจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ หรือการจัดผังการทำงานใหม่ เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องและลดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นหรือลดการรอคอย เช่น การสลับลำดับงานบางอย่างเพื่อให้ระบบการขนส่งลดลง หรือการจัดวางอุปกรณ์ให้อยู่ในลำดับที่เหมาะสมกับการใช้งาน (Truscott, 2003)

4) การทำให้ง่าย คือ การปรับปรุงวิธีการทำงานในแต่ละขั้นตอนให้ง่ายและสะดวกขึ้น อาจเป็นการใช้อุปกรณ์ช่วย หรือเครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อให้การทำงานสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำมากขึ้น ซึ่งสามารถลดความผิดพลาดหรือของเสีย ลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และลดความซับซ้อนของงานลง ได้ (ข่าวลับ ศรีไชยแสง, 2555)

การกำจัดความสูญเสีย (7 Wastes) เป็นกุญแจดอกหนึ่งในระบบ Lean Manufacturing ซึ่งเป็นระบบกำจัดความสูญเสียและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ ข้อเสียจากการมี 7 Wastes คือ ใช้เวลาการผลิตนาน สินค้ามีคุณภาพต่ำ และต้นทุนสูง ทั้งนี้กระบวนการผลิตมักจะพบว่ามีความสูญเสียต่างๆ แห่งอยู่ไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นจึงมีแนวคิดเพื่อพยายามลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากamy ซึ่งหากองค์กรไม่ให้ความสนใจ สังเกต และพยายามปรับปรุงแก้ไขวิธีการทำงานนั้นๆ ให้ดีขึ้น ความสูญเสียก็ยิ่งเพิ่มขึ้นเป็น เกตามด้วย ทำให้หน่วยงานหรือองค์กรต้องสูญเสียลูกค้าและกำไรที่ควรจะได้ไป การลดความสูญเสียถือเป็นหน้าที่ของพนักงานและผู้บริหารทุกคน ดังนั้นทุกคนต้องมีความรู้ มีจิตสำนึกในการสังเกตหาสาเหตุ และแนวทางแก้ไขป้องกันเพื่อลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น ซึ่งเป็นหนทางที่ใช้ในการปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตเพื่อความอยู่รอดขององค์กร.

2.2.6 หลักการ 3 จริง

หลักการ 3 จริง หรือที่รู้จักในชื่อภาษาญี่ปุ่นว่า Genba, Genbutsu, และ Genjitsu เป็นแนวคิดและปรัชญาการบริหารจัดการที่มีต้นกำเนิดจากกระบวนการผลิตแบบโตโยต้า และเป็นหัวใจสำคัญของวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หลักการนี้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาโดยยึดหลักความจริง ณ สถานที่เกิดเหตุ เพื่อให้เข้าใจถึง原因แห่งปัญหาที่แท้จริง แทนการตัดสินใจจากข้อมูลทุกชนิด หรือการคาดเดา โถะประชุม แนวคิดนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ และโครงการปรับปรุงกระบวนการต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรม (สราชุติ และคณะ, 2557) หลักการ 3 จริง ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญที่ต้องพิจารณาไปพร้อมกันในการวิเคราะห์ปัญหา ดังนี้

1) Genba (สถานที่จริง) หมายถึง การลงไปยังสถานที่จริง หรือพื้นที่หน้างานที่เกิดปัญหาขึ้น เช่น สายการผลิต คลังสินค้า หรือพื้นที่ให้บริการลูกค้า การลงพื้นที่จริงทำให้สามารถเห็นสภาพแวดล้อม บรรยากาศ และขั้นตอนการทำงานที่เกิดขึ้นจริง ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถรับรู้ได้จากการอ่านรายงานเพียงอย่างเดียว การลงพื้นที่จริงนี้เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญที่สุดในการเริ่มต้นเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ (Ohno, 1988)

2) Genbutsu (ของจริง) หมายถึง การตรวจสอบของจริง หรือวัตถุที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยตรง เช่น ชิ้นงานที่ชำรุด, เครื่องจักรที่ขัดข้อง, หรือเอกสารที่ผิดพลาด การได้สัมผัสและตรวจสอบ "ของจริง" ช่วยให้สามารถสังเกตเห็นความผิดปกติหรือคุณลักษณะเฉพาะที่อาจเป็นสาเหตุของปัญหา ได้ ซึ่งการดูจากรูปถ่ายหรือวิดีโออาจให้ข้อมูลไม่เพียงพอ (สราชุติ และคณะ, 2557)

3) Genjitsu (สถานการณ์จริง) หมายถึง การทำความเข้าใจสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลาหนึ่น ซึ่งรวมถึงการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (เช่น อัตราของเสีย, รอบเวลาการทำงาน) และข้อมูลเชิงคุณภาพ (เช่น การพูดคุยหรือสัมภาษณ์พนักงานที่หน้างาน) เพื่อให้ทราบถึงลำดับเหตุการณ์และสภาพการณ์ที่เป็นจริงทั้งหมด ไม่ใช่ข้อมูลที่ผ่านการตีความหรือสรุปมาแล้ว (กองบรรณาธิการ, 2555), (วิชูรย์ อุทัยคุปต์, 2555)

หลักการ 3 จริง ไม่ได้เป็นเพียงปรัชญา แต่เป็นเครื่องมือเชิงปฏิบัติที่มักใช้ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์อื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิผลในการค้นหาสาเหตุของปัญหา ในงานวิจัยหลายชิ้น ได้แสดงให้เห็นถึงการนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

1) ใช้ร่วมกับเทคนิค Why-Why Analysis: หลักการ 3 จริงถูกนำมาใช้ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลเบื้องต้น เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่นำมาใช้ในการตั้งคำถาม "ทำไม" แต่ละครั้งนั้น มาจาก

ข้อเท็จจริงที่หน้างานจริง ทำให้การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้ามีความแม่นยำและน่าเชื่อถือ (Kaizen-News.com, n.d.)

2) ใช้ร่วมกับเทคนิค ECRS ในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน นักวิจัยได้ใช้หลักการ 3 จริง (3G) เพื่อลงไปสังเกตการณ์ทำงานในสายการผลิตจริง ทำให้มองเห็นความสูญเปล่า ในขั้นตอนการทำงาน และสามารถนำเทคนิค ECRS มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงท่าทางการทำงาน ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Ohno, 1988)

3) ใช้ในกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ หลักการ 3 จริงเป็นเครื่องมือสำคัญในขั้นตอนที่ 3 "การวิเคราะห์สาเหตุ" ของการดำเนินเรื่องราวของกลุ่มคุณภาพ ซึ่งกำหนดให้สมาชิกกลุ่มต้องลงพื้นที่เพื่อสำรวจและทำความเข้าใจสภาพปัจจุบันของปัญหาอย่างถ่องแท้ก่อนดำเนินการขั้นต่อไป (สราชุติ และคณะ, 2557)

โดยสรุป หลักการ 3 จริง เป็นฐานที่สำคัญของการบริหารจัดการที่เน้นคุณภาพและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง โดยส่งเสริมวัฒนธรรมการตัดสินใจจากข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้น ณ สถานที่จริง ซึ่งนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่ตรงจุดและยั่งยืน

2.2.7 หลักการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม

การตัดสินใจเชิงวิศวกรรมเป็นหนึ่งในทักษะที่เป็นหัวใจสำคัญของวิศวกร เป็นกระบวนการที่เป็นระบบและมีเหตุผลซึ่งอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ในการประเมินและเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือกที่เป็นไปได้ เพื่อแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านต้นทุน เวลา ทรัพยากร ความปลอดภัย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2558)

กระบวนการนี้แตกต่างจากการตัดสินใจโดยใช้สัญชาตญาณ แต่เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความเสี่ยง และการพิจารณาถึงผลกระทบในระยะยาวอย่างรอบด้าน ซึ่งรวมถึงมิติด้านจรรยาบรรณวิชาชีพด้วย (ภาณุมาศ พลายละหาร, 2556) กระบวนการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม โดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนที่เป็นลำดับและสามารถทำซ้ำได้ เพื่อให้มั่นใจว่าการตัดสินใจนั้นมีความครอบคลุมและตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผลที่ชัดเจน โดยมีขั้นตอนหลักดังนี้ (กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2558), (Dym et al., 2014)

1) การระบุและนิยามปัญหา เป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญที่สุด คือการทำความเข้าใจและกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน รวมถึงการระบุข้อจำกัด และความต้องการ ทั้งหมด

2) การกำหนดวัตถุประสงค์และเกณฑ์การประเมิน กำหนดเป้าหมายที่ต้องการบรรลุจากการตัดสินใจ และสร้างเกณฑ์ที่สามารถวัดผลได้ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบและประเมินทางเลือกต่างๆ เช่น ประสิทธิภาพสูงสุด, ต้นทุนต่ำสุด และ ความปลอดภัยสูงสุด

3) การสร้างและรวบรวมทางเลือก ระดมสมองและค้นคว้าเพื่อสร้างชุดของทางเลือก ที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหา ยิ่งมีทางเลือกที่มีคุณภาพหลากหลายมากเท่าไหร่ โอกาสที่จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก็ยิ่งสูงขึ้น

4) การประเมินทางเลือก วิเคราะห์และประเมินแต่ละทางเลือกโดยใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งอาจต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ทางสถิติ หรือการจำลองสถานการณ์ เพื่อคาดการณ์ผลลัพธ์ของแต่ละทางเลือก

5) การเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด ตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ให้ผลลัพธ์โดยรวมดีที่สุดตามเกณฑ์การประเมิน ซึ่งอาจไม่ใช่ทางเลือกที่ดีที่สุดในทุกๆ ด้าน แต่เป็นทางเลือกที่สร้างความสมดุลระหว่างเกณฑ์ต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6) การนำไปปฏิบัติและติดตามผล นำทางเลือกที่ตัดสินใจแล้วไปปฏิบัติจริง พร้อมทั้งเฝ้าติดตามและประเมินผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น เพื่อตรวจสอบว่าการตัดสินใจนั้นนำไปสู่ผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้หรือไม่ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับสำหรับการตัดสินใจในอนาคต

เพื่อให้กระบวนการตัดสินใจมีประสิทธิภาพและลดความลำเอียงส่วนบุคคล วิศวกรนิยมใช้เครื่องมือและเทคนิคเชิงปริมาณเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์และประเมินทางเลือก ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมีดังนี้

1) ตารางเมตริกซ์การตัดสินใจ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทางเลือกหลายๆ ทางเลือก โดยเบริญบที่ขับกับเกณฑ์หลายๆ เกณฑ์พร้อมกัน โดยแต่ละเกณฑ์จะถูกกำหนดค่าน้ำหนัก (Weight) ตามความสำคัญ จากนั้นแต่ละทางเลือกจะได้รับคะแนนตามเกณฑ์นั้นๆ ทางเลือกที่ได้คะแนนรวมสูงสุดจะถือเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด (กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ, 2558)

2) การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ เป็นเทคนิคที่ใช้ประเมินความคุ้มค่าทางการเงินของโครงการหรือทางเลือกต่างๆ โดยการเบริญบที่ขับระหว่างต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นกับผลประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งมักจะแสดงในรูปของตัวเงิน เพื่อตัดสินใจว่าโครงการนั้นๆ ควรค่าแก่การลงทุนหรือไม่ (Martin & Schinzing, 2005)

3) การวิเคราะห์รูปแบบความล้มเหลวและผลกระทบ เป็นเครื่องมือเชิงรุกที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยง โดยการระบุรูปแบบความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นในระบบหรือกระบวนการประเมินผลกระทบของความล้มเหลวนั้นๆ และจัดลำดับความสำคัญเพื่อหาทางป้องกันล่วงหน้า เป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างยิ่งในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือ (Ullman, 2010)

โดยสรุป การตัดสินใจเชิงวิชากรรม คือการเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยเครื่องมือที่เหมาะสมภายใต้ข้อจำกัดที่มีอยู่

2.3 ทฤษฎีสำคัญ

หลังจากที่ได้ทำการเข้าใจแนวคิดหลักในส่วนก่อนหน้าแล้ว ในส่วนนี้จะลงรายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีและเครื่องมือเชิงปฏิบัติที่ถูกนำมาใช้ในการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นระบบ โดยจะเริ่มต้นจากกลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และแสดงภาพกระบวนการทำงานในปัจจุบัน ได้แก่ เครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการ และ เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด ตามด้วยทฤษฎีเชิงสัมพันธ์ที่ใช้ในการประเมินและวัดผลกระทบจากการอย่าง การวิเคราะห์ระบบการวัด และ การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ จากนั้นจะกล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้ในการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาอย่าง การวิเคราะห์สาเหตุ原因ของปัญหา และปัจจัยด้วยทฤษฎีที่ใช้ในการรักษาสภาพ และสร้างมาตรฐานใหม่หลังการปรับปรุง คือ การนำร่องรักษาเชิงป้องกัน (PM) และ การจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน

2.3.1 เครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการ

เครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการเป็นเครื่องมือพื้นฐานทางวิชากรรมอุตสาหการที่ใช้ในการทำความเข้าใจ ศึกษา และแสดงภาพขั้นตอนการทำงานที่เป็นอยู่ ณ ปัจจุบัน เพื่อค้นหาความสูญเปล่า, กิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า และปัญหาของขาด ในการกระบวนการ การแสดงภาพกระบวนการทำให้ทีมงานสามารถมองเห็นปัญหาและโอกาสในการปรับปรุงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่การออกแบบกระบวนการใหม่ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงขึ้น เครื่องมือที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายมีอยู่ 2 ชนิดหลัก ซึ่งมีมุ่งมองในการวิเคราะห์แตกต่างกัน คือ แผนภูมิกระบวนการ ไอล และแผนภาพสายชาร์แต่งคุณค่า

1) แผนภูมิกระบวนการ ไอล (Flow Process Chart) เป็นเครื่องมือวิเคราะห์กระบวนการที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในทางวิชากรรมอุตสาหการ เพื่อบันทึกและแสดงลำดับกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการทำงานอย่างเป็นระบบและมีมาตรฐาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการไหลของ คน วัสดุ หรือเครื่องจักร อย่างโดยย่างหนึ่งโดยเฉพาะ ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของกระบวนการและระบุถึงกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ซึ่งเป็นต้นตอของความสูญเปล่า ได้อย่างชัดเจน

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการกำหนดสัญลักษณ์และความหมายที่เป็นสากลนั้นมีอยู่หลายแหล่ง แต่แหล่งอ้างอิงปัจจุบันที่สำคัญคือ มาตรฐานอุตสาหกรรมญี่ปุ่น JIS Z 8206:1982 ซึ่งได้กำหนดนิยามของสัญลักษณ์การวิเคราะห์กระบวนการไว้อย่างเป็นทางการ (Sullivan et al., 2020) โดยสัญลักษณ์การวิเคราะห์กระบวนการตามมาตรฐาน JIS Z 8206 ได้กำหนดสัญลักษณ์พื้นฐาน 6 ประเภทแสดงดังตารางที่ 2.3 และสัญลักษณ์เสริมที่เกิดขึ้นในกระบวนการ แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์แผนภาพกระบวนการพื้นฐาน

ลำดับ	เครื่องหมาย	กระบวนการ	ความหมาย
1		การปฏิบัติงาน	กิจกรรมที่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพหรือทางเคมีของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป, เกิดการประกอบหรืออุดชึ้นส่วน, หรือเป็นการรับส่งข้อมูล
2		การตรวจสอบ	กิจกรรมที่ตรวจสอบคุณลักษณะของวัตถุ เช่น ตรวจสอบคุณภาพ ปริมาณ หรือรูปลักษณ์ภายนอก
3		การขนส่ง	กิจกรรมที่วัตถุถูกเคลื่อนย้ายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ยกเว้นการเคลื่อนไหวที่เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน
4		ความล่าช้า	สภาพที่วัตถุหรือกระบวนการต้องหยุดรอ โดยไม่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า หรือเกิดการขัดขวางการทำงาน
5		การจัดเก็บ	สภาพที่วัตถุถูกเก็บรักษาไว้ในสถานที่ที่กำหนดอย่างมีแบบแผน และต้องมีกระบวนการเบิกจ่ายที่ได้รับอนุญาต
6		กิจกรรมผสม	กิจกรรมที่เกิดการปฏิบัติงานและการตรวจสอบเข้าพร้อมกัน

(ที่มา : JIS Z 8206,1982)

ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์เสริมแผนภาพกระบวนการ

ลำดับ	เครื่องหมาย	กระบวนการ	ความหมาย
1		เส้นการไฟล	ลำดับของกระบวนการองค์ประกอบ
2		การจำแนกประเภท	การจำแนกในลำดับกระบวนการ
3		การละเว้น	การละเว้นส่วนหนึ่งของลำดับกระบวนการ

(ที่มา : JIS Z 8206,1982)

เพื่อให้การบันทึกและวิเคราะห์กระบวนการเป็นไปอย่างมีระบบและสอดคล้องกับหลักการสำคัญ องค์การแรงงานระหว่างประเทศ ได้นำเสนอ "แบบฟอร์มมาตรฐาน" สำหรับการจัดทำแผนภูมิกระบวนการ ให้ดูชัดเจน ไม่ได้เป็นเพียงกระดาษบันทึก แต่เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อชี้นำการเก็บข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ (Pyzdek & Keller, 2018) แบบฟอร์มมาตรฐานตามแนวทางของ ILO ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ ดังนี้

(1) ส่วนหัวสำหรับระบุข้อมูล เป็นส่วนบนสุดของแบบฟอร์ม มีไว้เพื่อบันทึกข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำความเข้าใจในบทบาทของการวิเคราะห์ ทำให้เอกสารสามารถถูกอ้างอิงและตรวจสอบข้อกลับได้ ส่วนนี้ประกอบด้วย

- คำอธิบายสั้นๆ ว่าเป็นกระบวนการอะไร
- ระบุขอบเขตและขั้นตอนเริ่มต้น-สิ้นสุดของการบันทึก
- ระบุถึงระดับความลึกของมนุษย์, วัสดุ, หรือประเภทอุปกรณ์
- ระบุว่าเป็นกระบวนการ ปัจจุบัน หรือกระบวนการที่ เสนอ
- ชื่อผู้วิเคราะห์และวันที่ทำการศึกษา

(2) ส่วนสรุปผล เป็นส่วนที่มักจะอยู่ด้านหลังส่วนหัว และถือเป็นหัวใจของการวิเคราะห์เชิงปริมาณ ใช้สำหรับรวบรวมข้อมูลทั้งหมดและเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุง ประกอบด้วย

- ตารางสรุปจำนวนกิจกรรม: นับจำนวนครั้งที่เกิดกิจกรรมแต่ละประเภท (ปฏิบัติงาน, ตรวจสอบ, ขนส่ง, ล่าช้า, จัดเก็บ)
- ตารางสรุปเวลารวม และ ระยะเวลารวม
- ช่องเปรียบเทียบ: โดยจะมีคอลัมน์สำหรับ ปัจจุบัน, ที่เสนอ, และผลต่างที่ประหัตได้ เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการปรับปรุง ได้อย่างชัดเจน

(3) ส่วนเนื้อหาหลักสำหรับบันทึกรายละเอียดเป็นส่วนกลางของแบบฟอร์ม ที่เป็นตารางสำหรับบันทึกรายละเอียดของแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามลำดับจริง ประกอบด้วย คอลัมน์มาตรฐาน ดังนี้

- คำอธิบายของกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน
- ชุดสัญลักษณ์ทั้ง 5 เพื่อให้ผู้วิเคราะห์ทำเครื่องหมายหรือลากเส้น เชื่อมต่อสัญลักษณ์ที่ตรงกับกิจกรรมนั้นๆ
- บันทึกระยะเวลา (หน่วยเป็นเมตร) ที่เกิดขึ้นในกิจกรรม "การขนส่ง"
- บันทึกเวลาที่ใช้ (หน่วยเป็นนาทีหรือวินาที) ในแต่ละกิจกรรม

- ช่องสำหรับบันทึกข้อสังเกตเพิ่มเติม, ปัญหาที่พบ, หรือแนวคิดในการปรับปรุงเมืองต้น

โดยสรุปแล้ว "แบบฟอร์มมาตรฐาน" เป็นเครื่องมือที่สมบูรณ์ในตัวเอง มันเปลี่ยนการสังเกตการณ์ให้กลายเป็นข้อมูลที่เป็นระบบ มีโครงสร้างชัดเจน พร้อมสำหรับการวิเคราะห์เพื่อค้นหาความสูญเสียและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ขององค์กร ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบบฟอร์มมาตรฐาน แผนภูมิกระบวนการ (Japanese Industrial Standards Committee, 1982) แสดงดังภาพที่ 2.14

FLOW PROCESS CHART

ภาพที่ 2.14 แสดงตัวอย่างแบบฟอร์มมาตรฐานแผนภูมิกระบวนการ

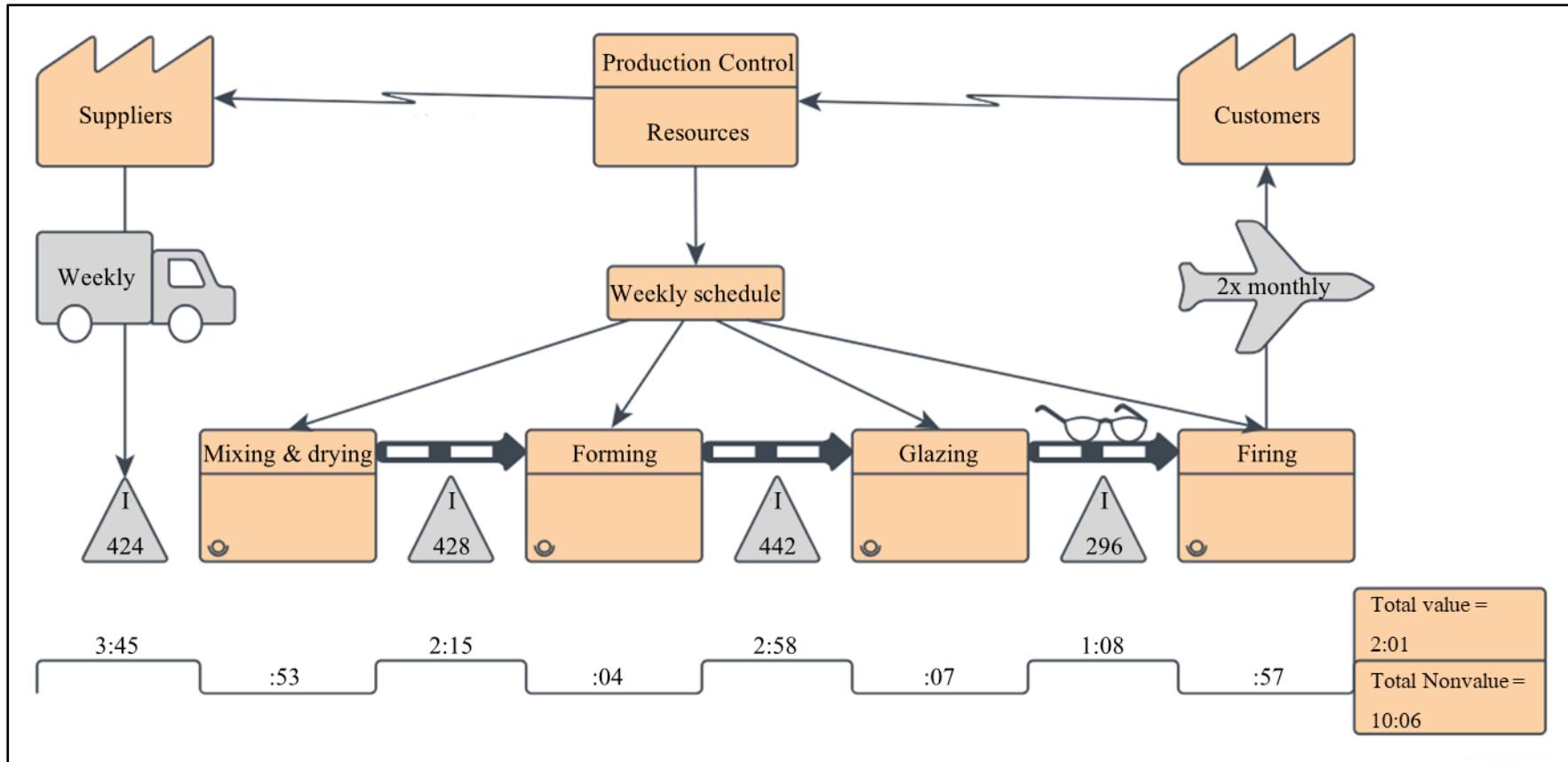
(ที่มา : Six Sigma Material. (n.d.). Process chart. Retrieved August 20, 2025)

2) แผนภาพสายธารแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping - VSM) เป็นเครื่องมือหลักเชิงกลยุทธ์ในระบบการผลิตแบบลีน ที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบ การไหลของกระบวนการทั้งหมด เพื่อส่งมอบผลิตภัณฑ์หรือบริการให้แก่ลูกค้า VSM ไม่ได้มุ่งเน้นการปรับปรุงเพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง แต่เป็นการมองภาพรวมของทั้ง "สายธารแห่งคุณค่า" ซึ่งหมายถึงชุดของกิจกรรมทั้งหมด ทั้งที่สร้างคุณค่า และไม่สร้างคุณค่า ที่จำเป็นต้องเกิดขึ้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการเดินทางตั้งแต่จุดเริ่มต้น (วัตถุคุณ) ไปจนถึงมือลูกค้า (International Labour Office, 1992) หัวใจสำคัญของ VSM คือการทำให้ "มองเห็น" ทั้ง การไหลของวัสดุ และ การไหลของข้อมูล ซึ่งมักจะเป็นต้นตอสำคัญของความสูญเสีย ที่ซ่อนอยู่ในระบบ การทำความเข้าใจการไหลทั้งสองส่วนนี้จะช่วยให้องค์กรสามารถระบุปัญหาของวัสดุ สินค้าคงคลังระหว่างผลิตที่มากเกินไป และเวลาในการผลิต ที่ยาวนาน ได้อย่างชัดเจน การจัดทำแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักที่สำคัญ ซึ่งคือองศาส่ายชุดสัญลักษณ์มาตรฐาน เพื่อให้การสื่อสารเป็นที่เข้าใจตรงกันดังนี้

- แผนภาพสถานะปัจจุบัน (Current State Map) เป็นขั้นตอนแรกในการลงพื้นที่หน้างานจริงเพื่อเก็บข้อมูลและวัดภาพกระบวนการ "ตามที่เป็นอยู่จริง" ไม่ใช่ตามที่ควรจะเป็นในทฤษฎี แผนภาพนี้จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เช่น ขั้นตอนที่เกิดความล่าช้า, ปริมาณงานระหว่างทำ, และข้อมูลสำคัญอย่าง เวลาในการผลิตรวม และ เวลาที่สร้างคุณค่าที่แท้จริง การเปรียบเทียบระหว่างสองค่านี้มักจะเผยให้เห็นถึงสัดส่วนของความสูญเสียที่มีอยู่ท่ามกลางในกระบวนการ

- แผนภาพสถานะอนาคต (Future State Map) หลังจากวิเคราะห์และค้นพบความสูญเสียจากแผนภาพสถานะปัจจุบันแล้ว ทีมงานจะระดมสมองเพื่อออกแบบกระบวนการใหม่ที่ "ลีน" ยิ่งขึ้น แผนภาพสถานะอนาคตคือภาพเป้าหมายของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ซึ่งมักจะมีการไหลที่ต่อเนื่อง, ลดสินค้าคงคลังที่ไม่จำเป็น, และมีเวลาในการผลิตที่สั้นลงอย่างมีนัยสำคัญ แผนภาพนี้จะทำหน้าที่เป็นแผนแม่บทในการลงมือปฏิบัติเพื่อการปรับปรุงต่อไป

เป้าหมายสูงสุดของการทำ VSM คือการกำจัดความสูญเสียเพื่อเพิ่มสัดส่วนของกิจกรรมที่สร้าง "คุณค่า" ให้กับลูกค้าให้ได้มากที่สุด "คุณค่า" ในที่นี่หมายถึงสิ่งที่ลูกค้าเต็มใจที่จะจ่ายเงินให้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานสากล ISO 22468:2021 ที่นิยามว่าคุณค่าคือสิ่งที่ลูกค้าได้รับ และรับรู้จากการบริการที่ตอบสนองความต้องการและความคาดหวังของพวกรา (Rother & Shook, 2003) ดังนั้น VSM จึงเป็นมากกว่าเครื่องมือวัดภาพ แต่เป็นปรัชญาและกระบวนการเชิงกลยุทธ์ที่ช่วยชี้นำองค์กรให้สามารถปรับเปลี่ยนทั้งระบบเพื่อสร้างการไหลที่ต่อเนื่องและส่งมอบคุณค่าให้แก่ลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าแสดงดังภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างภาพแผนภาพสายชาร์เท็งคุณค่า
(ที่มา : Lucidchart (n.d.), 2025)

2.3.2 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด ได้รับการพัฒนาโดยศาสตราจารย์ด้านวิศวกรรมชาวญี่ปุ่นชื่อ Kaoru Ishikawa สิ่งเหล่านี้ถูกนำมาใช้โดยโครงการฝึกอบรมด้านอุตสาหกรรมของญี่ปุ่นในช่วงหลังสงครามของประเทศ ซึ่งใช้การควบคุมคุณภาพทางสถิติเป็นหลักประกันคุณภาพภายใต้เป้าหมาย 2 ประการ คือ สามารถใช้งานได้ง่ายโดยผู้ปฏิบัติงานจากภูมิหลังต่างๆ สามารถนำไปใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมอย่างละเอียด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับองค์กรและภาคอุตสาหกรรมทั่วไป โดยรายละเอียดโดยสังเขปของเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด มีดังนี้

1) ใบตรวจสอบ หรือที่เรียกว่า ใบบันทึกข้อมูล คือแบบฟอร์มที่ออกแบบขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจงเพื่อใช้ในการรวบรวมและบันทึกข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว, ง่ายดาย, และมีประสิทธิภาพ. หัวใจสำคัญของใบตรวจสอบคือการเปลี่ยนจากการบันทึกข้อมูลแบบตัวเลขที่บุกเบิก มาเป็นการทำเครื่องหมาย หรือจุดเพื่อนับความถี่ ลงในช่องที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ทำให้สามารถเก็บข้อมูล ณ สถานที่ทำงานจริง ได้ทันที และข้อมูลที่ได้ก็พร้อมสำหรับการนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

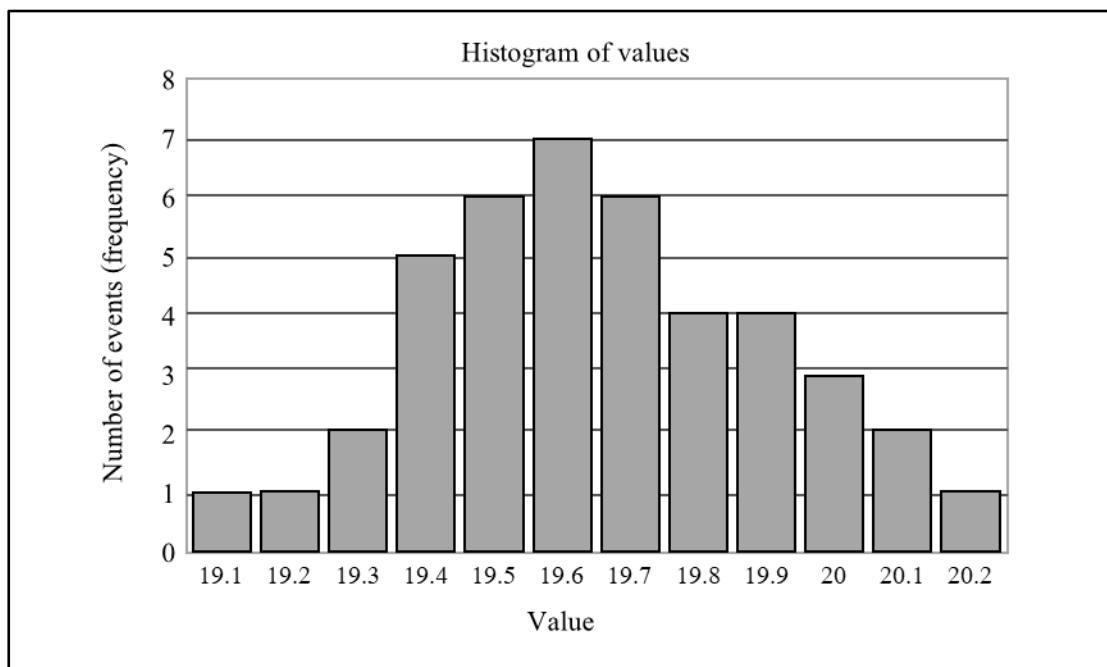
วัตถุประสงค์หลักของใบตรวจสอบคือเพื่อรวบรวมข้อมูลความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อตอบคำถามเช่น ปัญหาอะไรเกิดขึ้นบ่อยที่สุด, ข้อบกพร่องเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใดบนผลิตภัณฑ์, สาเหตุใดที่ทำให้เกิดปัญหามากที่สุด และการตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ครบถ้วนตามมาตรฐานหรือไม่

ใบตรวจสอบสามารถออกแบบได้หลากหลายตามวัตถุประสงค์ (Lucidchart, n.d.) ใน การใช้งาน โดยทั่วไปในภาคอุตสาหกรรมสามารถแบ่งได้เป็นประเภทหลักๆ ดังนี้

- ใบตรวจสอบการผลิต ใช้บันทึกข้อมูลเชิงปริมาณของผลิตภัณฑ์ เช่น ขนาด, น้ำหนัก เพื่อดูการกระจายตัวของข้อมูล
- ใบตรวจสอบข้อบกพร่อง ใช้บันทึกประเภทและจำนวนของเสียที่พบ เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิพาราโตรดต่อไป
- ใบตรวจสอบตำแหน่งข้อบกพร่อง ใช้รูปภาพของผลิตภัณฑ์ แล้วทำเครื่องหมายลงบนตำแหน่งที่พบข้อบกพร่อง ทำให้เห็นภาพว่าปัญหามักเกิดที่จุดใด
- ใบตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่อง ใช้บันทึกและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ (เช่น เครื่องจักร, พนักงาน) กับข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
- ใบตรวจสอบรายการที่ต้องทำ ใช้เพื่อยืนยันว่าขั้นตอนต่างๆ ได้ถูกปฏิบัติอย่างครบถ้วน เช่น ขั้นตอนการนำรุ่นรักษาเครื่องจักร หรือการตรวจสอบความปลอดภัย

โดยสรุป ใบตรวจสอบเป็นเครื่องมือที่ช่วยเปลี่ยนความคิดเห็นหรือความรู้สึกให้กล้ามเป็นข้อมูลเชิงข้อเท็จจริงที่จำต้องได้ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทั้งหมด

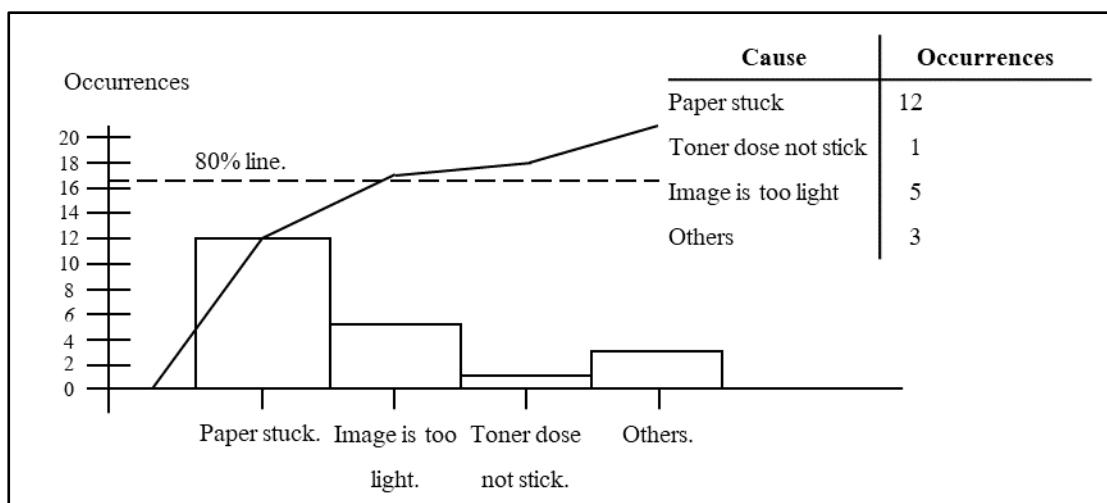
2) ฮิสโตรแกรม (Histogram) เป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการกระจายตัวของข้อมูลนำไปสู่การวิเคราะห์ในการตรวจสอบความผิดปกติหรือการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการผลิต โดยนำเสนอข้อมูลในลักษณะกราฟแท่ง (International Organization for Standardization, 2021) แสดงดังภาพที่ 2.16 แกนตั้งแสดงความถี่ ในส่วนของแกนนอนเป็นคุณสมบัติของข้อมูลที่ต้องการแสดง ฮิสโตรแกรมสามารถนำมารวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลเพื่อตรวจสอบความบกพร่องของกระบวนการผลิต และค้นหาแนวทางในการปรับปรุงคุณภาพ ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น



ภาพที่ 2.16 ฮิสโตรแกรม
(ที่มา : Kent, 2016, อ้างถึงใน ปิยะชิตา การสร้าง, 2564)

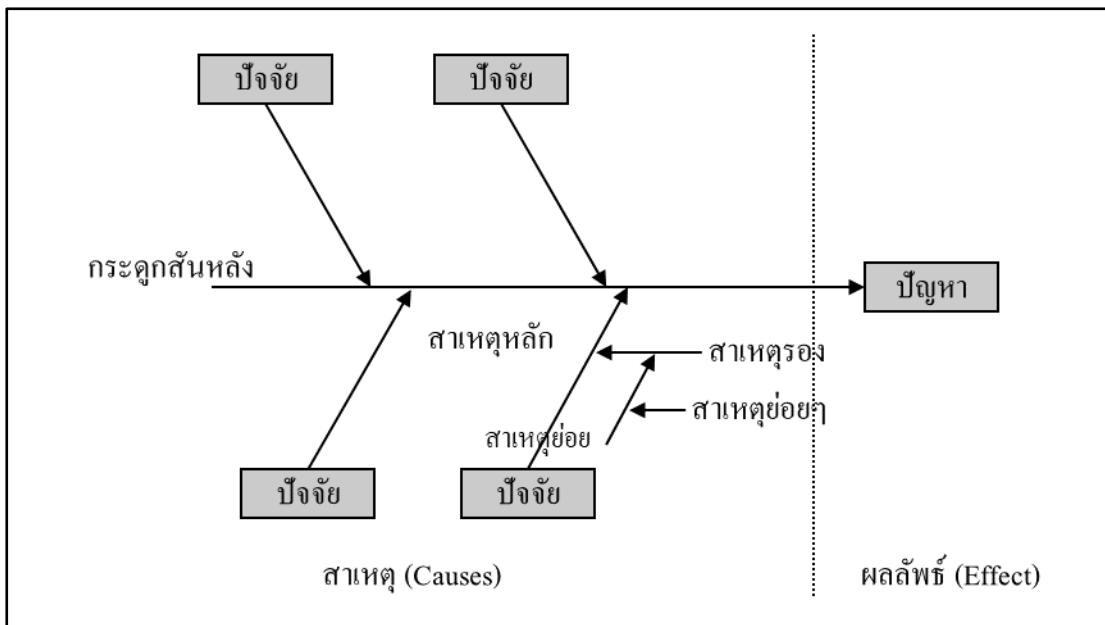
3) แผนภูมิพาร์โต (Pareto Diagram) หลักการพาร์โต ได้รับการตั้งชื่อตามนักเศรษฐศาสตร์ชาวอิตาลี วิลเฟรโด พาร์โต (Vilfredo Pareto) ซึ่งได้ศึกษาการกระจายความมั่งคั่งและพบว่าความมั่งคั่งส่วนใหญ่ถูกควบคุมโดยคนเพียงไม่กี่คน และไม่ได้กระจายตัวอย่างเท่าเทียมกัน

(เรื่องลักษณ์ และคณะ, 2559) หลักการพาร์ โตตั้งอยู่บนแนวคิดพื้นฐานที่ว่า ปัญหาส่วนใหญ่ร้อยละ 80 เกิดจากสาเหตุที่เกิดขึ้นเพียงร้อยละ 20 เช่น ปัญหาจากพนักงาน, เครื่องจักร หรือวัสดุคิบ โดยพื้นฐานแล้ว หลักการพาร์ โตเป็นวิธีการจำแนกเพื่อแยกสาเหตุส่วนน้อยที่สำคัญ ออกจากสาเหตุส่วนใหญ่ที่ไม่สำคัญ ตัวอย่างเช่น ร้อยละ 80 ของการร้องเรียนจากลูกค้า มักจะมาจากกลุ่มลูกค้าร้อยละ 20 ดังนี้ แผนภูมิพาร์ โต จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการ โดยจะนำสาเหตุที่เป็นไปได้มาแบ่งแยกตามประเภท แล้วจึงเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาจากมากไปน้อย เพื่อให้สามารถมุ่งเน้นการแก้ไขไปที่สาเหตุหลักซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการแก้ปัญหาได้มากที่สุด โดยแผนภูมิพาร์ โตแสดงดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 แผนภูมิพาร์ โต
(ที่มา : Jack, 2013, จ้างถึงใน ปีบัชิตา การสร้าง, 2564)

4) ผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) หรือเรียกว่าแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ในบางครั้งรู้จักกันในนามของแผนผังอิชิกาวา ซึ่งตั้งชื่อตามศาสตราจารย์ Kaoru Ishikawa แห่งมหาวิทยาลัยโตเกียว ผู้ซึ่งพัฒนาเครื่องมือนี้ครั้งแรกในปี ก.ศ. 1943 เป็นเครื่องมือที่ช่วยระบุ จัดเรียงและแสดงสาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบต่อบัญหา และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์และปัจจัยทั้งหมดที่เป็นระบบ (ปีบัชิตา การสร้าง, 2564) หรือ หัวปลา เป็นปัจจัยที่ต้องเพิ่มขึ้น หรือลดลง กระดูกปลาขนาดใหญ่บ่งบอกถึงประเภทหลักหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ในส่วนของกระดูกปลาขนาดเล็กเป็นประเภทรองหรือสาเหตุที่เป็นไป ผังแสดงเหตุและผลคล้ายกับแผนผังความคิด แต่มีความเฉพาะเจาะจงมากกว่าในการใช้งาน โดยผังแสดงเหตุและผลแสดงดังภาพที่ 2.18

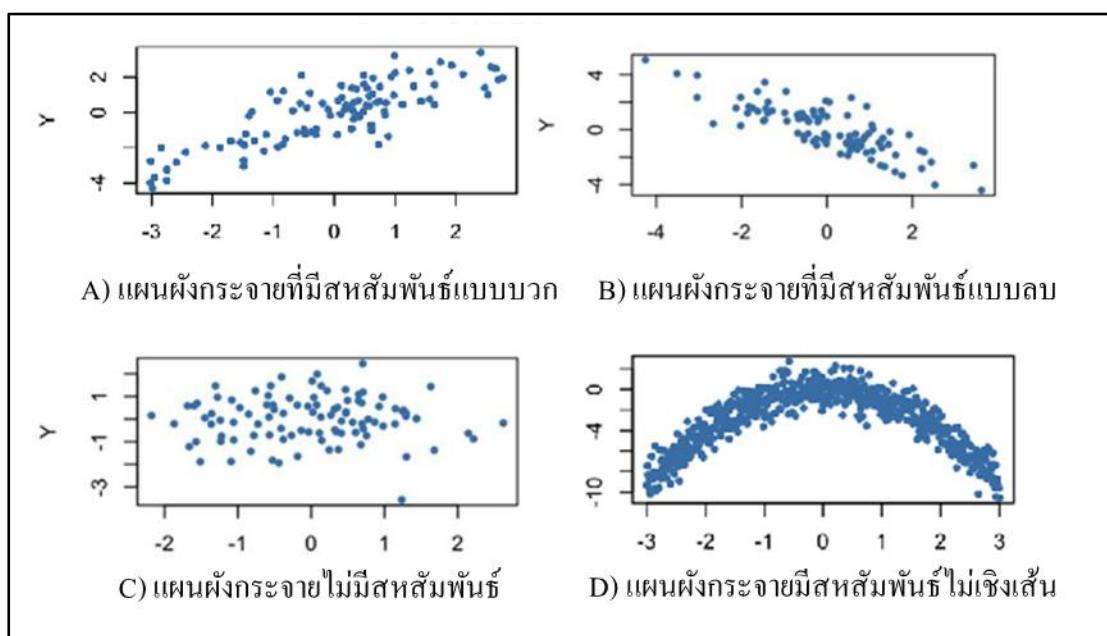


ภาพที่ 2.18 ผังแสดงเหตุและผล
(ที่มา : เกรียงศักดิ์ ปรีชา, 2553, อ้างถึงใน ปิยะธิดา การสร้าง, 2564)

จากภาพที่ 2.18 แสดงโครงสร้างของผังแสดงเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลา มีส่วนประกอบดังนี้ หัวปลา เป็นส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ ส่วนสาเหตุ แสดงอยู่บริเวณก้างปลา แบ่งออกเป็น ปัจจัย เป็นส่วนที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา) สาเหตุหลัก อยู่บริเวณก้างปลาหลัก สาเหตุย่อย อยู่บริเวณก้างปลาขนาดเล็ก กระบวนการสร้างผังแสดงเหตุและผล มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ระบุปัญหาที่บริเวณหัวปลา ซึ่งอาจมาจากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมืออื่น
- ระดมความคิดเพื่อระบุสาเหตุหลักที่นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ตามมา โดยปัญหาที่ระบุจะเกี่ยวข้องกับวัสดุ, กำลังคน, เครื่องจักร, การวัดผล, วิธีการทำงาน และสภาพแวดล้อม หรือเรียกว่าสาเหตุหลัก 6Ms โดยอาจเพิ่มหรือลดสาเหตุที่เป็นไปได้ตามแต่ความเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์
- ระบุสาเหตุหลักจากปัจจัยหลัก (6Ms) บริเวณลูกศรหลัก และระบุสาเหตุที่เป็นไปได้จากสาเหตุหลัก โดยการลากเส้นออกบริเวณด้านข้างของลูกศรหรือก้างปลา ซึ่งสาเหตุที่เป็นไปได้จะสัมพันธ์กับสาเหตุหลัก
- วิเคราะห์เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริง โดยใช้เครื่องมือ 5Whys ใน การวิเคราะห์สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหาอย่างแท้จริง
- จัดลำดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุ

5) แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) เป็นวิธีการแสดงว่าตัวแปรสองตัวมีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกันหรือไม่ (Kent, 2016) โดยประกอบไปด้วยสองแกน สำหรับแกนตั้ง (แกน Y) เป็นค่าของข้อมูลชุดตัวแปรที่ 1 และแกนนอน (แกน x) เป็นค่าของข้อมูลชุดตัวแปรที่ 2 โดยแนวทางของจุดที่พล็อตสามารถระบุความสัมพันธ์ได้หลายประเภท ในกรณีที่จุดมีการกระจายตัวอย่างไม่มีรูปแบบหรือกระจายตัวในลักษณะสุ่ม ดังภาพที่ 2.19 (C) แสดงว่าชุดข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน ถ้าจุดมีลักษณะชั้นชั้น ดังภาพที่ 2.19 (A) แสดงความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันหรือความสัมพันธ์เชิงบวกเกิดเนื่องจากค่าของตัวแปรหนึ่งเพิ่มขึ้นตามค่าของตัวแปรอื่นเพิ่มขึ้น ในทางตรงข้ามถ้าจุดมีลักษณะชั้นลง ดังภาพที่ 2.19 (B) แสดงว่าความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามหรือความสัมพันธ์เชิงลบ ถ้าแนวโน้มของจุดมีลักษณะคล้ายรูประฆังกว่าหรือเป็นไปในแนวโถ้ง ดังภาพที่ 2.19 (D) แสดงความตัวแปรมีความสัมพันธ์กันแต่ไม่เป็นเชิงเส้น

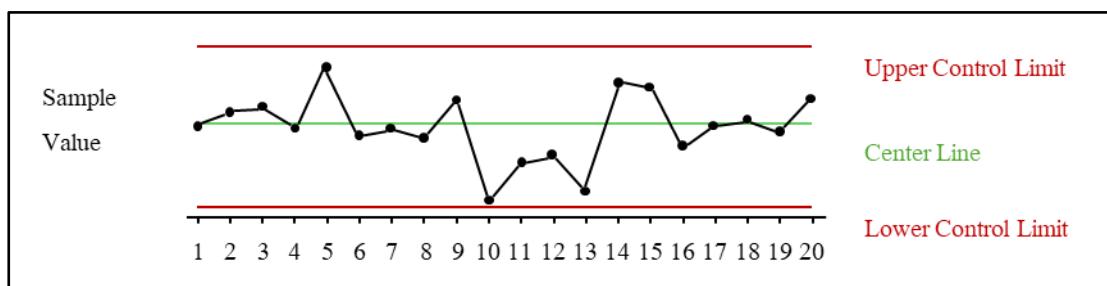


ภาพที่ 2.19 รูปแบบแผนภาพการกระจาย

(ที่มา : Hanck, Arnold, Gerber and Schmelzer, 2019, อ้างถึงใน ปิยะพิดา การสร้าง, 2564)

6) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) เป็นเครื่องมือใช้เพื่อตรวจสอบและติดตามค่าของตัวแปรที่มีการแปรผันเกินกว่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ในกรณีที่พบว่าเกินกำหนด จะเป็นต้องวิเคราะห์และวางแผนปรับปรุงก่อนที่ ผลิตภัณฑ์จะเกิดความเสียหาย (Jack, 2013) โดยนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกราฟ และ ข้อมูลจะถูกพิสูจน์ตามลำดับเวลา แสดงดังภาพที่ 2.20 แสดงแผนภูมิควบคุมซึ่ง

ประกอบไปด้วยเส้น ควบคุม 3 เส้น คือ เส้นกลาง สำหรับแสดงค่าเฉลี่ย เส้นควบคุมบน สำหรับแสดงขีดจำกัดการควบคุมบน และเส้นควบคุมล่าง สำหรับขีดจำกัดการควบคุมด้านล่าง เส้นเหล่านี้ กำหนดจากข้อมูลในอดีต



ภาพที่ 2.20 แผนภูมิควบคุม
(ที่มา หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.ป, อ้างถึงใน ปีบัชิตา การสร้าง, 2564)

7) กราฟ (Graphs) เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการควบคุมคุณภาพที่ใช้แสดงข้อมูลเชิงปริมาณด้วยภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อแปลงข้อมูลคิบที่ซับซ้อนให้กลายเป็นภาพที่สามารถสื่อความหมาย, แสดงแนวโน้ม, และความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและชัดเจน (ปีบัชิตา การสร้าง, 2564) โดยกราฟพื้นฐานที่นิยมใช้ในงานด้านคุณภาพมี 3 ประเภทหลัก ดังนี้

- กราฟเส้น เป็นกราฟที่ใช้แสดงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามลำดับเวลา เพื่อติดตามแนวโน้มหรือรูปแบบที่เกิดขึ้นช้าๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในกระบวนการผลิต และเป็นรากฐานสำคัญของแผนภูมิควบคุม

- กราฟแท่ง เป็นกราฟที่ใช้เปรียบเทียบปริมาณข้อมูลระหว่างกลุ่มหรือประเภทต่างๆ ที่ไม่ต่อเนื่องกัน เช่น การเปรียบเทียบจำนวนข้อมูลพร่องที่เกิดจากเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และเป็นพื้นฐานของชิстоแกรมและแผนภูมิพาร์โต

- แผนภูมิวงกลม เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงสัดส่วนของข้อมูลในแต่ละองค์ประกอบเทียบกับผลรวมทั้งหมด โดยมักแสดงในรูปแบบร้อยละ เช่น การแสดงสัดส่วนของเสียงแต่ละประเภทจากจำนวนของเสียงทั้งหมด

โดยสรุป ความสามารถในการเลือกใช้และตีความกราฟได้อย่างถูกต้อง เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในการเปลี่ยนข้อมูลคิบให้กลายเป็นองค์ความรู้ที่นำไปสู่การตัดสินใจเพื่อการปรับปรุงคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 การวิเคราะห์ระบบการวัด

การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) เป็นกระบวนการทางสถิติที่ใช้ในการประเมินความผันแปร (Variation) ที่เกิดขึ้นจากการวัด ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือวัด, ผู้ปฏิบัติงาน, และวิธีการวัด เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่เก็บรวบรวมมา้นี้มีความน่าเชื่อถือและแม่นยำอย่างแท้จริง (กาญจนากาญจนสุนทร, 2559) เป้าหมายสำคัญของ MSA คือการยืนยันว่าความผันแปรที่ตรวจพบในกระบวนการผลิตนั้นมาจากการตัวผลิตภัณฑ์เอง ไม่ใช่ความผิดพลาดที่เกิดจากกระบวนการวัดที่ไม่ดี (หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.ป.) เครื่องมือหลักที่ใช้ในการวิเคราะห์คือ Gage Repeatability and Reproducibility (Gage R&R) ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อหาปริมาณความผันแปรของระบบการวัด โดยแยกความผันแปรออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ความสามารถในการวัดซ้ำ (Repeatability) ความผันแปรที่เกิดจาก เครื่องมือวัด เอง เมื่อผู้ประเมินคนเดียวกันทำการวัดชิ้นงานซึ่งเดิมช้าอย่างๆ ครั้ง และความสามารถในการประเมินซ้ำ (Reproducibility) ความผันแปรที่เกิดจาก ผู้ประเมิน ที่แตกต่างกัน เมื่อผู้ประเมินหลายคนมาวัดชิ้นงานซึ่งเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือวัดเดียวกัน

2.3.3.1 Gage R&R สำหรับข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Gage R&R)

การวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับ ข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลขต่อเนื่อง แต่เป็นการตัดสินใจ เช่น ผ่าน/ไม่ผ่าน (Pass/Fail), ดี/เสีย (Good/Bad), หรือ ใช่/ไม่ใช่ (Go/No-Go) (กาญจนากาญจนสุนทร, 2559) วิธีการคือให้ผู้ประเมินหลายคน (Appraisers) ทำการตรวจสอบชิ้นงานตัวอย่างชุดเดียวกัน (ซึ่งทราบค่ามาตรฐานอยู่แล้ว) คนละหลายๆ รอบ เพื่อประเมินความสามารถในการตัดสินใจ 3 ด้าน คือ

(1) ความสามารถด้านตัวเอง (Within-Appraiser Agreement) ผู้ประเมินแต่ละคนตัดสินใจเหมือนเดิมหรือไม่มีอิทธิพลกัน ไม่ใช่การตัดสินใจเดียว

(2) ความสามารถด้านมาตรฐาน (Appraiser vs. Standard Agreement) การตัดสินใจของผู้ประเมินแต่ละคนตรงกับค่ามาตรฐานที่แท้จริงของชิ้นงานหรือไม่

(3) ความสามารถด้านระหว่างผู้ประเมิน (Between-Appraiser Agreement) ผู้ประเมินทุกคนตัดสินใจตรงกันหรือไม่มีอิทธิพลกัน ไม่ใช่การตัดสินใจเดียว

มาตรฐาน AIAG (2010) ได้กำหนดเกณฑ์การยอมรับสำหรับระบบการวัดแบบคุณลักษณะไว้ว่า ค่า Kappa statistic ควรมากกว่า 0.75 หรือค่า ร้อยละของความสอดคล้อง (Percent Agreement) ควรมากกว่าร้อยละ 90 จึงจะถือว่าระบบการวัดนั้นยอมรับได้ (กาญจนากาญจนสุนทร, 2559)

2.3.3.2 Gage R&R สำหรับข้อมูลตัวแปร

การวิเคราะห์นี้ใช้สำหรับ ข้อมูลตัวแปร (Variable Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข ต่อเนื่องและสามารถวัดค่าได้ เช่น ความยาว, น้ำหนัก, หรืออุณหภูมิ (หน่วยเครื่องมือถูกกำหนดไว้ตามมาตรฐาน, ม.ป.ป.) ผลลัพธ์ที่สำคัญที่สุดจากการวิเคราะห์คือ %GRR (Percent Gage R&R) ซึ่งบอกว่าความผันแปรของระบบการวัด คิดเป็นร้อยละเท่าไหร่ของความผันแปรทั้งหมดของกระบวนการ โดย มาตรฐาน AIAG (2010) ได้กำหนดเกณฑ์การยอมรับไว้ดังนี้

- (1) %GRR < 10% คือ ระบบการวัดเป็นที่ยอมรับ
- (2) %GRR 10% - 30% คือ อาจยอมรับได้ขึ้นอยู่กับความสำคัญ
- (3) %GRR > 30% คือ ระบบการวัดไม่เป็นที่ยอมรับ ต้องมีการปรับปรุง

2.3.3.3 เกจผ่าน/ไม่ผ่าน

เป็นเครื่องมือตรวจสอบแบบง่ายๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจว่าขนาดของชิ้นงานอยู่ในพิกัดความเพื่อ (Tolerance) ที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยไม่ต้องวัดค่าออกแบบเป็นตัวเลข เกจะมี 2 ด้านคือ

- (1) ด้านผ่าน (Go) ใช้วัดปีดจำกัดตามสูตรของขนาดชิ้นงาน ซึ่งด้านนี้ จะต้องสามารถเข้าชิ้นงานได้
- (2) ด้านไม่ผ่าน (No-Go) ใช้วัดปีดจำกัดสูงสุดของขนาดชิ้นงาน ซึ่งด้านนี้ จะต้องสามารถเข้าชิ้นงานไม่ได้

เนื่องจากผลลัพธ์จากการใช้เกจชนิดนี้คือ "ผ่าน" หรือ "ไม่ผ่าน" ซึ่งเป็นข้อมูลคุณลักษณะ ดังนั้นการประเมินความน่าเชื่อถือของกระบวนการตรวจสอบที่ใช้เกจชนิดนี้จึงต้องใช้การวิเคราะห์แบบ Attribute Gage R&R

2.3.3.4 มาตรฐาน AIAG

AIAG เป็นองค์กรที่เกิดจากความร่วมมือของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมยานยนต์ เพื่อพัฒนาและกำหนดมาตรฐานกลางสำหรับอุตสาหกรรม เอกสาร "Measurement Systems Analysis (MSA) Reference Manual" ของ AIAG ถือเป็นมาตรฐานสำคัญที่ได้รับการยอมรับและใช้อ้างอิงอย่างแพร่หลายที่สุดในการดำเนินการและประเมินผลการวิเคราะห์ระบบการวัด ทั้งสำหรับข้อมูลคุณลักษณะและข้อมูลตัวแปร (กานุจนา กานุจันสุนทร, 2559)

2.3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูลระบบการวัดด้วยโปรแกรม Minitab

ในการประเมินผลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนจากการทดสอบระบบการวัด (MSA) ทั้งหมด ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ Minitab ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากลและถูกใช้งานอย่างแพร่หลายในแวดวงอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับโครงการปรับปรุงคุณภาพตามแนวทาง Six Sigma โปรแกรม Minitab มีเครื่องมือ Gage R&R Study ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ ทำให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลทั้งแบบคุณลักษณะ (Attribute) และแบบตัวแปร (Variable) ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยโปรแกรมจะคำนวณค่าสถิติที่สำคัญต่างๆ ให้โดยอัตโนมัติ (หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.บ.) ดังนี้

(1) สำหรับข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) สำหรับการประเมินที่ผลลัพธ์ เป็นการตัดสินใจ (เช่น ผ่าน/ไม่ผ่าน, ดี/เสีย) โปรแกรมจะคำนวณ เปอร์เซ็นต์ความสอดคล้อง (Percent Agreement) เพื่อประเมินความสามารถในการตัดสินใจช้าของผู้ประเมินแต่ละคน (Within-Appraiser) และความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินหลายคน (Between-Appraiser) นอกจากนี้ยังคำนวณ ค่าสถิติแคปปา (Kappa Statistics) ซึ่งเป็นค่าที่น่าเชื่อถือว่าเปอร์เซ็นต์ทั่วไป เพราะมีการนำความน่าจะเป็นที่อาจเห็นตรงกัน โดยบังเอิญมาพิจารณาด้วย ค่า Kappa ที่สูงแสดงถึงความสอดคล้องในการตัดสินใจที่แท้จริง (หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.บ.)

(2) สำหรับข้อมูลตัวแปร (Variable Data) สำหรับข้อมูลที่เป็นตัวเลขต่อเนื่อง (เช่น ความยาว, น้ำหนัก) โปรแกรมจะใช้วิธี การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่มีประสิทธิภาพในการจำแนกแหล่งที่มาของความผันแปร ได้อย่างละเอียด และสรุปผลออกมาเป็นค่าสำคัญต่างๆ เช่น %Contribution ที่แสดงสัดส่วนความผันแปรจากกระบวนการวัด, %Study Variation (%GRR) ที่ใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ AIAG (<10% คือยอมรับได้), และ จำนวนประเภทของข้อมูลที่จำแนก ได้ (Number of Distinct Categories - NDC) ซึ่งบ่งชี้ความสามารถของเครื่องมือวัดในการแยกแยะความแตกต่างของชิ้นงาน (ค่า NDC ควรมีค่าตั้งแต่ 5 ขึ้นไป) รวมถึงสร้างแผนภูมิความคุณและกราฟวิเคราะห์ต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการวินิจฉัยและแปลผล (หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.บ.)

การใช้โปรแกรม Minitab จึงไม่เพียงแต่ช่วยลดความยุ่งยากและโอกาสผิดพลาดในการคำนวณด้วยตนเอง แต่ยังให้ผลลัพธ์ที่เป็นมาตรฐานตามแนวทางของ AIAG ทำให้การประเมินความน่าเชื่อถือของระบบการวัดในงานวิจัยนี้มีความเที่ยงตรง, เป็นที่ยอมรับ, และสามารถนำไปใช้ยืนยันความถูกต้องของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้เป็นอย่างดี (กาญจน์ กาญจนสุนทร, 2559)

2.3.4 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

ดัชนีความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Indices: PCIs) เป็นเครื่องมือทางสถิติที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ต้องควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัด เช่น อุตสาหกรรมอาหาร ยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และการแพทย์ ดัชนีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ C_p (Process Capability Index) และ C_{pk} (Process Capability Index Adjusted for Mean Shift) ซึ่งช่วยวัดว่ากระบวนการผลิตสามารถผลิตสินค้าได้ภายในขอบเขตข้อกำหนด (Specification Limits) หรือไม่ (Montgomery, 2013)

คำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าเฉลี่ยคือค่ากลางของข้อมูล ใช้เพื่อหาจุดศูนย์กลางของกระบวนการผลิต สามารถเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2.1}$$

จากสมการสามารถอธิบายความหมายของค่า ค่าเฉลี่ย ได้ว่า คือค่าที่ได้จากการนำข้อมูลทั้งหมดในกลุ่มมารวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด เป็นค่าที่ใช้วัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางที่นิยมใช้มากที่สุดเพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลส่วนใหญ่ ในบริบทของงานวิจัยนี้ ค่าเฉลี่ยจะหมายถึง "ขนาดโดยเฉลี่ย" ของลูกชิ้นที่ผลิตได้ ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดว่ากระบวนการผลิตมีศูนย์กลางอยู่ที่ใดเมื่อเทียบกับค่าเป้าหมาย อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยมีข้อจำกัดคือจะได้รับอิทธิพลจากค่าที่สูงหรือต่ำผิดปกติได้ง่าย

คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นค่าที่ใช้วัดการกระจายตัวหรือความผันแปรของข้อมูลรอบๆ ค่าเฉลี่ย สามารถเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2.2}$$

จากสมการสามารถอธิบายความหมายของค่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ว่า คือค่าทางสถิติที่ใช้วัดการกระจายตัวหรือความผันแปรของชุดข้อมูล ว่ามีการเกาะกลุ่มหรือเบี่ยงเบนออกจากค่าเฉลี่ยมากน้อยเพียงใด หากมีค่า S น้อย หมายความว่าข้อมูลส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกันอยู่ใกล้กับค่าเฉลี่ย บ่งชี้ว่ากระบวนการมีความสม่ำเสมอและผันแปรต่ำ ในทางกลับกัน หากมีค่า S มาก หมายความว่า ข้อมูลมีการกระจายตัวกว้าง แสดงว่ากระบวนการมีความผันแปรสูง

คำนวณค่า C_p เป็นดัชนีที่ประเมินความสามารถของกระบวนการ โดยสมมติว่าค่ากลางของกระบวนการอยู่ตรงกลางระหว่างปีดจำกัดบน (USL) และปีดจำกัดล่าง (LSL) สามารถเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร } C_p = \frac{\text{USL} - \text{LSL}}{6 * \sigma_{st}} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2.3}$$

จากสมการสามารถอธิบายความหมายของค่า C_p คือการเปรียบเทียบระหว่างความกว้างของปีดจำกัดด้านคุณภาพกับความกว้างของกระบวนการ ถ้า C_p มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าความกว้างของปีดจำกัดด้านคุณภาพเท่ากับความกว้างของกระบวนการ ถ้า C_p มีค่าสูง หมายถึงกระบวนการ มีขนาดความกว้างน้อยเมื่อเทียบกับความกว้างของปีดจำกัดด้านคุณภาพ ซึ่งความหมายตรงข้ามกับค่า C_p น้อย บางกรณีค่า C_p สูง ไม่ได้หมายความว่ากระบวนการมีประสิทธิภาพดีเสมอไปดังนั้นต้องจัดทำตัวชี้วัดขึ้นมาอีกรรั้งเพื่อใช้แก้ไขปัญหานี้

คำนวณค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการ C_{pk} เป็นดัชนีที่ใช้วัด "สมรรถนะที่แท้จริง" ของกระบวนการ เนื่องจากนำการเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย (Process Center) ออกจากจุดกึ่งกลางของข้อกำหนดมาตรฐานเดียว โดยจะคำนวณจากค่าที่ต่ำกว่าระหว่าง C_{pl} และ C_{pu} ดังนี้

การคำนวณค่า C_{pl} เพื่อวัดความสามารถของกระบวนการด้านที่ใกล้กับปีดจำกัดล่างสามารถเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\text{สูตร } C_{pl} = \frac{\text{Mean} - \text{LSL}}{3 * \sigma_{st}} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2.4}$$

จากสมการสามารถอธิบายความหมายของค่า C_{pl} ได้ว่า คือดัชนีที่ใช้วัดความสามารถของกระบวนการในด้านที่ใกล้กับ ปีดจำกัดล่าง (LSL) เพียงด้านเดียว โดยจะเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกระบวนการ กับปีดจำกัดล่าง เทียบกับความผันแปรของกระบวนการ (3S) ค่า C_{pl} ที่สูงหมายความว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ห่างจากปีดจำกัดล่างมาก แสดงว่ากระบวนการมีความเสี่ยงต่ำที่จะผลิตสินค้าที่ตกスペคด้านล่าง (เช่น ขนาดเล็กเกินไป) ในทางกลับกัน ค่า C_{pl} ที่ต่ำ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ใกล้ปีดจำกัดล่างมากเกินไป ทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะผลิตของเสีย

การคำนวณค่า C_{pu} เพื่อวัดความสามารถของกระบวนการค้านที่ใกล้กับขีดจำกัดบน สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

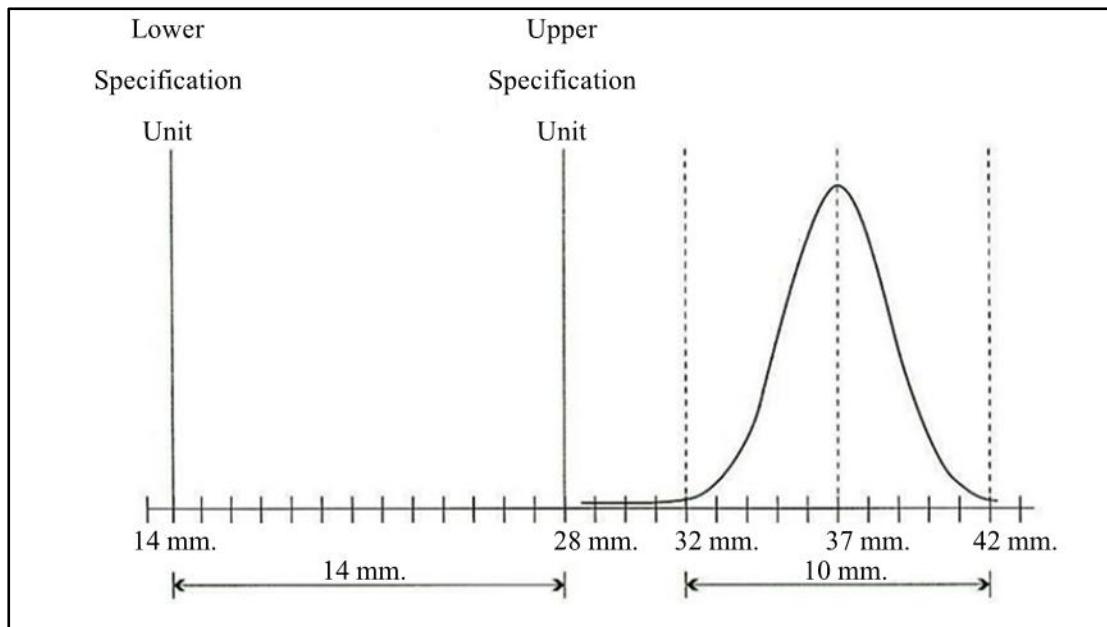
$$\text{จากสูตร} \quad C_{pu} = \frac{USL - Mean}{3 * \sigma_{st}} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2.5}$$

จากสมการสามารถอธิบายความหมายของค่า C_{pu} ได้ว่า คือดัชนีที่ใช้วัดความสามารถของกระบวนการค้านที่ใกล้กับ ขีดจำกัดบน (USL) เพียงค้านเดียว โดยจะเปรียบเทียบระหว่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกระบวนการ กับขีดจำกัดบน เทียบกับความผันแปรของกระบวนการ (3S) ค่า C_{pu} ที่สูงหมายความว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ห่างจากขีดจำกัดบนมาก แสดงว่ากระบวนการมีความเสี่ยงต่ำที่จะผลิตสินค้าที่ตกสภาพค้านบน (เช่น ขนาดใหญ่เกินไป) ในทางกลับกัน ค่า C_{pu} ที่ต่ำ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ใกล้ขีดจำกัดบนมากเกินไป ทำให้มีความเสี่ยงสูงที่จะผลิตของเสีย

การคำนวณค่า C_{pk} เลือกค่าที่น้อยที่สุดระหว่าง C_{pl} และ C_{pu} เพื่อแสดงถึงสมรรถนะในค้านที่แยกที่สุดของกระบวนการ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

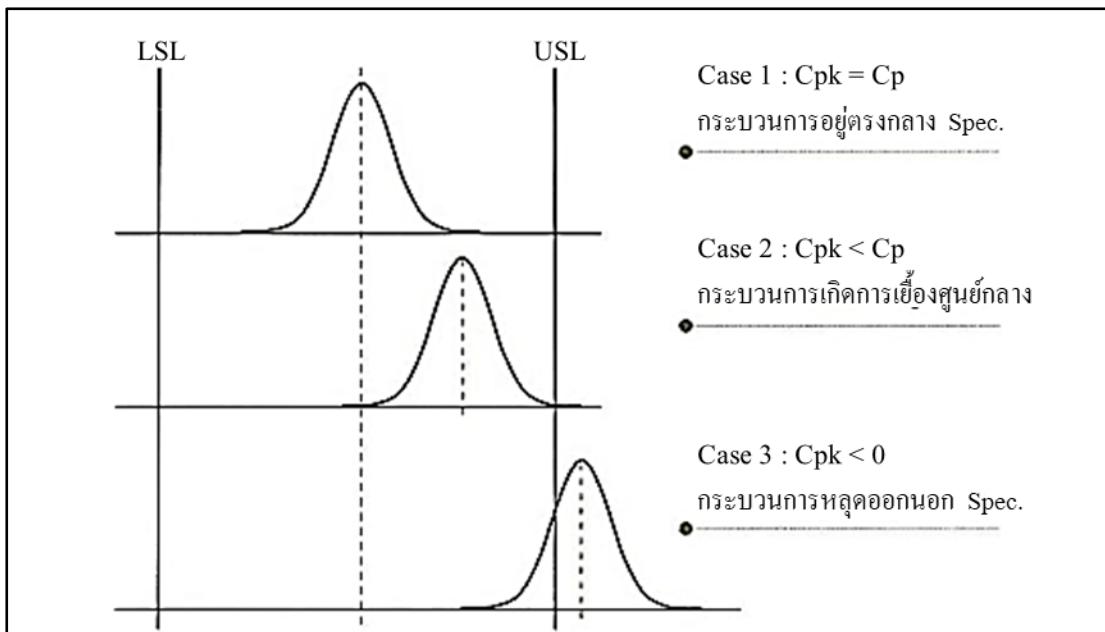
$$\text{จากสูตร} \quad C_{pk} = \min\{C_{pl}, C_{pu}\} \quad \dots\dots\dots \text{สมการที่ 2.6}$$

จากสมการ สามารถอธิบายความหมายของค่า C_{pk} ได้ว่า คือดัชนีที่ใช้วัด "สมรรถนะที่แท้จริง" ของกระบวนการ โดยมีหัวใจสำคัญคือการเลือกค่าที่น้อยกว่าระหว่าง C_{pl} และ C_{pu} ซึ่งเป็นการปั้งชี้ถึงความสามารถของกระบวนการใน "ค้านที่แยกที่สุด" การพิจารณาค่าเฉลี่ยที่เบี่ยงเบนออกจากศูนย์กลางนี้เอง คือจุดเด่นที่ทำให้ C_{pk} มีความสามารถดีกว่า C_p ซึ่งวัดเพียงศักยภาพของความผันแปรเท่านั้น หากกระบวนการมีความผันแปรน้อย (ค่า C_p สูง) แต่มีค่าเฉลี่ยที่ไม่ได้อยู่ต่ำลงกลาง เป็นอย่างมาก ก็ยังสามารถผลิตของเสียจำนวนมากได้ ซึ่งจุดกพร่องของดัชนี C_p ในกรณีดังกล่าว แสดงดังภาพที่ 2.21

ภาพที่ 2.21 จุดบกพร่องของ C_p

(ที่มา Montgomery, 2020)

จากภาพที่ 2.21 แสดงให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่สำคัญของดัชนีความสามารถของกระบวนการ C_p ได้อย่างชัดเจน โดยภาพจำลองสถานการณ์ที่กระบวนการผลิตหนึ่งมี ข้อกำหนดขั้นต่ำ 14 มม. และข้อกำหนดขั้นสูง 42 มม. ซึ่งหมายความว่าผลิตภัณฑ์ที่ยอมรับได้ต้องมีขนาดอยู่ในช่วงนี้เท่านั้นอย่างไรก็ตาม การกระจายตัวของกระบวนการผลิตจริง ที่แสดงด้วยเส้นโค้งปกติ กลับมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 37 มม. และมีการกระจายตัวอยู่ในช่วง 32 มม. ถึง 42 มม. เมื่อพิจารณา ในมิติของดัชนี C_p ซึ่งคำนวณจากความกว้างของข้อกำหนดเทียบกับความผันแปรของกระบวนการ จะพบว่าความกว้างของข้อกำหนด (14 มม.) นั้นกว้างกว่าความผันแปรของกระบวนการ (10 มม.) ซึ่งจะส่งผลให้ค่า C_p ที่คำนวณได้มีค่าสูง (มากกว่า 1.33) และอาจถูกตีความว่ากระบวนการมี "ศักยภาพที่ดีเยี่ยม" นี้คือ "กับดัก" หรือ "จุดบกพร่อง" ของการใช้ค่า C_p เพียงอย่างเดียว เพราะถึงแม้ กระบวนการจะมีความผันแปรต่ำ (กราฟแคบและสูงชัน) แต่เนื่องจากค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ได้เบี่ยงเบนออกจากเป้าหมายไปอย่างสิ้นเชิง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ทั้งหมด กลายเป็นของเสีย เพราะไม่มีชิ้นใดเลยที่ตกลอยู่ในช่วงที่ลูกค้ายอมรับได้ ดังนั้น ภาระนี้จึงเป็นข้อพิสูจน์ที่สำคัญว่า การประเมินความสามารถของกระบวนการจะสมบูรณ์ได้ก็ต่อเมื่อพิจารณาดัชนี C_{pk} ควบคู่กันไปด้วย เสมอ และลักษณะของกระบวนการมีความสัมพันธ์กัน แสดงดังภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 ความสัมพันธ์ C_{pk}
(ที่มา Montgomery, 2020)

จากภาพที่ 2.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า C_p และ C_{pk} ซึ่งใช้ประเมินความสามารถของกระบวนการ โดยหากกระบวนการอยู่ในกลาง C_{pk} จะเท่ากับ C_p แต่เมื่อยื่องศูนย์ C_{pk} จะลดลง และหากค่าเฉลี่ยหลุดออกนอกปีดจำกัด C_{pk} จะติดลบ แสดงถึงกระบวนการที่ไม่มีความสามารถในการผลิต

ดัชนีความสามารถของกระบวนการ เป็นเครื่องมือทางสถิติที่สำคัญในการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต ที่ต้องควบคุมคุณภาพอย่างเคร่งครัด ดัชนีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ C_p และ C_{pk} ซึ่งช่วยวัดผลเชิงปริมาณว่ากระบวนการผลิตนั้นมีความสามารถในการผลิตสินค้าให้อยู่ภายใต้ขอบเขตข้อกำหนดทางวิศวกรรม ได้หรือไม่ C_p เป็นดัชนีที่ประเมิน ศักยภาพของกระบวนการ โดยเปรียบเทียบความกว้างของข้อกำหนด กับความผันแปรของกระบวนการ ซึ่งโดยทั่วไปจะคำนวณที่ 6 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (6σ) โดยสมมติว่าค่ากลางของกระบวนการอยู่ตรงกลางระหว่างปีดจำกัดบน และปีดจำกัดล่างพอดี C_p มีค่าสูงหมายถึงกระบวนการมีความสามารถ แปลน้อยเมื่อเทียบกับช่วงของข้อกำหนด อย่างไรก็ตาม ค่า C_p ที่สูงไม่ได้หมายความว่ากระบวนการจะผลิตของดีเสมอไป เพราะไม่ได้พิจารณาว่าค่าเฉลี่ยของกระบวนการอยู่ตรงเป้าหมายหรือไม่ จึงต้องมีดัชนี C_{pk} เพื่อวัด สมรรถนะที่แท้จริง ของกระบวนการ โดยนำการเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยออกจากจุดกึ่งกลางมาพิจารณาด้วย (Montgomery, 2013)

เกณฑ์การแปลผลค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการหลังจากคำนวณค่าดัชนีแล้ว ขั้นตอนสำคัญคือการนำค่าที่ได้มาแปลผลเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสากล เพื่อประเมินระดับความสามารถของกระบวนการและใช้ในการตัดสินใจปรับปรุงต่อไปโดยเกณฑ์การแปลผลค่าดัชนี C_p แสดงดังตารางที่ 2.5 และเกณฑ์การแปลผลค่าดัชนี C_{pk} แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.5 แสดงเกณฑ์การแปลผลค่าดัชนี C_p

ค่า C_p	ความสามารถ
$C_p \geq 2.00$	ดีเดิม
$2.00 > C_p \geq 1.67$	ดีมาก
$1.67 > C_p \geq 1.33$	ดี
$1.33 > C_p \geq 1.00$	ปานกลาง
$1.00 > C_p \geq 0.67$	แย่
$C_p < 0.67$	แย่มาก

(ที่มา : Montgomery, 2020)

ตารางที่ 2.6 แสดงเกณฑ์การแปลผลค่าดัชนี C_{pk}

ค่า C_{pk}	ความสามารถ	การดำเนินการ
$C_{pk} \geq 1$	ไม่มีความสามารถ	ปรับปรุงเพื่อลดความแม่นยำและปรับปรุง และตรวจสอบ
$1 < C_{pk} < 3$	มีความสามารถ	ปรับปรุงกระบวนการให้ดีขึ้น
$C_{pk} > 3$	มีความสามารถดีมาก	ไม่จำเป็นต้องปรับปรุงและตรวจสอบ แต่ควรปรับลดค่าคุณสมบัติ

(ที่มา : Montgomery, 2020)

จากตารางที่ 2.6 และ 2.7 ใช้สำหรับเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการแปลผล ค่าดัชนี C_p และ C_{pk} เพื่อประเมินว่ากระบวนการผลิตมี ระดับความสามารถ อยู่ในเกณฑ์ใด (เช่น ดี, พอดี, หรือไม่มีความสามารถ) และใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจว่ากระบวนการนั้นๆ จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงหรือไม่

2.3.5 สถิติเชิงพรรณนา

สถิติเชิงพรรณนา เป็นสาขางานหนึ่งของสถิติที่มุ่งเน้นการสรุปและอธิบายลักษณะที่สำคัญของชุดข้อมูลที่รวบรวมมาได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในภาพรวมของข้อมูลชุดนั้นๆ โดยไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลลัพธ์ไปอ้างอิงถึงกลุ่มประชากรที่ใหญ่กว่า (ซึ่งเป็นหน้าที่ของสถิติเชิงอนุมาน) (Automotive Industry Action Group, 2010) เครื่องมือในการถ่วงน้ำหนักที่สำคัญ 2 ประเพณหลัก คือ การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง และการวัดการกระจายตัวของข้อมูล

2.3.5.1 การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง

เป็นการหาค่าที่เป็นตัวแทนของข้อมูลส่วนใหญ่ หรือค่าที่บ่งชี้ว่าศูนย์กลางของข้อมูลอยู่ที่ใด ค่าที่นิยมใช้มีดังนี้ (Minitab, LLC., n.d.)

(1) ค่าเฉลี่ย (Mean) คือค่าที่ได้จากการนำข้อมูลทั้งหมดมา加รวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด เป็นค่าที่นิยมใช้มากที่สุด แต่มีข้อจำกัดคือได้รับอิทธิพลจากค่าที่สูงหรือต่ำผิดปกติได้ง่าย

(2) ค่ามัธยฐาน (Median) คือค่าที่อยู่ต่ำแห่งกึ่งกลางของชุดข้อมูลเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ค่ามัธยฐานมีข้อดีคือไม่ได้รับผลกระทบจากค่าที่ผิดปกติ

(3) ค่าฐานนิยม (Mode) คือค่าที่เกิดขึ้นซ้ำกันมากที่สุดในชุดข้อมูล เหมาะสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ

2.3.5.2 การวัดการกระจายตัว

เป็นการวัดว่าข้อมูลในชุดนั้นๆ มีการเกาะกลุ่มหรือกระจายตัวออกจากค่ากลางมากน้อยเพียงใด ซึ่งบ่งบอกถึงความผันแปรของข้อมูล ค่าที่นิยมใช้มีดังนี้ (Minitab, LLC., n.d.)

(1) ค่าพิสัย (Range) คือค่าที่ได้จากผลต่างระหว่างข้อมูลที่มีค่าสูงสุดและต่ำสุด เป็นการวัดการกระจายที่ง่ายที่สุด แต่ก็ได้รับอิทธิพลจากค่าผิดปกติได้ง่ายเช่นกัน

(2) ค่าความแปรปรวน (Variance) คือค่าเฉลี่ยของกำลังสองของผลต่างระหว่างข้อมูลแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูล เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายตัวรอบๆ ค่าเฉลี่ย

(3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) คือรากที่สองที่เป็นบวกของค่าความแปรปรวน เป็นค่าที่นิยมใช้มากที่สุดในการวัดการกระจาย เพราะมีหน่วยเดียวกับข้อมูลและ

แปลความหมายได้่าย หากมีค่ามากแสดงว่าข้อมูลมีการกระจายตัวสูง หากมีค่าน้อยแสดงว่าข้อมูลเกากลุ่มกันใกล้กันเฉลี่ย

2.3.5. 3 การวัดรูป่างของข้อมูล

เป็นการวัดลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลว่ามีความสมมาตรหรือความโดยดิ่งของยอดโถึงเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับโถ่งปกติ ประกอบด้วย

(1) ความเบี้ยว (Skewness) คือค่าที่ใช้วัดความสมมาตรของการกระจายตัวของข้อมูล หากค่าเป็น 0 แสดงว่าข้อมูลมีการกระจายตัวสมมาตร หากเป็นบวกแสดงว่าเบี้ยว หากเป็นลบแสดงว่าเบี้ยวซ้าย

(2) ความโดยดิ่ง (Kurtosis) คือค่าที่ใช้วัดความสูงของยอดโถ่งการกระจายตัวของข้อมูลเมื่อเทียบกับโถ่งปกติ หากมีค่าเป็นบวกแสดงว่ายอดโถ่งสูงกว่าปกติ และหากมีค่าเป็นลบแสดงว่ายอดโถ่งแบนกว่าปกติ

2.3.6 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Root Cause Analysis - RCA) เป็นกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบที่มุ่งเน้นการค้นหาและระบุ "สาเหตุที่แท้จริง" ที่อยู่เบื้องหลังปัญหา เปรียบเสมือนการรักษาโรคที่ต้นตอ แทนที่จะรักษาตามอาการที่แสดงออกมาก่อนอกเท่านั้น หากจัดการเพียงแค่ "อาการ" ของปัญหา เช่น การคัดแยกของเสียที่ปลายทาง ปัญหาเดิมก็จะยังคงเกิดขึ้น ซ้ำแล้วซ้ำเล่า ก่อให้เกิดต้นทุนและความสูญเสียอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น หัวใจสำคัญของ RCA คือความเชื่อว่าการแก้ไขปัญหาจะยิ่งขึ้นได้ก็ต่อเมื่อกำจัด "สาเหตุ的根本原因" ออกไป ซึ่งตรงกับหลักการในขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analyze Phase) ของกระบวนการ DMAIC และจะช่วยป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหาเดิม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการดำเนินงานวิเคราะห์นั้น มีเครื่องมือและเทคนิคที่หลากหลายซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยกระบวนการค้นหาสาเหตุ ดังแต่ละเทคนิคการระดมความคิดอย่างง่าย ไปจนถึงวิธีการวิเคราะห์เชิงโครงสร้างที่มีความซับซ้อนดังที่จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.3.6.1 เทคนิคการระดมสมอง

การระดมสมอง เป็นเทคนิคการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์กลุ่มที่ใช้เพื่อสร้างรายการแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น เทคนิคนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดย อเล็กซ์ เอฟ. ออสบอร์น (Alex F. Osborn) ผู้บริหารบริษัทโนยาดา และได้เผยแพร่แนวคิดนี้อย่างเป็นทางการในหนังสือ “Applied Imagination” เมื่อปี ค.ศ. 1953 โดยมีหลักการสำคัญคือการเชื่อว่า

การสร้างสรรค์แนวคิดในรูปแบบกลุ่มจะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการทำงานโดยลำพัง (Montgomery, 2020)

(1) หลักการสำคัญของการระดมสมองตั้งอยู่บนแนวคิด 2 ประการที่ส่งเสริมการสร้างสรรค์สูงสุด (Montgomery, 2020) ได้แก่ ชัลล์การตัดสินใจ ในช่วงแรกของการระดมสมอง ให้ "งดการวิจารณ์ เพื่อเปิดทางให้ความคิด" ทุกแนวคิดที่เสนอขึ้นมาล้วนมีคุณค่าในตัวเอง การคุ้นเคยตัดสินหรือวิพากษ์วิจารณ์จะปิดกั้นการไหลของความคิดและทำลายบรรยากาศที่ปล่อยด้วยในการแสดงออก และปริมาณนำหน้าคุณภาพ ให้ความสำคัญกับ "ปริมาณความคิดที่หลากหลาย ดีกว่าคุณภาพที่สมบูรณ์แบบในตอนแรก" เป้าหมายคือการสร้างรายการแนวคิดให้ได้มากที่สุด เพราะยิ่งมีจำนวนแนวคิดมากเท่าไร โอกาสที่จะค้นพบแนวคิดที่ยอดเยี่ยมและนำไปใช้ได้จริงก็จะยิ่งสูงขึ้น เปรียบดั่งการร่อนหาทอง ยิ่งตักทรัพย์ขึ้นมากเท่าไร ก็ยิ่งมีโอกาสเจอกองมากขึ้น เท่านั้น

(2) เพื่อให้การระดมสมองบรรลุผลตามหลักการข้างต้น ออสบอร์น (Osborn) ได้กำหนดกฎพื้นฐานไว้ 4 ประการ (Montgomery, 2020) กฎข้อแรกและสำคัญที่สุดคือการงดเว้นการวิพากษ์วิจารณ์ โดยห้ามตัดสินคุณค่าแนวคิดของผู้อื่น โดยเด็ดขาด ไม่ว่าแนวคิดนี้จะดูแปลกใหม่เพียงใด เพื่อสร้างบรรยากาศที่ทุกคนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ หากนั้นให้มุ่งเน้นที่ปริมาณ ของความคิดให้ได้มากที่สุดเป็นอันดับแรก เพราะเชื่อว่ามีจำนวนแนวคิดมากเท่าไร โอกาสที่จะค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่ดีที่สุดก็จะยิ่งเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันก็ควร ส่งเสริมความคิดที่แปลกใหม่ โดยเปิดรับและสนับสนุนแนวคิดที่หลุดกรอบหรือดูสุดโต่ง เนื่องจากนวัตกรรมมักเกิดจากความคิดที่ไม่ธรรมดា และสุดท้ายคือการ พสมพسانและพัฒนาต่อข้อความคิด โดยสนับสนุนให้ผู้เข้าร่วมนำเสนอแนวคิดของผู้อื่นมาปรับปรุงให้เกิดเป็นแนวคิดใหม่ที่ดีกว่าเดิม

โดยสรุป เทคนิคการระดมสมองเป็นเครื่องมือที่ทรงพลังในการรวบรวมรายการสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาในปริมาณมาก โดยมีหัวใจสำคัญคือการสร้างบรรยากาศที่เปิดกว้าง ปราศจากการวิพากษ์วิจารณ์ และส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ เพื่อให้ได้瞑มองและแนวทางที่หลากหลายที่สุด ก่อนที่จะนำไปคัดกรองและวิเคราะห์ในเชิงลึกในขั้นตอนต่อไป

2.3.6.2 ปัจจัย 5M

ปัจจัย 5M เป็นกรอบแนวคิด (Framework) ที่ใช้ในการจำแนกประเภทของสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การวิเคราะห์มีความครอบคลุมและไม่ตกหล่นในประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการระดมสมองเพื่อสร้าง ผังแสดงเหตุผล (Cause and Effect Diagram) กรอบแนวคิดนี้เป็นที่ยอมรับอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตและบริการ

เพื่อใช้เป็นโครงสร้างในการค้นหาสาเหตุของปัญหา (Heumann & Schomaker, 2016) โดยปัจจัย 5M ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

(1) คน (Man) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับบุคลากรหรือผู้ปฏิบัติงานที่ส่งผลต่อกระบวนการ โดยตรง ซึ่งครอบคลุมด้วยแต่ประเด็นด้าน ทักษะและความรู้ เช่น การขาดการฝึกอบรม หรือประสบการณ์ไม่เพียงพอ, ประเด็นด้าน สภาพร่างกายและจิตใจ เช่น ความเหนื่อยล้า ความประมาทเลินเล่อ หรือการขาดแรงจูงใจ, ไปจนถึงประเด็น การปฏิบัติตามมาตรฐาน เช่น การไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้

(2) เครื่องจักร (Machine) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ, อุปกรณ์, และเครื่องจักรที่ใช้ในการกระบวนการผลิต โดยสาเหตุของปัญหาอาจมาจากการบำรุงรักษา เช่น การขาดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจนเครื่องจักรเก่าหรือชำรุด, การตั้งค่า ที่ไม่ถูกต้องจนทำให้ความแม่นยำของเครื่องมือลดลง, หรือ ความเหมาะสมสมของเครื่องจักร เช่น การใช้เครื่องมือผิดประเภทกับงาน

(3) วัสดุคุณภาพ (Material) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับวัสดุคุณภาพ, วัสดุสิ้นเปลือง, หรือชิ้นส่วนต่างๆ ที่ใช้เป็นปัจจัยนำเข้าในการกระบวนการ ซึ่งปัญหาอาจเกิดจาก คุณภาพ ของวัสดุคุณภาพที่ไม่ได้มาตรฐาน มีคุณสมบัติไม่สม่ำเสมอ หรือมีสิ่งปนเปื้อน, การจัดการ ที่ไม่เหมาะสม เช่น การขัดเก็บที่ทำให้วัสดุคุณภาพเสื่อมสภาพ, หรืออาจมีสาเหตุมาจาก ผู้ส่งมอบ ที่มีกระบวนการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ

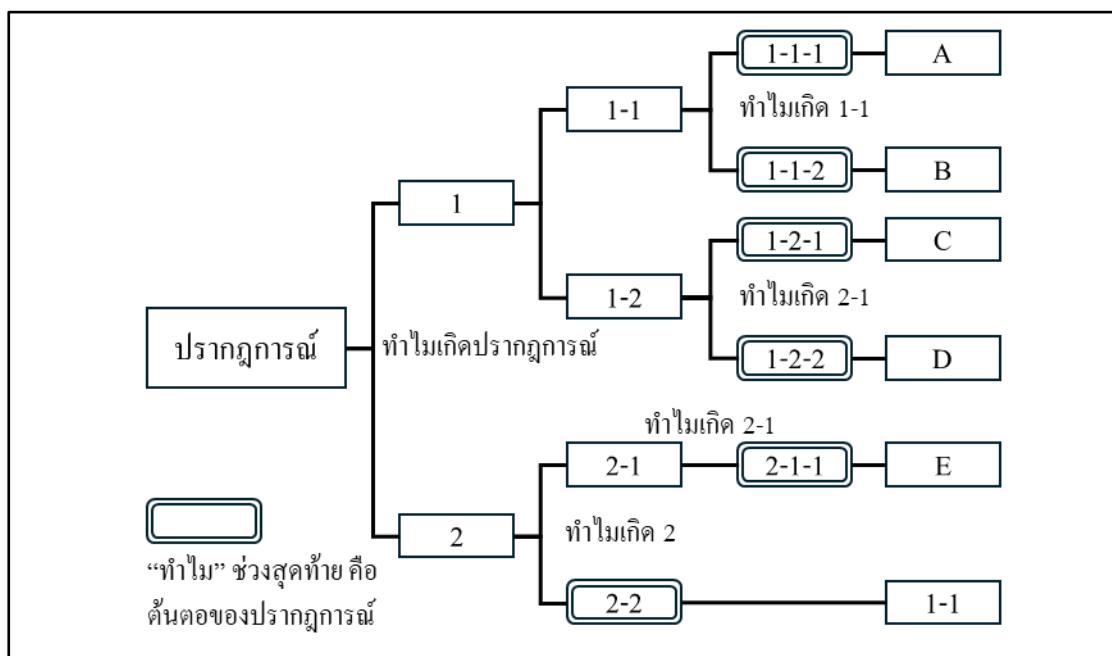
(4) วิธีการ (Method) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับขั้นตอน, วิธีการ, และกระบวนการทำงานที่ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งปัญหาอาจมีสาเหตุมาจากการทำงาน ที่ไม่ชัดเจนหรือไม่มีอยู่จริง, ความเหมาะสมสมของกระบวนการ ที่ถูกออกแบบมาอย่างไม่มีประสิทธิภาพหรือมีขั้นตอนที่ไม่จำเป็น, ตลอดจน สภาพการทำงาน หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่อี๊ออำนวย

(5) การวัด (Measurement) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับระบบการวัดและตรวจสอบคุณภาพทั้งหมดของกระบวนการ โดยปัญหาอาจเกิดจาก เครื่องมือวัด ที่ไม่ได้รับการสอบเทียบหรือ มีความละเอียด ไม่เพียงพอ, วิธีการวัด ของผู้ตรวจสอบที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สม่ำเสมอ, หรือ เกณฑ์ การตัดสิน ที่ไม่ชัดเจน ทำให้คำจำกัดความของ "ของดี" และ "ของเสีย" คลาดเคลื่อน (กาญจนา กาญจนสุนทร, 2559)

ในบางตำราอาจมีการขยายกรอบแนวคิดนี้เป็น 5M1E หรือ 6M โดยเพิ่มปัจจัย สภาพแวดล้อม เข้ามา ซึ่งจะพิจารณาถึงปัจจัยภายนอกที่ควบคุมได้ยาก เช่น อุณหภูมิ, ความชื้น หรือ แสงสว่าง ที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการได้ (Heumann & Schomaker, 2016)

2.3.6.3 การวิเคราะห์แบบตาม “ทำไม่-ทำไม่”

การวิเคราะห์แบบตาม “ทำไม่-ทำไม่” หรือที่รู้จักกันดีในชื่อ 5 Whys เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาสาเหตุรากของปัญหา (Root Cause Analysis) ที่เรียบง่ายแต่ทรงพลัง มีต้นกำเนิดจากระบบการผลิตแบบโตโยต้า และได้รับการพัฒนาโดย ไหอิจิ ออโนะ (Taiichi Ohno) (Heumann & Schomaker, 2016) หัวใจของเทคนิคนี้คือการถามคำถาม “ทำไม่” (Why) ซ้ำๆ อย่างต่อเนื่อง เพื่อขุดลึกลงไปจากอาการของปัญหา (Symptom) ที่เห็นได้ชัด ไปสู่ความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลที่ซ่อนอยู่ จนกระทั่งพบสาเหตุรากเหง้าที่แท้จริง (Root Cause) ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจะเป็นปัญหาเชิงระบบ หรือกระบวนการที่บกพร่อง ไม่ใช่เพียงความผิดพลาดของบุคคลหรืออุปกรณ์เท่านั้น เป้าหมายสำคัญคือการหลักดันการวิเคราะห์ให้ก้าวข้ามคำตอบแรกที่มักเป็นเพียงข้อผิดพลาดทางเทคนิค ไปสู่การค้นพบว่า “เหตุใดกระบวนการจึงปล่อยให้ข้อผิดพลาดนั้นเกิดขึ้นได้” ตัวเลข “5” เป็นเพียงแนวทางปฏิบัติโดยทั่วไปที่ชี้ว่ากระบวนการประเมิน 5 ครั้งมักจะเพียงพอที่จะเข้าถึงสาเหตุเชิงระบบได้ แต่การถามอาจลึกสุดก่อนหรือหลัง 5 ครั้งก็ได้ ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา (กาญจนานา กาญจนสุนทร, 2559) แผนภาพโครงสร้างต้นไม้ (Tree Diagram) ของการวิเคราะห์แบบตาม “ทำไม่-ทำไม่” แสดงดังภาพที่ 2.23



ภาพที่ 2.23 วิธีการหาต้นตอและแนวทางแก้ไขปัจจัยภายนอกแบบ Why-Why Analysis
(ที่มา: Besterfield, 2018)

ภาพที่ 2.23 แสดงแผนภาพโครงสร้างต้นไม้ (Tree Diagram) ของการวิเคราะห์แบบตาม “ทำไม่-ทำไม่” ซึ่งแสดงการสืบสานจากประวัติการณ์ไปสู่สาเหตุรากเหง้าและแนวทางการแก้ไข เพื่อให้การวิเคราะห์มีความแม่นยำและตั้งอยู่บนข้อเท็จจริง การตอบคำถาม “ทำไม่” ในแต่ละครั้งจะต้องมาจากการตรวจสอบ สถานที่จริง (Genba) และ ของจริง (Genbutsu) ไม่ใช่การคาดเดา ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่ทำให้เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพ (Heumann & Schomaker, 2016)

ขั้นตอนการวิเคราะห์แบบตาม “ทำไม่-ทำไม่” กระบวนการวิเคราะห์สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (กัญจน กาญจนสุนทร, 2559)

(1) กำหนดปัญหาให้ชัดเจน เริ่มต้นจากการระบุและทำความเข้าใจปัญหา หรือประวัติการณ์ที่เกิดขึ้น ให้ชัดเจนและเฉพาะเจาะจงที่สุด โดยอาศัยข้อมูลจากการสังเกตการณ์หน้างานจริง หรือข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การตั้งคำถาม “ทำไม่” ในลำดับต่อไปมีทิศทางที่ถูกต้องและไม่คลาดเคลื่อนจากสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

(2) ถาม “ทำไม่” ช้าๆ เริ่มถามคำถาม “ทำไม่” ครั้งที่ 1 ว่า “ทำไม่ปัญหานี้จึงเกิดขึ้น?” จากนั้นนำคำตอบที่ได้มาตั้งเป็นคำถาม “ทำไม่” ในครั้งต่อไป ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะไม่สามารถตอบได้อีก หรือจนกว่าจะพบสาเหตุรากเหง้าที่แท้จริง ซึ่งมักเป็นปัญหาซึ่งระบบหรือเชิงกระบวนการ ขั้นตอนนี้เป็นหัวใจสำคัญที่ช่วยปิด_LOOP ที่ซ่อนอยู่เบื้องหลังปัญหาที่มองเห็น

(3) ตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงเหตุผล เมื่อได้ลำดับของสาเหตุทั้งหมดแล้ว ให้ทำการตรวจสอบตรรกะข้อนกลับจากสาเหตุสุดท้ายขึ้นมา โดยใช้คำว่า “ดังนั้น” เพื่อทดสอบความเชื่อมโยงเชิงเหตุและผลว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างสมเหตุสมผลหรือไม่ การตรวจสอบนี้ช่วยลดความเสี่ยงจากการสรุปผลผิดพลาดและยืนยันว่าสาเหตุรากเหง้าที่พบมีความถูกต้อง

(4) ระบุมาตรการแก้ไขและป้องกัน จากสาเหตุรากเหง้าที่ค้นพบ ให้กำหนดมาตรการ 2 ส่วน ได้แก่ มาตรการแก้ไข เพื่อจัดการกับปัญหาเฉพาะหน้าให้หมดไปในระยะสั้น และ มาตรการป้องกัน เพื่อป้องป้องรับประยุทธ์หรือกระบวนการในระยะยาว ไม่ให้ปัญหานั้นเกิดขึ้นซ้ำอีก ทั้งนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้และทรัพยากรที่จำเป็นในการดำเนินการ

(5) นำไปปฏิบัติและสร้างเป็นมาตรฐาน นำมาตรการแก้ไขและป้องกันไปปฏิบัติจริง พร้อมติดตามและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง หากได้ผลลัพธ์ที่ดีและมีความเสถียร ให้จัดทำเป็นมาตรฐานการทำงานใหม่ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรปฏิบัติตามอย่างเป็นระบบ และป้องกันการกลับมาของปัญหาอย่างยั่งยืน

2.3.6.4 การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ

การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) เป็นเครื่องมือเชิงรุกสำหรับวิเคราะห์ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุ "รูปแบบความล้มเหลว" ที่อาจเกิดขึ้นในกระบวนการหรือการออกแบบ, วิเคราะห์ "ผลกระทบ" ของความล้มเหลวนั้นๆ, และกำหนดแนวทางการดำเนินการเพื่อลดหรือขัดความเสี่ยงก่อนที่ปัญหาจะเกิดขึ้นจริง (Montgomery, 2013)

มาตรฐาน AIAG & VDA FMEA ในอดีต มาตรฐาน FMEA ที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์มีสองแนวทางหลักคือ มาตรฐานของ AIAG (อเมริกา) และ VDA (เยอรมนี) ซึ่งมีความแตกต่างกันในรายละเอียด เพื่อลดความซับซ้อนและสร้างแนวทางที่เป็นหนึ่งเดียวทั่วโลก ทั้งสององค์กรจึงได้ร่วมมือกันพัฒนาและเผยแพร่มาตรฐานฉบับใหม่ล่าสุดคือ AIAG & VDA FMEA Handbook, 1st Edition ในปี ก.ศ. 2019 มาตรฐานฉบับใหม่นี้ได้นำเสนอการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญสองประการ คือ การกำหนดกระบวนการการทำงานที่เป็นระบบ 7 ขั้นตอน และการนำ ลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Action Priority - AP) มาใช้แทนดัชนีความเสี่ยง (Risk Priority Number - RPN) แบบเดิม (หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.ป.)

แนวทาง 7 ขั้นตอน ตามมาตรฐาน AIAG & VDA FMEA ได้กำหนดกระบวนการทำงานที่เป็นระบบ 7 ขั้นตอนเพื่อให้การวิเคราะห์มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกัน ดังนี้ (หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์, ม.ป.ป.)

(1) การวางแผนและการเตรียมการ กำหนดขอบเขตของโครงการ, ระบุที่มุ่ง, กำหนดเครื่องมือ และวางแผน 5 ปัจจัยหลัก (5T: InTent, Timing, Team, Task, Tool)

(2) การวิเคราะห์โครงสร้าง แสดงภาพโครงสร้างของกระบวนการหรือผลิตภัณฑ์ที่กำลังวิเคราะห์ให้ชัดเจน เพื่อให้เห็นองค์ประกอบและความสัมพันธ์ทั้งหมด

(3) การวิเคราะห์หน้าที่ ระบุหน้าที่และความต้องการของแต่ละองค์ประกอบในโครงสร้างนั้นๆ ว่าต้องทำอะไรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

(4) การวิเคราะห์ความล้มเหลว ระบุรูปแบบความล้มเหลว, ผลกระทบ, และสาเหตุที่เป็นไปได้ของแต่ละหน้าที่

(5) การวิเคราะห์ความเสี่ยง ประเมินระดับความรุนแรง, โอกาสการเกิด, และความสามารถในการตรวจจับ ของแต่ละสายโซ่ความล้มเหลว

(6) การเพิ่มประสิทธิภาพ กำหนดแนวทางการดำเนินการป้องกันหรือแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยง, มอบหมายผู้รับผิดชอบ, และติดตามผลการดำเนินงาน

(7) การจัดทำเอกสาร สรุปผลการวิเคราะห์และความคืบหน้าของกิจกรรมทั้งหมด จัดทำเป็นรายงานเพื่อใช้ในการสื่อสารและเป็นฐานข้อมูลขององค์กร

ลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Action Priority – AP) มาตรฐานใหม่ได้ยกเลิกการใช้ค่าดัชนีลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number - RPN) ซึ่งคำนวณจาก $S \times O \times D$ เนื่องจากมีจุดอ่อนหลายประการ (เช่น RPN ที่เท่ากันอาจมีความเสี่ยงจริงไม่เท่ากัน) และได้นำ ลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Action Priority - AP) มาใช้แทน (Sullivan, 2017) AP ไม่ใช่การคำนวณ แต่เป็น ตารางตระราก ที่กำหนดระดับความสำคัญในการดำเนินการออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง, ปานกลาง, และ ต่ำ โดยพิจารณาจากค่า S, O, และ D ร่วมกัน หัวใจสำคัญของ AP คือการให้ความสำคัญกับ ความรุนแรง เป็นอันดับแรกเสมอ กล่าวคือ หากความล้มเหลวใดมีผลกระทบรุนแรง (S สูง) ค่า AP จะเป็น "สูง" โดยอัตโนมัติ และทีมงานจำเป็นต้องมาตราการแก้ไข แม้ว่าโอกาสเกิด (O) หรือโอกาสตรวจจับ (D) จะอยู่ในระดับต่ำก็ตาม (Montgomery, 2013) (Sullivan, 2017)

การวิเคราะห์ความเสี่ยงและลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Risk Analysis & Action Priority) (Osborn, 1953) จุดเปลี่ยนที่สำคัญที่สุดในมาตรฐานฉบับใหม่คือการยกเลิกการใช้ ดังนี้ จึงใช้ค่าดัชนีลำดับความเสี่ยง (Risk Priority Number - RPN) ในการจัดลำดับความสำคัญของปัญหา และนำ ลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Action Priority - AP) มาใช้แทน AP เป็นตารางตระรากที่พิจารณาจากค่า S, O, และ D ร่วมกันเพื่อกำหนดรتبความสำคัญในการดำเนินการแก้ไข ออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

(1) สูง (High - H) ถือเป็นลำดับความสำคัญสูงสุด ทีมงาน ต้อง (Must) กำหนดกิจกรรมเพื่อแก้ไขปัญหานี้

(2) ปานกลาง (Medium - M) ทีมงาน ควร (Should) กำหนดกิจกรรมเพื่อแก้ไข หรืออย่างน้อยต้องมีเหตุผลทางวิศวกรรมรองรับหากเดือดที่จะไม่ดำเนินการ

(3) ต่ำ (Low - L) ทีมงาน อาจจะ (Could) กำหนดกิจกรรมเพื่อแก้ไข แต่ไม่จำเป็นเร่งด่วนเท่าระดับอื่น

หลักการสำคัญของ AP คือการให้ความสำคัญกับค่า ความรุนแรง (Severity) เป็นอันดับแรกเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่าความล้มเหลวที่มีผลกระทบร้ายแรงจะถูกจัดการก่อน โดยตระรากการจัดลำดับความสำคัญนี้จะถูกกำหนดไว้ในตารางมาตรฐาน ซึ่งจะแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ตามระดับความรุนแรง แสดงดังตารางที่ 2.8 และ 2.9

ตารางที่ 2.7 ลำดับความสำคัญของกิจกรรม

1. ระดับความรุนแรง: ถูง (Severity 9-10)										
โอกาสการเกิด (O)	D:1	D:2	D:3	D:4	D:5	D:6	D:7	D:8	D:9	D:10
9-10	H	H	H	H	H	H	H	H	M	M
7-8	H	H	H	H	H	M	M	M	L	L
4-6	H	H	H	M	M	M	L	L	L	L
2-3	H	M	M	M	L	L	L	L	L	L
1	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L
2. ระดับความรุนแรง: ปานกลาง (Severity 7-8)										
โอกาสการเกิด (O)	D:1	D:2	D:3	D:4	D:5	D:6	D:7	D:8	D:9	D:10
9-10	H	H	H	H	H	M	M	M	L	L
7-8	H	H	M	M	M	L	L	L	L	L
4-6	H	M	M	M	L	L	L	L	L	L
2-3	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L
1	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
3. ระดับความรุนแรง: ต่ำ (Severity 4-6)										
โอกาสการเกิด (O)	D:1	D:2	D:3	D:4	D:5	D:6	D:7	D:8	D:9	D:10
9-10	H	M	M	M	L	L	L	L	L	L
7-8	M	M	M	L	L	L	L	L	L	L
4-6	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L
2-3	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

(ที่มา : AIAG & VDA FMEA Handbook ,2019)

จากตารางที่ 2.7 และ 2.8 แสดงตระรากสำคัญรับกำหนดลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Action Priority - AP) ตามมาตรฐาน AIAG & VDA FMEA ซึ่งจะกำหนดระดับความสำคัญออกเป็น ถูง (H), ปานกลาง (M), หรือ ต่ำ (L) โดยพิจารณาจากค่าความรุนแรง (Severity), โอกาสการเกิด (Occurrence), และความสามารถในการตรวจจับ (Detection) ร่วมกัน

นอกเหนือจากการประเมินความเสี่ยงแล้ว FMEA ยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการระบุคุณลักษณะพิเศษ ซึ่งหมายถึงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์หรือพารามิเตอร์ของกระบวนการที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย การปฏิบัติตามกฎหมายเบี้ยบ ความพอดี ฟังก์ชันการทำงาน หรือประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โดยคุณลักษณะเหล่านี้มักจะถูกกำหนดขึ้นเมื่อผลการวิเคราะห์ FMEA บ่งชี้ว่ารูปแบบความล้มเหลว ที่อาจเกิดขึ้นนั้นมี ระดับความรุนแรงสูง การระบุคุณลักษณะพิเศษนี้ วัดถูกประสงค์หลักเพื่อให้แน่ใจว่าจะมีการนำ "มาตรการควบคุมพิเศษ" มาใช้ในกระบวนการผลิต เพื่อป้องกันความล้มเหลว มาตรการเหล่านี้อาจรวมถึง การควบคุมกระบวนการเชิงสถิติ ที่เข้มงวดขึ้น การเพิ่มความถี่ในการตรวจสอบ หรือใช้เครื่องมือวัดที่มีความแม่นยำสูงขึ้น การออกแบบกระบวนการป้องกันความผิดพลาด การกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการรับรองทักษะเฉพาะทาง โดยทั่วไป คุณลักษณะพิเศษเหล่านี้จะถูกระบุด้วยสัญลักษณ์เฉพาะ (เช่น รูปสามเหลี่ยมกว้าง, วงรี) ในเอกสารทางวิศวกรรมต่างๆ เช่น แบบผลิตภัณฑ์, แผนควบคุม, และคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อให้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทราบถึงความสำคัญและปฏิบัติตามมาตรการควบคุมอย่างเคร่งครัด (Sullivan, 2017) แสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 คุณลักษณะพิเศษของ PFMEA

PFMEA Special Characteristic Table					
ผู้รายงานผู้ติดตามที่ต้องการพิเศษ	ประเภท FMEA	การจำแนก	เพื่อบ่งชี้	เกณฑ์	การดำเนินการที่จำเป็น
				Severity = 9, 10	จำเป็นต้องมีการควบคุมพิเศษ
ผู้รายงานผู้ติดตามที่ต้องการพิเศษ	Process		คุณลักษณะเชิงวิกฤต	Severity = 9, 10	จำเป็นต้องมีการควบคุมพิเศษ
	Process	SC	คุณลักษณะที่สำคัญ	Severity = 5 - 8 and Occurrence = 4 – 10	จำเป็นต้องมีการควบคุมพิเศษ
ผู้รายงานผู้ติดตามที่ต้องการพิเศษ	ประเภท FMEA	การจำแนก	เพื่อบ่งชี้	เกณฑ์	การดำเนินการที่จำเป็น
	Process	HI	ผลกระทบสูง	Severity = 5 – 8 and Occurrence = 4 - 10	ต้องให้ความสำคัญ
	Process	OS	ความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน	Severity = 9, 10	ต้องมีการอนุมัติด้านความปลอดภัย
	Process	Blank	ไม่ใช่คุณลักษณะพิเศษ	อื่นๆ	ไม่เกี่ยวข้อง

(ที่มา : ทักษะด้ายและภาวน แปลจาก AIAG & VDA FMEA Handbook ,2019)

โดยสรุป การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) ตามมาตรฐานใหม่ของ AIAG & VDA ได้ยกระดับจากเครื่องมือบันทึกความเสี่ยงไปสู่กระบวนการจัดการความเสี่ยงเชิงรุก ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ด้วยกรอบการทำงาน 7 ขั้นตอนที่ชัดเจน และการเปลี่ยนมาใช้ลำดับความสำคัญ ของกิจกรรม (AP) แทน RPN แบบเดิม ทำให้การจัดลำดับความสำคัญของปัญหา มีความน่าเชื่อถือ และมุ่งเน้นไปที่ความเสี่ยงที่มีผลกระทบรุนแรงอย่างแท้จริง ดังนี้ FMEA จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ จะช่วยให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์และป้องกันความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้น ในการบูรณาการ ได้อย่าง เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

2.3.7 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน Preventive Maintenance คือชุดของกิจกรรมการบำรุงรักษาที่ถูก กำหนดและดำเนินการตามแผนที่วางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างเป็นระบบ ในขณะที่เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ ยังคงทำงานได้ตามปกติ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดโอกาสหรือป้องกันความล้มเหลวที่อาจ เกิดขึ้นในอนาคต (Besterfield, 2018) แนวคิดนี้ถือเป็นการเปลี่ยนจากการบำรุงรักษาแบบ “แก้เมื่อเสีย” มาสู่การ “ป้องกันก่อนเสีย” ซึ่งช่วยให้สามารถวางแผนด้านเวลา ทรัพยากร และ งบประมาณ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดการหยุดชะงักของการบูรณาการผลิตโดย ไม่คาดคิด และลดผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

หัวใจสำคัญของ PM คือการดำเนินการเชิงรุก (Proactive) เพื่อจัดการกับสาเหตุ的根本ของ ความล้มเหลวทางกายภาพที่สามารถคาดการณ์ได้ เช่น การสึกหรอตามปกติของชิ้นส่วนที่ เคลื่อนไหว การเสื่อมสภาพของวัสดุตามอายุการใช้งาน หรือการหลุดหลวমของชิ้นส่วนจากการ สั่นสะเทือนในการทำงาน ฯ ฯ กิจกรรมของ PM โดยทั่วไปประกอบด้วยการทำความสะอาด เพื่อลดสิ่งปฏิกูลที่อาจก่อให้เกิดการสึกหรอ การหล่ออลูминียม เพื่อลดแรงเสียดทาน การปรับตั้งให้ เครื่องจักรทำงานได้ตามค่ามาตรฐาน และการเปลี่ยนชิ้นส่วนตามวาระที่กำหนด ก่อนที่ชิ้นส่วนนั้น จะหมดอายุการใช้งาน นอกจากนี้ บางองค์กรยังมีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ เช่น การ ตรวจวัดการสั่นสะเทือน หรือการตรวจสอบด้วยเทอร์โมกราฟี (Thermography) เพื่อช่วยวางแผน การบำรุงรักษาได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น

การนำระบบ PM ที่มีประสิทธิภาพมาใช้จะส่งผลดีต่อองค์กรในหลายมิติ ไม่ว่าจะเป็นการยืด อายุการใช้งานของอุปกรณ์ ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมระยะยาว ลดการหยุดทำงานของเครื่องจักร โดยไม่คาดคิด เพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ปฏิบัติงาน และที่สำคัญสำหรับงานวิจัยนี้คือช่วยรักษา คุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอ เนื่องจากเครื่องจักรที่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสมจะ ทำงานได้อย่างเสถียรและแม่นยำ (Automotive Industry Action Group, 2010)

2.3.7.1 หลักการ Reliability-Centered Maintenance

เพื่อให้การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) มีประสิทธิภาพสูงสุดและคุ้มค่าต่อการลงทุน จึงมีการนำหลักการ Reliability-Centered Maintenance (RCM) เข้ามาใช้เป็นกรอบในการตัดสินใจ RCM ไม่ใช่ประเภทของการบำรุงรักษา แต่เป็น กระบวนการที่เป็นระบบ ในการกำหนดว่ากิจกรรมการบำรุงรักษาใดที่ควรทำ, ควรทำเมื่อใด, และควรทำอย่างไร เพื่อให้มั่นใจว่า สินทรัพย์ทางกายภาพ (Physical Asset) จะยังคงทำงานตามหน้าที่ที่ต้องการ ได้ในบริบทการทำงานปัจจุบัน (AIAG & VDA, 2019) หลักการของ RCM มุ่งเน้นไปที่ การรักษาหน้าที่ (Preserving Function) ของระบบมากกว่าการดูแลตัวอุปกรณ์เพียงอย่างเดียว โดยมีกระบวนการวิเคราะห์ที่เป็นระบบซึ่งตอบคำถามสำคัญ 7 ข้อ ดังนี้

- (1) หน้าที่และมาตรฐานสมรรถนะของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์คืออะไร
- (2) ความล้มเหลวเชิงหน้าที่ (Functional Failure) เครื่องจักรหรืออุปกรณ์สามารถล้มเหลวในการทำหน้าที่นั้นๆ ได้อย่างไรบ้าง
- (3) รูปแบบความล้มเหลว (Failure Mode) อะไรคือสาเหตุที่ทำให้เกิดความล้มเหลวในแต่ละรูปแบบ (เช่น การลีกหรือของคอมตัด, คลับลูกปืนแตก)
- (4) ผลกระทบของความล้มเหลว (Failure Effect) จะเกิดอะไรขึ้นเมื่อความล้มเหลวนั้นๆ เกิดขึ้น
- (5) นัยสำคัญของความล้มเหลว (Failure Consequence) ความล้มเหลวนั้นส่งผลกระทบที่สำคัญอย่างไร? (เช่น ผลกระทบต่อกำลังปั๊บด้วย, คุณภาพสินค้า, หรือต้นทุนการผลิต)
- (6) กิจกรรมเชิงรุก (Proactive Task) เราสามารถทำอะไรเพื่อคาดการณ์หรือป้องกันความล้มเหลวนั้นได้บ้าง (นำไปสู่การกำหนดแผน PM)
- (7) การดำเนินการกรณีไม่มีกิจกรรมที่เหมาะสม (Default Action) ควรทำอย่างไรหากไม่สามารถหา กิจกรรมการบำรุงรักษาเชิงรุกที่เหมาะสมได้

โดยสรุป การนำหลักการ RCM มาใช้จะช่วยให้สามารถออกแบบการบำรุงรักษา เชิงป้องกัน ที่มุ่งเน้นไปยังจุดที่สำคัญและมีความเสี่ยงสูงสุด ได้อย่างมีเหตุผล ทำให้การแก้ไขปัญหา การลีกหรือของเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัยนี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานทางทฤษฎีที่แข็งแกร่งและเป็นระบบ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรบัณฑุรักษากลไกที่เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมุ่งเน้นการป้องกันความล้มเหลวที่มีผลกระทบต่อกุณภาพ ความปลอดภัย และความต่อเนื่องของ การผลิต นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้ RCM ยังเอื้อต่อการวางแผนและปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงของเครื่องจักรและสภาพแวดล้อมการผลิตที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

2.3.8 การจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน

การจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standardized Work) เป็น废话ลักษณะที่สำคัญที่สุด ประการหนึ่งของปรัชญาการผลิตแบบลีนและระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยไม่ได้หมายถึงเพียง แค่การมีเอกสารขึ้นตอนการทำงานเท่านั้น แต่เป็นกระบวนการในการกำหนด “วิธีการทำงานที่ดีที่สุด ปลอดภัยที่สุด และมีประสิทธิภาพสูงสุด” ที่ทราบ ณ ปัจจุบัน และทำให้มั่นใจว่าพนักงานทุกคนจะปฏิบัติงานในลักษณะเดียวกันทุกครั้ง (Big Q Training, n.d.) วัตถุประสงค์หลักคือเพื่อกำจัด ความผันแปรในกระบวนการ ซึ่งเป็นสาเหตุรากเหง้าของคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ ต้นทุนที่สูงเกิน จำเป็น และการส่งมอบที่ไม่ตรงเวลา แนวคิดของ Standardized Work ยังช่วยให้กระบวนการผลิต สามารถวัดผลและปรับปรุงได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากการมีมาตรฐานที่ชัดเจนทำให้สามารถ เปรียบเทียบระหว่าง “วิธีการปัจจุบัน” กับ “วิธีการที่ต้องการปรับปรุง” ได้อย่างเป็นรูปธรรม นอกเหนือจากนี้ มาตรฐานการปฏิบัติงานยังเป็นเครื่องมือสำคัญในการถ่ายทอดความรู้และทักษะให้กับ พนักงานใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการพึ่งพาความชำนาญเฉพาะบุคคล และสร้างวินัยในการ ทำงานอย่างสม่ำเสมอทั้งในระดับบุคคลและองค์กร ในมุมมองของการปรับปรุงกระบวนการผลิต อย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement หรือ Kaizen) การมีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจนถือเป็น จุดเริ่มต้นของการปรับปรุง เพราะหากไม่มีมาตรฐาน ที่ไม่สามารถระบุได้ว่าลิ่งใดคือ “การ เป็นไปได้” หรือ “ของเสีย” จากกระบวนการ การจัดทำเอกสาร Standardized Work จึงเป็นภารกิจ ของการพัฒนาอย่างยั่งยืน ทั้งในด้านคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยของการปฏิบัติงาน

2.3.8.1 องค์ประกอบของงานมาตรฐาน

ตามแนวทางของระบบการผลิตแบบโตโยต้า งานมาตรฐานที่สมบูรณ์จะประกอบด้วย องค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างกระบวนการที่มีเสถียรภาพและไว้ลีน (Big Q Training, n.d.)

(1) เวลาการอบการผลิต คืออัตราความเร็วที่ต้องผลิตสินค้าหนึ่งชิ้นเพื่อให้ทัน ต่อความต้องการของลูกค้า คำนวณจากเวลาทำงานที่มีอยู่หารด้วยจำนวนสินค้าที่ลูกค้าต้องการ Takt Time จะเป็นตัวกำหนดจังหวะหรือชีพจรของสายการผลิตทั้งหมด

(2) ลำดับการทำงานที่แน่นอน คือลำดับขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจนและมี ประสิทธิภาพที่สุดที่พนักงานคนหนึ่งต้องปฏิบัติภายใน Takt Time เพื่อให้งานเสร็จสมบูรณ์

(3) สถานที่ก่อมาตรฐานระหว่างกระบวนการ คือปริมาณงานหรือวัตถุดินขันต่อ ที่จำเป็นต้องมีสำรองไว้ระหว่างสถานีงาน เพื่อให้กระบวนการสามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่อง และไม่ติดขัด

2.3.8.2 ประเภทของเอกสารมาตรฐาน

ในการนำหลักการงานมาตรฐานมาปฏิบัติจริง เอกสารจะถูกจัดทำขึ้นในระดับชั้นที่แตกต่างกันตามความละเอียดของข้อมูล โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก (Mobley, 2020)

(1) ระเบียบปฏิบัติงาน (Standard Operating Procedure - SOP) เป็นเอกสารในระดับภาพรวมของกระบวนการ ทำหน้าที่ตอบคำถาม "ต้องทำอะไร" และ "ทำไม" โดยจะอธิบายถึงวัตถุประสงค์, ขอบเขต, ผู้รับผิดชอบ, และลำดับขั้นตอนหลักๆ ของกระบวนการทั้งหมด เช่น "SOP การรับวัสดุคง" ซึ่งจะระบุว่าต้องมีการตรวจสอบ, การซั่งน้ำหนัก, และการจัดเก็บ แต่จะไม่อธิบายวิธีซั่งน้ำหนักอย่างละเอียด

(2) คำแนะนำในการปฏิบัติงาน (Work Instruction - WI) เป็นเอกสารในระดับรายละเอียดที่จะลงไว้ในแต่ละขั้นตอนของ SOP ทำหน้าที่ตอบคำถาม "ต้องทำอย่างไร (How)" โดยจะอธิบายวิธีการทำงานในแต่ละการกิจย่อยอย่างเป็นลำดับขั้นและชัดเจนที่สุด WI ที่ดีมักจะมีรูปภาพ, แผนภาพ, หรือสัญลักษณ์ประกอบ เพื่อลดความก้าวกระโดดและทำให้พนักงานปฏิบัติตามได้ง่ายและถูกต้องแม่นยำที่สุด เช่น "WI วิธีการใช้งานเครื่องซั่งคิจทัล รุ่น XYZ" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ "SOP การรับวัสดุคง"

2.3.8.3 ความสำคัญต่อการปรับปรุงกระบวนการ

การจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงานมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จของโครงการปรับปรุงคุณภาพในระยะยาว ดังนี้

(1) รักษาสภาพหลังการปรับปรุง (Sustains Improvements) เป็นเครื่องมือสำคัญในระยะควบคุม (Control Phase) ของ DMAIC เพื่อป้องกันไม่ให้พนักงานกลับไปใช้วิธีการทำงานแบบเดิม และ "ลีอก" กระบวนการใหม่ให้กลับเป็นมาตรฐานขององค์กร (Mobley, 2020)

(2) เป็นพื้นฐานสำหรับการฝึกอบรม (Provides a Basis for Training) SOP และ WI เป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ให้เข้าใจและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว รวมถึงใช้ทบทวนขั้นตอนสำหรับพนักงานปัจจุบัน

(3) เป็นรากฐานของการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Foundation for Kaizen) เราไม่สามารถปรับปรุงกระบวนการที่ไม่มีมาตรฐานและไร้เสถียรภาพได้อย่างเป็นระบบ เอกสารมาตรฐานจะเป็นตัวกำหนด "เส้นฐาน" ของประสิทธิภาพในปัจจุบัน ซึ่งทำให้สามารถวัดผลการปรับปรุงในอนาคตได้อย่างชัดเจนว่าดีขึ้นจริงหรือไม่ (Big Q Training, n.d.)

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประสิทธิ์ ไกรลงกรณ์ และคณะ (2567) วิจัยเรื่อง การลดอัตราส่วนของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นสำหรับวิสาหกิจขนาดย่อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตของร้านกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ประกอบการรายย่อย จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าโรงงานมีอัตราส่วนของเสียในกระบวนการผลิตเฉลี่ยร้อยละ 3.92 ซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิต ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพในการดำเนินงาน โดยเริ่มจากการใช้วิธีวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) และหลักการของพาราโต เพื่อคัดเลือกลักษณะของเสียที่สำคัญที่สุด จากลักษณะของเสียทั้งหมด 8 ลักษณะ พบว่าปัญหาที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน 2 อันดับแรก คือ ลูกชิ้นไม่กลม และลูกชิ้นติดกัน จากนั้นทีมวิจัยได้ใช้แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) และการระดมสมองเพื่อวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้าของปัญหา ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักมาจากการปูรุ่งส่วนผสมผิด และการไม่มีระบบกระจายลูกชิ้น ทำให้ลูกชิ้นที่ปืนเสร็จทดลองไปกองรวมกัน แนวทางในการแก้ไขปัญหาประกอบด้วย 2 มาตรการหลัก คือ การสร้างมาตรฐานการปูรุ่งส่วนผสม การตรวจสอบ แล้วจัดหาอุปกรณ์ การตรวจสอบที่เป็นมาตรฐานเพื่อแก้ปัญหาลูกชิ้นไม่กลม และการจัดทำระบบนำawan โดยใช้บีบันนำawan แรงดันเพื่อกระจายลูกชิ้นไม่ให้เกาะกัน ภายหลังการปูรุ่งปูรุ่ง ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลและพบว่าอัตราส่วนของเสียในกระบวนการผลิตลดลงจากร้อยละ 3.92 เหลือเพียงร้อยละ 1.78 ซึ่งคิดเป็นการลดลงถึงร้อยละ 54.59 งานวิจัยนี้จึงเป็นกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพพื้นฐานเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาในกระบวนการผลิตอาหารสำหรับวิสาหกิจขนาดย่อม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดต้นทุนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ

ฉัตรพล พิมพา และคณะ (2565) ได้นำเสนอการลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียที่เกิดจากผลิตภัณฑ์มีขนาดไม่ได้มาตรฐาน จากการศึกษาพบว่ากระบวนการผลิตเดิมซึ่งใช้งานคนเป็นหลัก ทำให้เกิดของเสียที่ขนาดไม่ได้ตามเกณฑ์กำหนดถึงร้อยละ 6 ผู้วิจัยได้ใช้แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram) ใน การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักมาจากการปั้นจั๊บด้านคน (Man) คือ คนใหม่ไม่มีประสบการณ์ ปั้นจั๊บด้านวิธีการ (Method) คือ การปั้นไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และปั้นจั๊บด้านเครื่องจักร (Machine) คือ ไม่มีเครื่องมือช่วยในการปั้นและกดพิมพ์ จากการวิเคราะห์ดังกล่าวจึงได้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาคือ การสร้างเครื่องจักรและอุปกรณ์ช่วยในการผลิต เพื่อควบคุมขนาดของข้นให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลังจากออกแบบและสร้างเครื่องปั้นก้อนข้นและอุปกรณ์กดข้นแล้ว ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพโดยผลิตข้นจำนวน 30 ชิ้น และใช้การทดสอบสมมติฐานแบบ One Sample T-Test ผลการทดสอบพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนา

ของข้าวตูที่ผลิตด้วยเครื่องจักรใหม่นั้นเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญ ($P\text{-Value} > 0.05$) เมื่อนำเครื่องจักรไปใช้ในการผลิตจริงจำนวน 500 ชิ้น พบว่าขนนข้าวตูทุกชิ้นมีขนาดได้ตามมาตรฐาน ทำให้สามารถลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตได้ทั้งหมด หรือลดของเสียจากเดิมร้อยละ 6 เท่าต่อร้อยละ 0

ภาณุเดช สุวรรณอัมพร (2564) ได้ทำการวิจัยเพื่อลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่ร่มควันแฟรงค์เฟอร์เตอร์ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ ชิกมา เป็นองค์ประกอบการผลิตศึกษามีปัญหาร้อยละผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องสูงถึงร้อยละ 3.44 ซึ่งเกินกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 3.00 โดยมีตัวบุคลากรที่รับผิดชอบลดของเสียลงมากกว่าร้อยละ 50 การวิจัยได้ดำเนินงานตาม 5 ขั้นตอนหลักของซิกซ์ ชิกมา โดยในขั้นตอนการวัดสภาพปัญหา (Measure Phase) พบว่าลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นสูงสุดคือ ไส้กรอกมีความยาวเกินมาตรฐาน จาก 17 ขั้นตอนในกระบวนการผลิต ได้มีการระบุตัวแปรหลักที่สำคัญของปัจจัยนำเข้า (KPIV) ทั้งหมด 41 ปัจจัย จากนั้นใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ร่วมกับแผนภาพพาร์โตในการจัดลำดับความสำคัญ จนสามารถคัดเลือกปัจจัยที่ต้องดำเนินการปรับปรุงร่วงค่าน้ำ ได้ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ คุณภาพของไส้บรรจุไส้กรอก การพ่นไอน้ำไส้กรอกก่อนการปอกไส้ และการติดตั้งระดับใบพัดของเครื่องจักรเรียงไส้กรอก ในขั้นตอนการปรับปรุง (Improve Phase) ได้มีการปรับเปลี่ยนชนิดของไส้บรรจุจาก Type A เป็น Type B, กำหนดสถานะที่เหมาะสมสำหรับการพ่นไอน้ำไส้กรอกเป็นการใช้เวลา 40 วินาทีต่อไส้กรอก 6 ไม้, และติดตั้งใบพัดของเครื่องจักรเรียงไส้กรอกที่ระดับ 3 จากนั้นจึงกำหนดแนวทางการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ในกระบวนการผลิต (Control Phase) ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดร้อยละของไส้กรอกที่มีข้อบกพร่องจากร้อยละ 3.44 ลงมาอยู่ที่ร้อยละ 1.70 ซึ่งลดลงถึงร้อยละ 50.6 คิดเป็นมูลค่าที่ประหยัดได้ 3,365,421.7 บาทต่อปี

วรารชร ปัญญาจาม (2559) ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effects Analysis: FMEA) เพื่อจัดทำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรในกระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ตัวอย่าง ซึ่งเป็นโรงงานกลุ่มวิสาหกิจขนาดกลางและเล็ก (SMEs) ที่ขาดการเก็บข้อมูลด้านการผลิตในอดีต โดยมุ่งเน้นการจัดการความเสี่ยงของเครื่องจักรที่แตกต่างกันจำนวน 14 เครื่อง ในการวิจัยนี้ ได้มีการปรับนิยามและเกณฑ์การให้คะแนนความเสี่ยง (RPN) ทั้งในด้านความรุนแรง (Severity: S), โอกาสในการเกิด (Occurrence: O), และความสามารถในการตรวจจับ (Detect: D) ให้มีความสอดคล้องกับสภาพการทำงานจริง โดยอ้างอิงจากแนวคิด ความสูญเสียหลัก 6 ประการ (Six Major Losses) ตัวอย่างเช่น การประเมินค่าความรุนแรง (S) จะพิจารณาจากผลกระทบด้านเวลาที่เครื่องจักรหยุดทำงาน หรือปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการผลิต ส่วนโอกาสในการเกิด (O) จะประเมินจากสภาพของชิ้นส่วนหรือวิธีการทำงาน และความสามารถในการ

การตรวจจับ (D) จะประเมินจากความสามารถของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการตรวจพบความผิดปกติ หลังจากได้ค่าคะแนนความเสี่ยง (RPN) แล้ว ผู้วิจัยได้แบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 3 ระดับ คือ สูง (80-125 คะแนน), ปานกลาง (31-79 คะแนน), และต่ำ (1-30 คะแนน) จากนั้นจึงกำหนดมาตรการปรับปรุงเพื่อลดค่า RPN ในแต่ละด้าน เช่น มาตรการลดค่า S มุ่งเน้นการลดเวลาในการซ่อมแซม โดยการจัดทำเมตริกชี้วินิจฉัยอาการเตีย และการวางแผนจัดซื้ออุปกรณ์เพื่อลดระยะเวลาดำเนินการลดค่า O เน้นการลดโอกาสเกิดความเสียหายจากสภาพชิ้นส่วน โดยการเปลี่ยนชิ้นส่วนที่มีความเสี่ยงสูงทันที และกำหนดแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) มาตรการลดค่า D มุ่งเน้นการเพิ่มทักษะให้พนักงานสามารถตรวจจับความผิดปกติได้ ผ่านการจัดทำมาตรฐานการทำงานและการใช้ Visual Control ผลการวิจัยพบว่า ภายหลังจากการนำระบบบำรุงรักษาที่พัฒนาขึ้นมาใช้ สามารถกำจัดสภาวะที่มีความเสี่ยงสูงให้หมดไป และลดจำนวนสภาวะที่มีความเสี่ยงปานกลางลง ได้ในเครื่องจักรทุกเครื่อง

ข้อพร กвинธีรภพ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเพิ่มยอดขายของธุรกิจลูกชิ้นปลา บริษัทธีรภพ จังหวัดสมุทรปราการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการเพิ่มยอดขาย, ศึกษาลักษณะของบริษัทลูกค้า, และศึกษาการบริหารสินค้าค้าส่งที่มีผลต่อการซื้อขาย งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสานทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยเก็บข้อมูลจากกลุ่มลูกค้าของบริษัทจำนวน 50 บริษัท ผลการวิจัยเชิงปริมาณพบว่าลูกค้ามีความพึงพอใจต่อ การบริหารสินค้าค้าส่ง ในทุกด้านอยู่ในระดับ "มากที่สุด" ได้แก่ ด้านสินค้า, ด้านการบริการขนส่ง, ด้านส่วนลดค้าส่ง และด้านการรับประทาน สินค้า นอกจากนี้ยังพบว่าลูกค้ามีความต้องการ ซื้อสินค้าช้า อยู่ในระดับ "มากที่สุด" เช่นกัน อย่างไรก็ตาม ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ลักษณะของบริษัทลูกค้า ที่แตกต่างกัน ไม่มีผลต่อการซื้อขาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในทำนองเดียวกัน การบริหารสินค้าค้าส่ง ในทุกๆ ด้าน ก็ ไม่มีผลต่อการซื้อขาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผลการวิจัยเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่าลูกค้าส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าสินค้าของบริษัทธีรภพมีคุณภาพดี ด้านการบริการขนส่ง พบว่ามีเอกสารครบถ้วนและสินค้าอยู่ในสภาพดี ด้านส่วนลดค้าส่ง ลูกค้าส่วนใหญ่ร้อยละ 53.33 มองว่าบริษัทให้ส่วนลดมากกว่าบริษัทอื่น และด้านการรับประทานสินค้า ลูกค้าส่วนใหญ่ร้อยละ 40.00 เห็นว่าบริษัทแสดงความรับผิดชอบอย่างจริงจังเมื่อสินค้ามีปัญหา

ข่าวดี ศรีไชยแสง (2555) วิจัยเรื่องการปรับปรุงระบบการผลิตด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคนิคการผลิตแบบลีนมาใช้ในการปรับปรุงสายการผลิตชาลาเปา ซึ่งประสบปัญหาหลักคือ มีปริมาณสินค้าคงคลังมูลค่าสูงเฉลี่ย 5,148,286 บาทต่อเดือน ในขณะที่ยอดการใช้จริงมีเพียง 2,562,458 บาท นอกจากนี้ยังพบว่าสายการผลิตไม่สมดุล ทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตต่ำเพียงร้อยละ 61.88

ผู้วิจัยได้ริ่มนั่นด้วยการใช้ แผนผังสายธารแห่งคุณค่า เพื่อร่วบรวมข้อมูลและระบุตำแหน่งของปัญหา ซึ่งพบว่าปัญหาเกิดขึ้นที่ฝ่ายคลังสินค้าและฝ่ายผลิต จากนั้นจึงวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ด้วยแผนภูมิเหตุและผล และนำเทคนิคการผลิตแบบลีน ได้แก่ หลักการ ECRS, การจัดการสินค้าคงคลัง, การผลิตแบบดึง, การศึกษาเวลา และการจัดสมดุลการผลิต มาใช้เพื่อแก้ไขปัญหา ผลการวิจัย หลังการปรับปรุงพบว่าเกิดผลลัพธ์ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในหลายด้าน โดยใน ฝ่ายคลังสินค้า สามารถลดระดับสินค้าคงคลังลง ได้ร้อยละ 82.57 และลดระยะเวลาทำงานวัตถุคงเหลือลงร้อยละ 77.14 ส่วนในฝ่ายผลิต สามารถเพิ่มสมดุลการผลิตขึ้นร้อยละ 96.64 และเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตขึ้นร้อยละ 43.20 นอกจากนี้ยังสามารถลดชั่วโมงการผลิตลง ได้ร้อยละ 48.41 และประหยัดค่าแรงทางตรง ได้ 54,000 บาทต่อการผลิตทุก 120,000 ลูก งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคแบบลีนสามารถลดความสูญเปล่าและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับองค์กรในอุตสาหกรรมอาหาร ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ตารางที่ 2.10 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ												
			สิน ซิกซ์ ชิกมา	การผลิตแบบมีเส้น	7 waste	ECRS	หลักการ 3 จริง	QC 7 Tools	C _p C _{pk}	เทคนิคการลดความผิด	ปัจจัย 5M	Why-Why Analysis	FMEA	PM	Wi
1	การลดอัตราส่วนของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นสำหรับวิสาหกิจขนาดย่อม	2568	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-
2	การลดความเสียหายของกำไรในกระบวนการผลิตด้วยหลักการ ECRS	2567	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-
3	การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อทำการลดต้นทุน	2567	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-
4	การประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ชิกมาเพื่อลดสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในกระบวนการบรรจุเครื่องดื่ม	2567	✓	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-
5	แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาสู่การเพิ่มประสิทธิภาพงานในส่วนวิศวกรรมด้วยหลักการ ECRS ของบริษัทแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	2567	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาติ, 2567)

ตารางที่ 2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ											
			สินค้าชิ้นงาน	การผลิตแบบมีเส้น	7 waste	ECRS	หลักการ 3 จริง	QC 7 Tools	C _p C _{pk}	เทคนิคการลดความไม่	ปัจจัย 5M	Why-Why Analysis	FMEA	PM
6	การลดของเสียจากรูปแบบของผลิตภัณฑ์ถังเก็บน้ำพลาสติกด้วยวิธีซิกซ์ซิกมา	2567	✓	✓	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-
7	การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการ ECRS กรณีศึกษาโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์จากไม้	2566	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
8	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษาเครื่องตัดแผ่นมูลี ของบริษัทชาร์ปพ้อห์ จำกัด	2566	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	-	✓
9	การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน กรณีศึกษาเครื่องตัดแผ่นมูลี	2566	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	✓
10	การลดของเสียในกระบวนการผลิตข้าวตูของกลุ่มแปรรูปผลผลิตทาง การเกษตร	2565	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาติ, 2567)

ตารางที่ 2.12 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ											
			ลีน ซิกซ์ ซิกมา	การผลิตแบบมีเส้น	7 waste	ECRS	หลักการ 3 จริง	QC 7 Tools	Cp Cpk	เทคนิคการลดความผิด	ปัจจัย 5M	Why-Why Analysis	FMEA	
11	การลดของเสียในกระบวนการบรรจุ: กรณีศึกษา โรงงานผลิตยาแพนปั๊บันสำหรับมนุษย์	2565	-	-	✓	-	-	✓	-	-	-	✓	-	-
12	การศึกษาแนวทางการลดต้นทุนของกระบวนการผลิตน้ำมันนาโนรรูขวดพลาสติกใสกรณีศึกษานาริย์ท บ้านมะนาว จำกัด	2564	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-
13	การเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องจักรบีบโลหะแผ่นด้วยหลักการ ECRS	2564	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-
14	การประยุกต์ใช้หลักการซิกซ์ ซิกมาเพื่อลดสินค้าที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในกระบวนการบรรจุเครื่องดื่ม	2564	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
15	การประยุกต์ใช้แนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดการลีกหรือของแม่พิมพ์ตัดและพันช์ขนาดเล็ก	2564	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาติ, 2567)

ตารางที่ 2.13 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ											
			ลิม ซิกซ์ ซิกมา	การผลิตแบบมีเส้น	7 waste	ECRS	หลักการ 3 จริง	QC 7 Tools	C _p C _{pk}	เทคนิคการลดความไม่	ปัจจัย 5M	Why-Why Analysis	FMEA	PM
16	การประยุกต์ใช้แนวทางลีน ซิกซ์ซิกมา เพื่อลดการสึกหรอของแม่พิมพ์แบบตัดและพันเข็วน้ำดเล็ก	2564	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
17	การปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนฝาครอบเครื่องยนต์โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีน	2563	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
18	ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยลีน ซิกซ์ซิกมา และลีน อัตโนมัติ	2563	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-
19	ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยลีน ซิกซ์ซิกมา และลีน อัตโนมัติ	2563	✓	✓	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-
20	การลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตตู้แข็งอาหารด้วยเทคนิคซิกซ์ ซิกมา	2562	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	-	-	✓	-

(ที่มา : หักษ์คนัยและภาต, 2567)

ตารางที่ 2.14 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ												
			ถี่นูน ซิกซ์ ซิกมา	การผลิตแบบมีเส้น	7 waste	ECRS	หลักการ 3 จริง	QC 7 Tools	C _p C _{pk}	เทคนิคการลดความผิด	ปั๊บ 5M	Why-Why Analysis	FMEA	PM	Wi
21	การลดของเสียในกระบวนการผลิตเลือดสูบของคอมเพรสเซอร์ระบบปรับอากาศรถยนต์	2562-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-
22	การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชุดประกอบเปลือกหุ้มเซลล์เชื้อเพลิง โดยประยุกต์ใช้แนวคิดถืน	2562	-	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
23	การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกระบวนการพับขอบประตูเหล็ก	2562	-	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
24	การปรับกระบวนการผสมยางมาสเตอร์แบฟ EPDM ไม่มีน้ำมันโดยใช้หลักการซิกซิกมา	2562	✓	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	-	✓	-	-
25	การลดน้ำสูญเสียในโรงงานผลิตน้ำประปาด้วยการควบคุมความเข้มข้นของตะกอน	2561	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-

(ที่มา : ทักษ์คนัยและภานิต, 2567)

ตารางที่ 2.15 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ											
			สิน ซิกซ์ ชิกมา	การผลิตแบบรีซีน	7 waste	ECRS	หลักการ 3 จริง	QC 7 Tools	C _p C _{pk}	เทคนิคการลดความเสื่อม	ปัจจัย 5M	Why-Why Analysis	FMEA	PM
26	การจัดทำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA กรณีศึกษากระบวนการแปรรูปเนื้อสัตว์ตัวอย่าง	2559	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-
27	การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำเพื่อเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิต กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำนมข้าวโพด	2557	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-
28	การปรับปรุงระบบการผลิตด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา อุตสาหกรรมการผลิตอาหาร	2555	✓	✓	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
29	การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาล โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาที่ผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม กรณีศึกษา บริษัทรวมเกณฑ์กร อุตสาหกรรม จำกัด (สาขามิตรภูเวียง)	2554	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓	-	✓
30	การลดความสูญเปล่าของสายการผลิตถุงแปรรูปปูชชิชชี่เบร์เจ้	2553	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	✓	-	-

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาติ, 2567)

ตารางที่ 2.16 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเรื่อง	ปี	เครื่องมือ													
			ถ้า นิ่ง ชิ้น ชิ้น น้ำ	การ ผลิต แบบ นิ่ง	7 waste	ECRS	หลักการ ๓ จริย	QC 7 Tools	Cp Cp _{pk}	เทคนิคการทดสอบ	ปัจจัย 5M	Why-Why	FMEA	PM	Wi	
31	การปรับปรุงความแข็งแรงของเย็บและลดเวลาสูญเปล่าของกระบวนการผลิตเย็บ	2553	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	-	-	
32	การประยุกต์ใช้การจัดการบำรุงรักษาเชิงทวีผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต โรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์	2553	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	
33	การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตชาร์ดิสก์ไดร์ฟ	2551	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	
รวม				10	13	11	7	2	20	8	7	2	7	8	4	3

(ที่มา : หักมี้คันย์และภาติ, 2567)

2.5 สรุปประจำที่ 2

ในบทที่นี้ได้ทำการทบทวนแนวคิด ทฤษฎี และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของงานวิจัย โดยเริ่มจากบทนำซึ่งอธิบายภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมด เพื่อแสดงถึงความสำคัญของการรวบรวมองค์ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบ จากนั้นได้กล่าวถึงแนวคิดของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การบดและผสม การขึ้นรูป การทำให้สุก การทำให้เย็น และการบรรจุ โดยพบว่าขั้นตอนการขึ้นรูปด้วยเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติเป็นจุดสำคัญที่ส่งผลต่อของเสียประเภทลูกชิ้นไม่กลมมากที่สุด จึงได้ศึกษาหลักการปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวคิดลีนซิกซ์ซิกมา ซึ่งผสมผสานระหว่างการผลิตแบบลีนที่เน้นการจัดความสูญเปล่า และซิกซ์ซิกมาที่มุ่งลดความแปรปรวนของกระบวนการ โดยมีกรอบการดำเนินงานแบบ DMAIC เป็นแนวทางหลักในการปรับปรุง นอกจากนี้ยังได้ศึกษาแนวทางสนับสนุนอื่น เช่น หลักการ ECRS เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงาน หลักการ 3 จริง เพื่อการวิเคราะห์ปัญหาที่หน้างาน และหลักการตัดสินใจเชิงวิศวกรรมเพื่อช่วยเลือกแนวทางแก้ไขปัญหา

สำหรับทฤษฎีที่สำคัญ ได้ศึกษากลุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์และความคุณกระบวนการ เช่น แผนภูมิกระบวนการ ไอลและแผนภาพสายธารแห่งคุณค่า เพื่อใช้แสดงภาพรวมของกระบวนการ จุดคอขาด และความสูญเปล่า รวมถึงเครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด เช่น แผนภูมิพาราโอดและพังແสดงเหตุและผล เพื่อช่วยจัดลำดับความสำคัญของปัญหาและระบุสาเหตุรากของของเสีย ได้อ้างเป็นระบบ อิทธิพล 7 ขั้น ได้ศึกษาแนวคิดการวิเคราะห์ระบบการวัดและการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ โดยใช้ดัชนี C_p และ C_{pk} เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ เมื่อเทียบกับข้อกำหนดมาตรฐาน รวมถึงการวิเคราะห์แบบตามทำไป–ทำใหม่ และการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ เพื่อประเมินความเสี่ยงและจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่ต้องแก้ไข นอกจากนี้ยังได้ศึกษาแนวคิดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการจัดทำเอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อรักษาผลลัพธ์หลังการปรับปรุง จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าเครื่องมือและแนวคิดทั้งหมด โดยเฉพาะลีนซิกซ์ซิกมา DMAIC เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด การวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และหลักการ ECRS ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างประสบความสำเร็จในอุตสาหกรรมอาหารและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ซึ่งช่วยลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ได้อย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นองค์ความรู้ทั้งหมดจากบทนี้จึงเป็นรากฐานสำคัญที่ใช้ในการดำเนินงานในบทที่ 3 โดยเรียงลำดับตามกรอบ DMAIC ตั้งแต่การวิเคราะห์กระบวนการและการวัดผล การวิเคราะห์สาเหตุรากของปัญหา ไปจนถึงการปรับปรุงและควบคุมกระบวนการให้มีความยั่งยืนในระยะยาว

บทที่ ๓

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ

ในการดำเนินการวิจัยการศึกษากระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้สามารถระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุ และหาแนวทางปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับบริษัทลูกชิ้นปลาเจี้ยห่า ซึ่งเป็นวิสาหกิจขนาดกลางที่ดำเนินกิจกรรมมาอย่างยาวนาน ได้ประสบปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในกระบวนการปรับปรุงสีของลูกชิ้นปลาที่มีของเสียจำนวนมากเกิดขึ้น ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น และกระทบต่อคุณภาพโดยรวมของสินค้า ในบทนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาการดำเนินงานวิจัยเพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิต เริ่มตั้งแต่การจัดเก็บข้อมูลพื้นฐานของบริษัท การวิเคราะห์กระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา โดยใช้เครื่องมือคุณภาพแผนภูมิกระบวนการ และข้อมูลการผลิตจริงในแต่ละเดือน เพื่อชี้จุดที่เกิดของเสียสูงสุด โดยเฉพาะลักษณะของลูกชิ้นที่ไม่กลมซึ่งเป็นข้อบกพร่องที่พบมากที่สุด จากนั้นจะมีการจำแนกและวิเคราะห์ลักษณะของของเสียอย่างละเอียดในแต่ละประเภท พร้อมทั้งใช้เครื่องมือวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อประเมินความสามารถของกระบวนการ C_p และ C_{pk} ตลอดจนการสร้างแผนภูมิควบคุมเพื่อวัดความเสถียรของกระบวนการก่อนการปรับปรุง ท้ายที่สุดในบทนี้จะกล่าวถึงแผนการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นระบบ เพื่อขัดการและแก้ไขปัญหาของเสียอย่างมีขั้นตอน และนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตในระยะยาว พร้อมทั้งสรุปผลการวิเคราะห์และประเด็นสำคัญที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนางานวิจัยในลำดับถัดไป

3.2 บริษัทกรณีศึกษา

บริษัทลูกชิ้นปลาเจี้ยห่า เป็นวิสาหกิจขนาดกลาง (SME) ซึ่งดำเนินกิจกรรมมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 เป็นระยะเวลากว่า 13 ปี โดยมีความเชี่ยวชาญในการผลิตและจำหน่ายลูกชิ้นปลาที่ทำจากเนื้อปลาอินทรีเป็นผลิตภัณฑ์หลัก ด้วยประสบการณ์ที่ยาวนานและความมุ่งมั่นในการผลิตสินค้าคุณภาพสูง บริษัทได้เพชญกับการแข่งขันที่สูงขึ้นในอุตสาหกรรมซึ่งจำเป็นต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตอย่างต่อเนื่อง

ปัจจุบัน บริษัทกำลังประสบปัญหาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อความพึงพอใจและความเชื่อมั่นของลูกค้า รวมถึงภาพลักษณ์ของบริษัท ปัญหาดังกล่าวได้ก่อให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิตในปริมาณที่สูง ทำให้เกิดการสูญเสียทั้งในแบ่งของทรัพยากรและส่งผลกระทบโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต สถานการณ์นี้สะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็น

เร่งด่วนในการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบ เพื่อลดความสูญเสียและยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และลักษณะโดยรวมของบริษัทแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะของบริษัทลูกชิ้นปลาเจี้้へ่า

(ที่มา : ทักษ์ดันยและกาวิต, 2567)

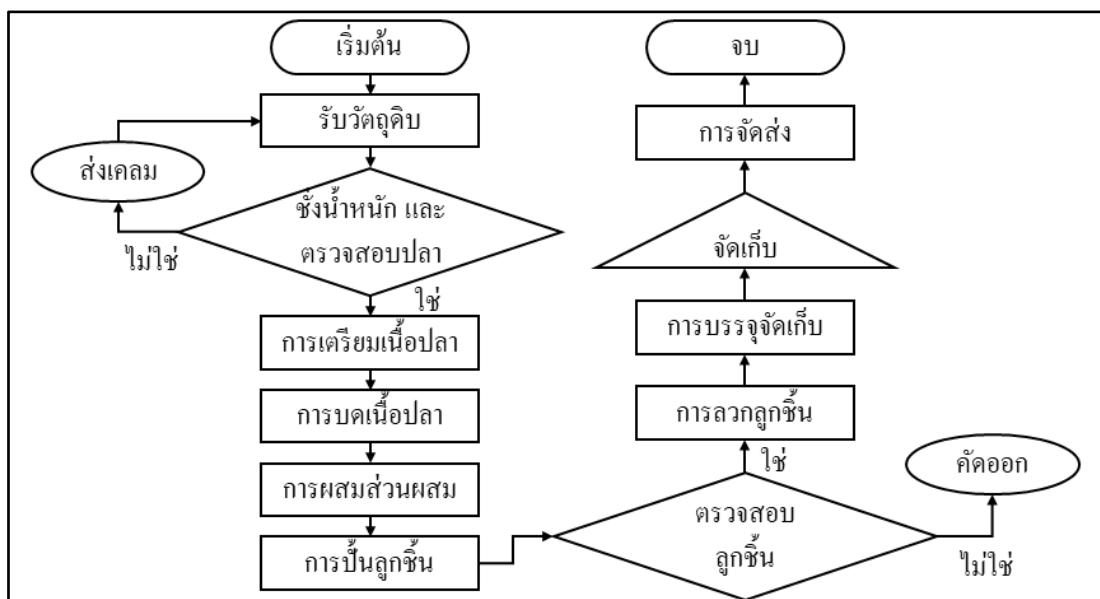
ภาพที่ 3.1 แสดงลักษณะการรวมของบริษัทลูกชิ้นปลาเจี้้へ่า ซึ่งมีการจัดวางพื้นที่ภายในโรงงานตามลำดับของกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม โดยเริ่มจากด้านหน้าเป็นพื้นที่เปิดโล่งสำหรับทางเข้าและออกของพนักงานและรถขนส่ง พร้อมบ่อสำหรับล้างทำความสะอาดก่อนเข้าสู่พื้นที่ผลิต ด้านในเป็นลานกว้างสำหรับจอดรถรับ-ส่งวัสดุคุณภาพและสินค้าสำเร็จรูป ส่วนพื้นที่การผลิตอยู่ด้านในสุดของอาคาร มีการจัดวางเครื่องจักรและอุปกรณ์ตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่องและปลอดภัย ภายในยังแบ่งโซนชัดเจน ได้แก่ พื้นที่เตรียมวัสดุคุณภาพ บันลูกชิ้น ต้ม และบรรจุภัณฑ์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน พร้อมระบบระบายน้ำยาอากาศและแสงสว่างที่เหมาะสมต่อการทำงานของพนักงาน

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในส่วนนี้ได้นำเสนอขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ เพื่อประเมินสภาพปัจจุบัน ของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทลูกชิ้นปลาเจี้ยห่า โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการผลิต จริงเพื่อทำความเข้าใจขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการนิยามและวัด ปัญหาตามแนวทาง Lean Six Sigma ขั้นตอนการวิเคราะห์ประกอบด้วย การจัดทำผังกระบวนการผลิต การรวบรวมข้อมูลของเสียเพื่อรับ�� ปัญหาหลักผ่านแผนภูมิพาร์โต การประเมินความน่าเชื่อถือของระบบการวัด การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานนาดของผลิตภัณฑ์ และการวิเคราะห์ความเสถียรและความสามารถของกระบวนการผลิตในปัจจุบัน ข้อมูลทั้งหมดจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้จะถูกใช้เป็นข้อมูลฐานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการ โดยรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

3.3.1 ศึกษาและวิเคราะห์สภาพการผลิต

ในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยได้เริ่มต้นด้วยการศึกษาสภาพการผลิตจริงในสายการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อให้เข้าใจโครงสร้างและขั้นตอนของการผลิตโดยรวม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการระบุปัญหาได้อย่างชัดเจน กระบวนการผลิตจะเริ่มต้นตั้งแต่การรับวัสดุคงที่, การเตรียมเนื้อปลา, การผสมส่วนผสม, การปั้นลูกชิ้น, การลวก, ไปจนถึงการบรรจุและจัดเก็บ โดยมีลำดับขั้นตอนดังแสดงในผังงาน แสดงดังภาพที่ 3.2



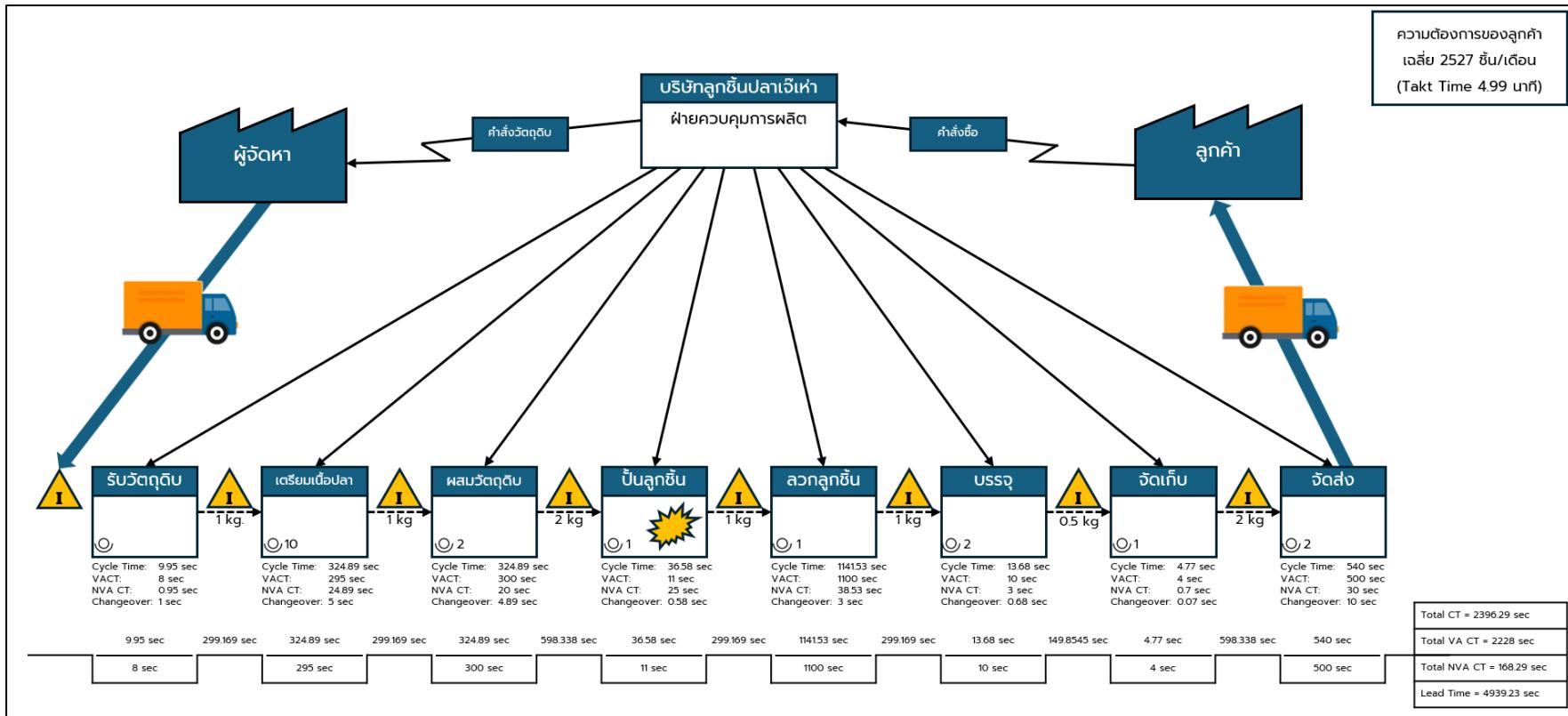
ภาพที่ 3.2 ผังงาน แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา

(ที่มา : ทักษะดนัยและภาควิช, 2567)

จากภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาอย่างเป็นลำดับ โดยเริ่มต้นจาก การรับวัสดุคิบ ซึ่งจะผ่านการซั่งน้ำหนักและตรวจสอบคุณภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการเตรียมเนื้อปลา การบด และการผสมส่วนผสม จากนั้น เนื้อปลาที่ผสมแล้วจะถูกนำไปขีนรูปในขั้นตอนการ ปั้นลูกชิ้น และนำไปคลอกให้สุก หลังจากนั้นจะมีการตรวจสอบคุณภาพของลูกชิ้นอีกรอบ หากผ่าน การตรวจสอบคุณภาพจะถูกนำไปบรรจุ จัดเก็บ และเตรียมจัดส่งให้ลูกค้าต่อไป จากการศึกษา สภาพการผลิตโดยรวม พบว่าขั้นตอน "การปั้นลูกชิ้น" ด้วยเครื่องปั้นอัตโนมัติ มีข้องเสียเกิดขึ้นใน ปริมาณมาก และเป็นจุดที่เกิดความสูญเปล่า ส่วนผลกระทบต่อกุญแจของผลิตภัณฑ์สูงสุด ผู้วิจัยจึง ได้เลือกศึกษากระบวนการนี้ในเชิงลึกโดยใช้แผนภาพคุณค่าปัจจุบัน เพื่อวิเคราะห์หาความสูญเปล่า ที่ซ่อนอยู่ในกระบวนการอย่างละเอียด

แผนภาพคุณค่าปัจจุบัน ของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา แสดงดังภาพที่ 3.3 พบว่า ระยะเวลารวมในกระบวนการทั้งหมด คือ 4,939.23 วินาที ในจำนวนนี้ เป็นเวลาที่สร้างคุณค่าให้แก่ ผลิตภัณฑ์จริงๆเพียง 2,228 วินาที ส่วนเวลาที่เหลืออีก 2,711.23 วินาที หรือคิดเป็น 54.89% ของ เวลารวม คือเวลาที่ไม่สร้างคุณค่า ซึ่งเกิดจากการรอคอย และสต็อกงานที่ค้างอยู่ระหว่างขั้นตอนการ ผลิต เมื่อวิเคราะห์เจาะลึก พบว่าขั้นตอนการปั้นลูกชิ้น คือปัญหาคอขวด ที่สำคัญที่สุดของ สายการผลิตนี้ ปัญหานี้ไม่ได้เกิดจากเวลาการรอคอยวัสดุคิบจากขั้นตอนก่อนหน้าเท่านั้น แต่ กระบวนการปั้นลูกชิ้นมีประสิทธิภาพต่ำมาก โดยใน 1 รอบการทำงานที่ใช้เวลา 36.58 วินาที นั้น มี การทำงานที่สร้างคุณค่าจริงๆ เพียง 11 วินาที และเป็นเวลาสูญเปล่า ภายใต้ขั้นตอนมากถึง 25 วินาที หรือคิดเป็นร้อยละ 68.34

ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าขั้นตอนการปั้นลูกชิ้น เป็นปัญหาหลักของทั้ง กระบวนการ ไม่เพียงแต่ในแง่ของเวลาการรอคอยที่เกิดขึ้น แต่ยังเป็นแหล่งกำเนิดของเสียในปริมาณที่ สูง และมีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำอีกด้วย เพื่อประเมินความสม่ำเสมอและความผันแปรของ แต่ละกิจกรรมในขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลเวลาปฏิบัติงานมา วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ดังแสดงในตารางที่ 3.1 และ 3.2



ภาพที่ 3.3 แผนภาพสายธารแห่งคุณค่าสถานะปัจจุบัน

(ที่มา : หักษ์ดันนัยและภาวิช, 2567)

ตารางที่ 3.1 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและความสามารถของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา

Act.	N total	Sum	AVG	Mode	Median	Max	Min	Range	SD	Skew	Kurtosis	C_p	C_{pu}	C_{pl}	C_{pk}
1	30	134.40	4.48	4.32	4.37	4.95	4.13	0.82	0.25	0.23	-1.37	2.92	4.10	1.74	1.74
2	30	165.24	5.51	5.22	5.48	5.97	5.08	0.89	0.28	0.13	-1.28	1.78	1.77	1.79	1.77
3	30	5264.06	175.47	175.34	175.45	176.34	174.24	2.10	0.54	-0.74	1.00	1.54	1.56	1.52	1.52
4	30	1957.79	65.26	65.12	65.37	65.91	64.15	1.76	0.48	-0.96	0.36	1.72	1.89	1.56	1.56
5	30	286.88	9.56	9.65	9.60	9.87	9.13	0.74	0.20	-0.66	-0.02	2.11	2.43	1.80	1.80
6	30	465.55	15.52	15.23	15.50	15.98	15.23	0.75	0.21	0.62	-0.19	1.84	2.32	1.36	1.36
7	30	704.03	23.47	23.14	23.43	23.87	23.14	0.73	0.22	0.10	-0.58	1.88	2.30	1.45	1.45
8	30	163.50	5.45	5.12	5.46	5.97	5.08	0.89	0.26	0.13	-1.05	1.91	1.97	1.84	1.84
9	30	129.11	4.30	4.12	4.23	4.76	4.04	0.72	0.20	0.53	-0.82	2.15	2.81	1.50	1.50
10	30	461.56	15.39	15.12	15.37	15.76	15.04	0.72	0.19	0.15	-0.87	2.08	2.80	1.36	1.36
11	30	314.21	10.47	10.68	10.48	11.08	10.04	1.04	0.25	0.21	-0.31	2.02	2.06	1.98	1.98
12	30	154.55	5.15	5.23	5.22	5.70	4.37	1.33	0.41	-0.35	-1.05	1.43	1.51	1.35	1.35
13	30	88.09	2.94	2.67	2.87	3.63	2.34	1.29	0.33	0.21	-0.60	1.80	2.06	1.54	1.54
14	30	3615.98	120.53	120.56	120.57	120.90	120.09	0.81	0.24	-0.17	-1.05	1.36	1.35	1.37	1.35
15	30	161.88	5.40	5.66	5.34	5.97	5.02	0.95	0.25	0.76	0.01	0.54	0.82	0.26	0.26
16	30	524.16	17.47	17.16	17.53	17.98	17.06	0.92	0.23	-0.14	-0.61	0.43	0.75	0.10	0.10

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิตร, 2567)

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและความสามารถของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา (ต่อ)

Act.	N total	Sum	AVG	Mode	Median	Max	Min	Range	SD	Skew	Kurtosis	Cp	Cpu	Cpl	Cpk
17	30	249.42	8.31	8.10	8.32	8.98	8.05	0.93	0.19	1.30	3.55	0.86	0.86	0.86	0.86
18	30	162.06	5.40	5.23	5.42	5.70	5.10	0.60	0.19	0.02	-1.10	0.90	0.90	0.90	0.90
19	30	16232.31	541.08	540.90	540.88	542.78	540.11	2.67	0.82	0.79	-0.43	2.55	3.63	1.46	1.46
20	30	18013.64	600.45	600.43	600.44	600.89	600.00	0.89	0.26	-0.07	-1.03	1.99	2.37	1.61	1.61
21	30	175.68	5.86	6.14	5.75	6.94	5.00	1.94	0.59	0.23	-1.33	1.69	1.77	1.60	1.60
22	30	234.70	7.82	7.94	7.87	8.89	6.23	2.66	0.61	-0.48	0.20	1.90	1.99	1.80	1.80
23	30	143.18	4.77	4.78	4.78	5.66	4.00	1.66	0.45	0.07	-0.94	1.65	1.63	1.67	1.63

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิตร, 2567)

จากตารางที่ 3.1 และ 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงพรรณนา และความสามารถของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา พบว่า แม่กิจกรรมส่วนใหญ่ในสายการผลิต กิจกรรมที่ 1 ถึง 14 และ 19 ถึง 23 จะมีเสถียรภาพเชิงเวลาที่ดีโดยมีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการระยะสั้น C_{pk} สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 1.33 แต่ได้ตรวจสอบปัญหาความสำคัญที่ระบุตัวอยู่ในกิจกรรมที่ 15, 16, 17 และ 18 ซึ่งมีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการระยะสั้น C_{pk} ต่ำเพียง 0.44, 0.63, 0.73, และ 0.88 ตามลำดับ ข้อมูลนี้ชี้ดัดความไม่เสถียรภาพหลักของทั้งระบบมีด้านมาจากกิจกรรมกลุ่มนี้ ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าเป็นองค์ประกอบหลักของ "กระบวนการบันลูกชิ้นปลา" ดังนั้น ผู้จัดจึงตัดสินใจมุ่งเน้นการวิเคราะห์และปรับปรุงในกระบวนการบันลูกชิ้นเป็นลำดับแรก เนื่องจากเป็นปัญหาความที่ได้รับการพิสูจน์แล้วด้วยข้อมูลเชิงปริมาณว่าส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของสายการผลิตมากที่สุด โดยขั้นตอนการบันลูกชิ้นด้วยเครื่องบันลูกชิ้นอัตโนมัติจะเริ่มกระบวนการแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 Flow Process Chart แสดงกระบวนการบันลูกชิ้นปลา

Flow Process Chart						
ข้อมูลเบื้องต้น		ข้อมูลรายละเอียด				
ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	จำนวน (คน)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์	
1	ตักเนื้อปลาจากเครื่องผสมใส่ถัง	1	0.75	5.45	●	
2	นำเนื้อปลาจากถังใส่เครื่องบันลูกชิ้นอัตโนมัติ	1	0.50	20.12	●	
3	รอเครื่องบันลูกชิ้นอัตโนมัติทำงาน	1	0.00	17.66	●	■
4	ตรวจสอบลูกชิ้นที่บันเสร็จ	1	0.00	8.38		
รวม		4	1.25	51.61		

(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากตารางที่ 3.3 แสดงกระบวนการบันลูกชิ้นปลา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้จัดจะดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิต เนื่องด้วยเป็นปัญหาความไม่เสถียรภาพ และเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดของเสียในปริมาณมาก โดยแต่ละขั้นตอนย่อยมีรายละเอียดดังภาพที่ 3.4 ถึง 3.7 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการตักเนื้อปลาจากเครื่องผสมใส่ถัง

(ที่มา : ทักษ์ดนายและภาวิต, 2567)

ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนที่พนักงานตักเนื้อปลาที่ผสมเตรียมแล้วจากเครื่องผสมใส่ถังพัก เพื่อเตรียมสำหรับกระบวนการบีบต่อไป



ภาพที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการนำเนื้อปลาจากถังใส่เครื่องบีบลูกชิ้นอัตโนมัติ

(ที่มา : ทักษ์ดนายและภาวิต, 2567)

จากภาพที่ 3.5 ขั้นตอนเริ่มจากพนักงานตักเนื้อปลาที่ผ่านการเตรียมไว้ในถังพัก จากนั้นนำมาใส่ลงในกรวยบรรจุของเครื่องบีบลูกชิ้นปลาอัตโนมัติ



ภาพที่ 3.6 แสดงขั้นตอนการอเร่อร์บีนลูกชิ้นอัตโนมัติทำงาน

(ที่มา : ทักษ์ดนายและภาวิต, 2567)

ภาพที่ 3.6 แสดงการทำงานของเครื่องบีนลูกชิ้นปลาอัตโนมัติ ซึ่งมีพนักงานค่อยเดินเนื้อปลาใส่กรวยอย่างต่อเนื่องและเฝ้าติดตามการทำงานอย่างใกล้ชิด



ภาพที่ 3.7 แสดงขั้นตอนการตรวจสอบลูกชิ้นที่บีนเสร็จ

(ที่มา : ทักษ์ดนายและภาวิต, 2567)

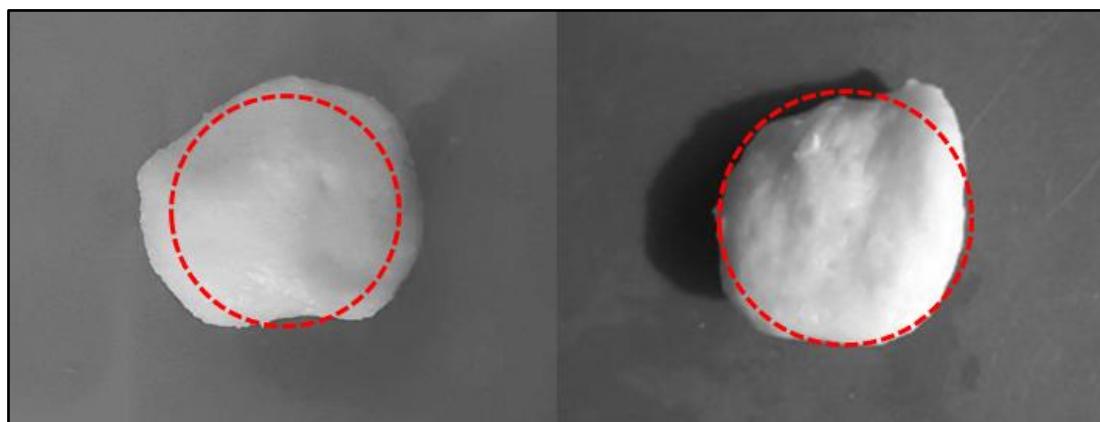
จากภาพที่ 3.7 พนักงานจะสุ่มตรวจสอบคุณภาพลูกชิ้นที่บีนเสร็จด้วยสายตา โดยจะคัดแยกลูกชิ้นที่ผิดปกติออกจากชิ้นดีเพื่อรับรวมเป็นของเสีย

จากการวิเคราะห์สภาพการผลิต ทั้งแผนภาพคุณค่าปัจจุบัน, สถิติเชิงพรรณนา, และแผนภาพกระบวนการ ให้ทำให้ได้ข้อสรุปที่สอดคล้องกันว่า ขั้นตอนการปั้นลูกชิ้นปลาเป็นจุดวิกฤตที่ก่อให้เกิดความสูญเสียมากที่สุด ดังนั้น เพื่อเจาะลึกถึงลักษณะของปัญหา ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลของเสียจากขั้นตอนนี้เป็นเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤษภาคม 2567 ซึ่งจะนำมาจำแนกประเภทและปริมาณในหัวข้อดังไป

3.3.2 ลักษณะของการเสียและปริมาณของการเสีย

ในการเก็บข้อมูลของลูกชิ้นปลาที่เกิดเป็นของเสียในกระบวนการผลิต เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียจากการผลิตพบว่า มีลักษณะของชิ้นส่วนที่เสียแตกต่างกันออกໄไปโดยแยกเป็นลักษณะของการเสียได้ 5 ลักษณะ คือ

1) ไม่กลม หมายถึงลูกชิ้นที่มีลักษณะทางกายภาพเบี่ยงเบนจากมาตรฐาน ทั้งในด้านรูปทรงหรือขนาด เช่น บิดเบี้ยว มีติ่ง ยุบตัว แบบ หรือมีขนาดไม่สม่ำเสมอ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ขาดความสมมาตรและความสม่ำเสมอ โดยแสดงดังภาพที่ 3.8

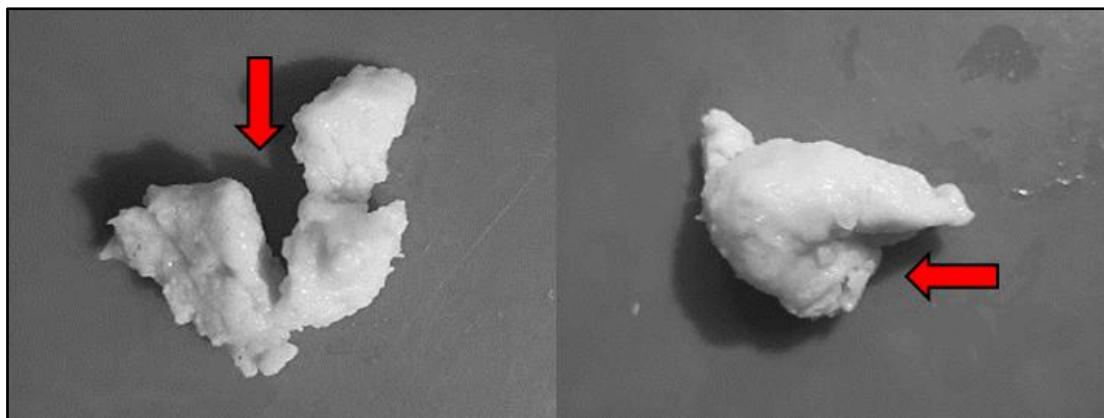


ภาพที่ 3.8 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาไม่กลม

(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากการที่ 3.8 แสดงลูกชิ้นที่มีลักษณะไม่กลม หมายถึงลูกชิ้นที่มีรูปร่างและขนาดผิดจากมาตรฐาน เช่น บิดเบี้ยว ยุบตัว หรือมีขนาดไม่สม่ำเสมอ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างผิดปกติไม่ตรงตามที่ลูกค้าคาดหวัง

2) ระหว่าง หมายถึง ลูกชิ้นมีลักษณะพื้นผิวที่ไม่สมบูรณ์ มีรอยร้าว หรือมีเนื้อบางส่วนขาดหายไป ทำให้รูปร่างไม่เต็มทรงกลม โดยแสดงดังภาพที่ 3.9

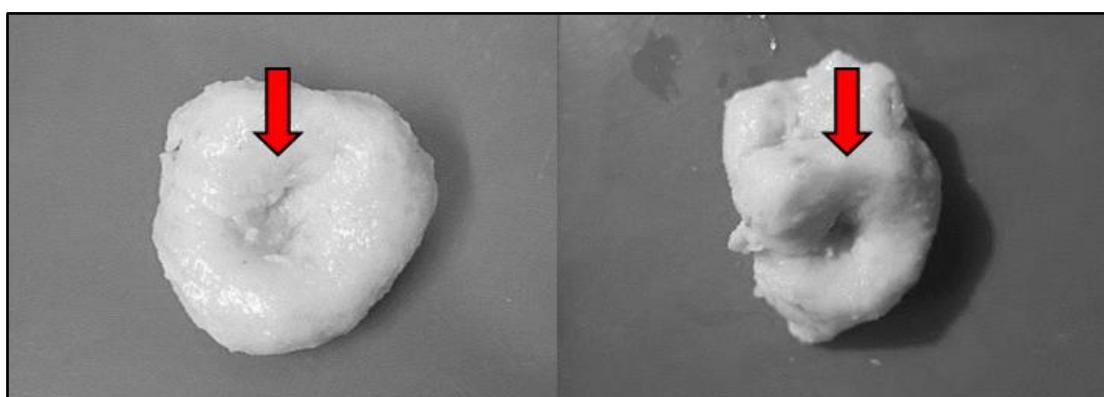


ภาพที่ 3.9 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาแห้ง

(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.9 แสดงลักษณะของเสียประเภทลูกชิ้นแห้ง คือลูกชิ้นที่มีพื้นผิวไม่สมบูรณ์ มีรอยร้าวหรือเนื้อบางส่วนขาดหายไป ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ทุกตำแหน่ง และส่งผลต่อรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์

3) รูบผิว หมายถึง ลูกชิ้นมีลักษณะเป็นรอยบุ๋มหรือช่องว่างขนาดเล็กปรากฏบนผิว ด้านนอก ทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์ไม่เรียบเนียนผิว แสดงดังภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลา มีรูบผิว

(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.10 แสดงลักษณะของเสียประเภทรูบనิว ซึ่งเป็นข้อบกพร่องที่ส่งผลต่อรูปลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ ลักษณะเฉพาะของของเสียประเภทนี้คือการปรากฏรอยยุบ, รูหรือช่องว่างขนาดเล็กบนผิวด้านนอกของลูกชิ้น ซึ่งทำให้พื้นผิวของผลิตภัณฑ์ขาดความเรียบเนียน จากการจะเห็นได้ว่ารูบนิวอาจมีลักษณะเป็นรอยคลื่นๆ ไปในเนื้อ หรือเป็นช่องว่างที่ทะลุชั้นผิวเล็กน้อย ซึ่งข้อบกพร่องนี้แม้จะไม่ส่งผลต่อโครงสร้างหลักของลูกชิ้น แต่ก็ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูไม่สวยงามและอาจทำให้ผู้บริโภคเกิดความกังวลด้านคุณภาพได้

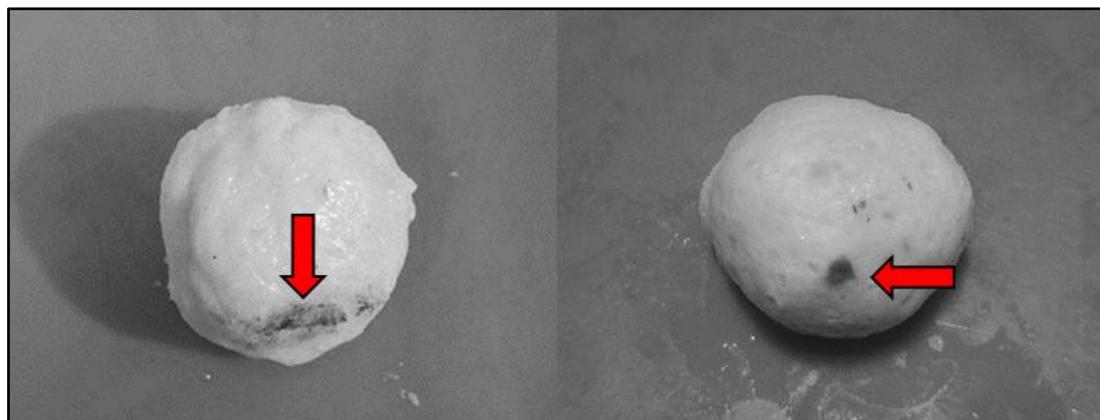
4) นิ่มเกินไป หมายถึง ลูกชิ้นมีเนื้อสัมผัสที่อ่อนหรือยวบเกินไป ขาดความแน่นหนึ�บซึ่งส่งผลให้ลูกชิ้นแตกง่ายหรือไม่คงรูปหลังจากผ่านกระบวนการปรุงสุก โดยแสดงดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาที่นิ่มเกินไป
(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.11 แสดงลักษณะของเสียประเภท “นิ่มเกินไป” ซึ่งเป็นข้อบกพร่องด้านเนื้อสัมผัส โดยลูกชิ้นมีลักษณะอ่อนยวบ ขาดความแน่นหนึบ จากการจะเห็นว่าลูกชิ้นไม่สามารถคงรูปทรงกลมไว้ได้และมีลักษณะแตกหักง่าย ข้อบกพร่องประเภทนี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อกุณภาพของผลิตภัณฑ์เมื่อนำไปปรุงสุก เนื่องจากอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่คงรูปและมีเนื้อสัมผัสที่ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5) ป่นเปื้อน หมายถึง การตรวจพบสิ่งแปลงปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ผสมอยู่ภายในเนื้อลูกชิ้น เช่น หนังปลา, กระดูก หรือเส้นเอ็น ซึ่งถือเป็นข้อบกพร่องด้านความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ โดยแสดงดังภาพที่ 3.12



ภาพที่ 3.12 แสดงลักษณะลูกชิ้นปลาปนเปื้อน

(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.12 แสดงลักษณะของเสียประเภทปนเปื้อน ซึ่งหมายถึงการตรวจพบสิ่งแผลปลอมที่ไม่ใช่ส่วนผสมอยู่ในเนื้อลูกชิ้น. สิ่งแผลปลอมเหล่านี้อาจเป็นขี้นส่วนที่มาจากการวัดคุณภาพ เช่น หนังปลา, กระดูก หรือเส้นเอ็น หรืออาจเป็นวัสดุอื่นที่ไม่ควรปรากฏในผลิตภัณฑ์. ข้อบกพร่องประเภทนี้ถือเป็นประเด็นสำคัญด้านความสะอาดและความปลอดภัยของอาหาร ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อความเชื่อมั่นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

เมื่อทราบถึงลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตแต่ละประเภทแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่สำคัญอย่างยิ่งคือการเปลี่ยนจากการสังเกตการณ์เชิงคุณภาพไปสู่การรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณที่เป็นระบบ เพื่อให้สามารถวัดขนาดของปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการออกแบบแบบฟอร์ม ใบตรวจสอบ ซึ่งเป็นหนึ่งในเครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด เพื่อใช้เป็นเครื่องมือหลักในการเก็บรวบรวมข้อมูล ณ จุดปฏิบัติงานจริง การออกแบบใบตรวจสอบได้ถูกปรับให้สอดคล้องกับบริบทของปัญหาโดยเฉพาะ โดยมีช่องสำหรับบันทึกของการผลิตรายวันควบคู่ไปกับการจำแนกประเภทของเสียที่พบทั้ง 5 ลักษณะอย่างชัดเจน จากนั้นจึงได้มอบหมายให้พนักงานที่รับผิดชอบในแต่ละวัน ทำการบันทึกข้อมูลตามความเป็นจริง ข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อระบุประเภทของเสียที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุด และคำนวณหาปริมาณของเสียโดยรวมในแต่ละช่วงเวลา การทำเช่นนี้เป็นการเปลี่ยน "ความคิดเห็น" หรือ "ความรู้สึก" เกี่ยวกับปัญหา ให้กลายเป็น "ข้อเท็จจริง" ที่สามารถพิสูจน์ได้ด้วยตัวเลข ซึ่งจะช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ และวางแผนแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตในขั้นตอนต่อไปได้อย่างแม่นยำและตรงจุด ตัวอย่างของใบตรวจสอบแสดงดังภาพที่ 3.13

ใบบันทึกรายการผลิต และจำนวนของเสีย ประจำเดือน..... (หน่วยเป็น กิโลกรัม) หากไม่มีการผลิตในวันนั้น ให้ใส่เป็น 0							
วันที่	รายการ	รายการผลิต		ประเภทของเสีย			
		จำนวนผลิต	ของเสีย	ไม่ก่อคุณ	แห้ง	รูบบกิจ	นิ่มเกินไป
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

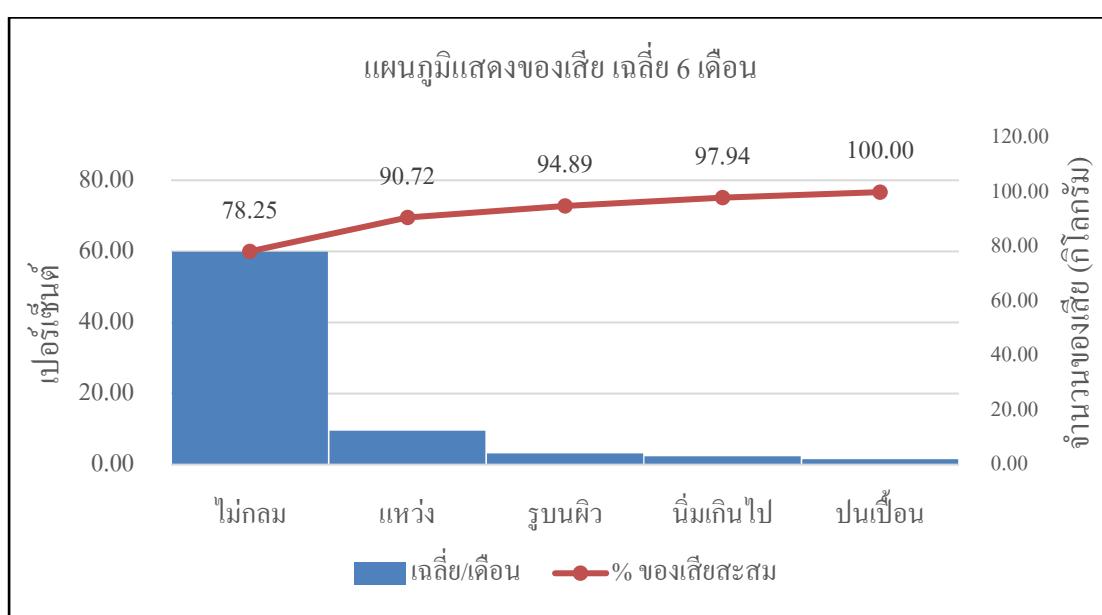
ภาพที่ 3.13 แสดงลักษณะของใบตรวจสอบ

(ที่มา : หักด้วยและภาควิช, 2567)

จากภาพที่ 3.13 แสดงใบตรวจสอบ ที่ผู้จัดออกแบบขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณจากหน้างานอย่างเป็นระบบ โดยแบบฟอร์มดังกล่าวประกอบด้วยช่องสำหรับบันทึกยอดการผลิตรายวันควบคู่กับการจำแนกประเภทของของเสีย ได้แก่ ลูกชิ้น, ไม่ก่อคุณ, แห้ง, มีรูบบกิจ, นิ่มเกินไป และปนเปื้อน การออกแบบใบตรวจสอบมีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกให้พนักงานสามารถบันทึกข้อมูลได้อย่างครบถ้วนและเป็นระบบในแต่ละวัน ข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบนี้จะถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลดิบสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติในขั้นตอนต่อไป และข้อมูลจากใบตรวจสอบแสดงไว้ในภาคผนวก ก-1

จากการเก็บข้อมูลโดยใช้ใบตรวจสอบในกระบวนการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 ผู้จัดได้นำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกโดยพนักงาน ซึ่งมียอดการผลิตรายวัน และจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละประเภท มาดำเนินการจัดเรียงและวิเคราะห์ การเก็บข้อมูลในระยะเวลาหนึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เห็นภาพแนวโน้มของปัญหาและยืนยันว่าของเสียที่เกิดขึ้นเป็นปัญหารือรังของกระบวนการ ไม่ใช่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพียงชั่วคราว ข้อมูลดิบที่รวมรวมได้ทั้งหมดจึงถูกนำมาสรุปผลและคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้เป็นเส้นฐาน ในการวัดผลกระทบของการปรับปรุง โดยมีรายละเอียดบันทึมในภาคผนวก ก-1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนยอดการผลิต และของเสียทั้ง 6 เดือน ในเดือนมิถุนายน ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 พบว่าตลาดระยะเวลา 6 เดือน อัตราของเสียโดยรวมมีความสม่ำเสมอ อยู่ในช่วงร้อยละ 2.94 ถึง 3.09 ซึ่งบ่งชี้ว่าปัญหานี้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและยังไม่ได้รับการควบคุม เมื่อพิจารณาข้อมูลสรุปรวม 6 เดือน พบว่ามียอดการผลิตรวมทั้งสิ้น 15,159 กิโลกรัม และมีปริมาณของเสียรวม 458.88 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราของเสียเฉลี่ยร้อยละ 3.03 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด เพื่อจำแนกลำดับความสำคัญของปัญหา ผู้วิจัยได้นำข้อมูลของเสีย มาจัดทำแผนภูมิพาร์โตดังแสดงในภาพที่ 3.14 โดยจำนวนยอดการผลิต และของเสียรวม 6 เดือน แสดงดังตารางที่ 3.4



ภาพที่ 3.14 แผนภูมิพาร์โตแสดงจำนวนของเสียเฉลี่ยเดือน ม.ย. ถึง พ.ย. 2567

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.14 แผนภูมิพาร์โตแสดงสัดส่วนของเสียเดือนมิถุนายน ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2567 แบ่งตามลักษณะข้อมูลพร่อง พบว่าลักษณะ “ลูกชิ้นไม่กลม” มีของเสียมากที่สุด ที่ร้อยละ 78.25 ของของเสียทั้งหมด ผลลัพธ์นี้สอดคล้องกับหลักการของพาร์โต อย่างชัดเจน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปัญหาส่วนใหญ่มักเกิดจากสาเหตุสำคัญเพียงไม่กี่ประการ ดังนั้น แผนภูมนี้จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยยืนยันว่า การมุ่งเน้นทรัพยากรเพื่อแก้ไขปัญหา “ลูกชิ้นไม่กลม” เพียงอย่างเดียว จะสามารถส่งผลให้ของเสียโดยรวมลดลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียรวมเดือน มิ.ย.-พ.ย. 2567

เดือน		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	รวม (กิโลกรัม)	เฉลี่ย/เดือน	% ของเสีย	% ของเสียสะสม
ยอดการผลิต		2,580	2,555	2,569	2,420	2,435	2,600	15,159	2,527	-	-
ลักษณะของเสีย	ไม่กลม	59.98	61.97	59.22	57.5	57.82	62.59	359.09	60	78.25	78.25
	แห้ง	9.76	9.62	9.3	9.23	9.13	10.15	57.19	10	12.46	90.72
	รูบผิว	3.17	3.36	3.21	3.13	3.01	3.27	19.14	3	4.17	94.89
	นิ่มเกินไป	2.35	2.44	2.31	2.36	2.19	2.37	14.02	2	3.06	97.94
	ปนเปื้อน	1.59	1.65	1.55	1.63	1.45	1.57	9.43	2	2.06	100
	รวม	76.85	79.05	75.58	73.85	73.6	79.95	458.88	76.48	100	-

(ที่มา : หักษ์คณี้และภาวิช, 2567)

3.3.3. การวิเคราะห์และตัดสินใจ

จากการรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของเสียตลอดระยะเวลา 6 เดือนมิถุนายน ถึงเดือน พฤษภาคม 2567 พบว่ากระบวนการผลิตมีอัตราของเสียเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 3.03 เมื่อนำข้อมูลมาจำแนกตามลักษณะของเสียด้วยแผนภูมิพาราโต พบว่าของเสียประเภท “ลูกชิ้นไม่กลม” เป็นปัญหาหลักที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตมากที่สุด โดยมีสัดส่วนสูงถึง ร้อยละ 78.25 ของปริมาณของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้น

โดยลักษณะของลูกชิ้นไม่กลม ที่เป็นของเสียที่พบมากที่สุดจะมีลักษณะดังนี้

1) พิครูปทรง คือ ลูกชิ้นมีลักษณะบิดเบี้ยว ไม่เป็นทรงกลมตามมาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 3.15

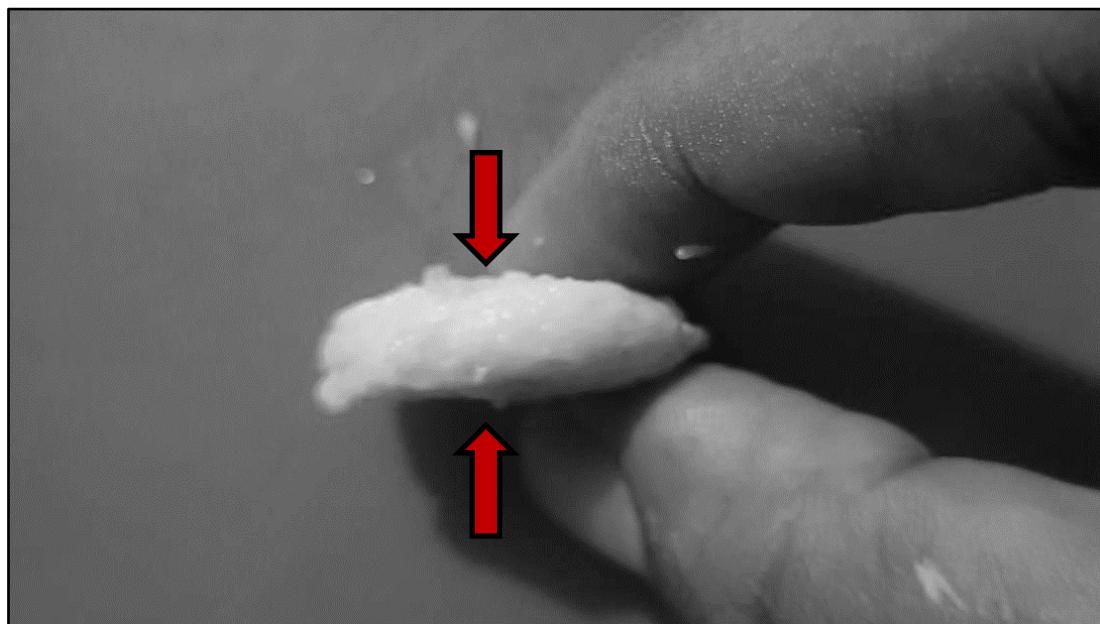


ภาพที่ 3.15 ลูกชิ้นไม่กลมที่มีลักษณะพิครูปทรง

(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.15 แสดงลักษณะของเสียประเภท “ไม่กลม” ที่มีลักษณะ พิครูปทรงอย่างชัดเจน จะเห็นได้ว่าลูกชิ้นสูญเสียความสมมาตรของทรงกลม มีส่วนที่บุบตัวและบิดเบี้ยว ทำให้มีรูปทรงที่ไม่สม่ำเสมอและมีพื้นผิวที่ไม่เรียบเนียน ลักษณะเช่นนี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการยอมรับของลูกค้า เนื่องจากรูปลักษณ์ภายนอกดูไม่ได้มาตรฐานและไม่น่ารับประทาน ซึ่งบ่งชี้ถึงความผันแปรที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต และอาจนำไปสู่การปฏิเสธสินค้าหรือการร้องเรียนจากลูกค้าได้ในที่สุด

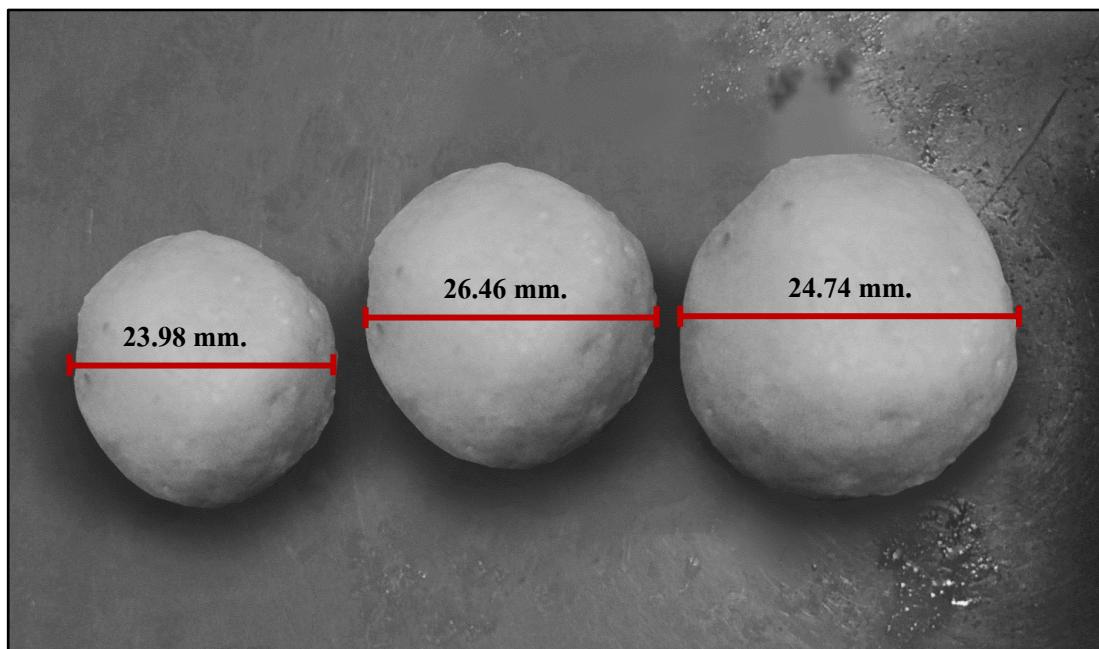
2) แบบ กีอ ลูกชิ้นบางส่วนมีลักษณะแบบมากเกินไป แสดงดังภาพที่ 3.16



ภาพที่ 3.16 ลูกชิ้นไม่กลมที่มีลักษณะแบบ
(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.16 แสดงลักษณะของเสียประเภทของ "ลูกชิ้นไม่กลม" ซึ่งมีลักษณะ แบบอย่างเห็นได้ชัด ผลิตภัณฑ์ได้สูญเสียรูปทรงกลมในแนวตั้งและยุบตัวลง ทำให้ขาดความสมมาตรอย่างรุนแรง ข้อบกพร่องลักษณะนี้ไม่ได้เป็นเพียงความผิดพลาดด้านรูปทรงภายนอก แต่ยังเป็นสัญญาณบ่งชี้ถึงปัญหาเชิงโครงสร้างของเนื้อปลา ที่อาจมีสาเหตุมาจากขั้นตอนการผสม เช่น อัตราส่วนของน้ำหรือน้ำแข็งที่มากเกินไป หรือ ระยะเวลาในการนวดผสมไม่นานพอ ทำให้โครงข่ายเจลของโปรตีนไม่แข็งแรงพอที่จะคงรูปทรงของตัวเองไว้ได้เมื่อผ่านขั้นตอนการขึ้นรูป และขั้นตอนการให้ความร้อนผลกระทบของข้อบกพร่องประเภทนี้จึงมีความรุนแรง เนื่องจากเป็นลักษณะที่มองเห็นได้ชัดเจนว่าผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการยอมรับของลูกค้าและความเชื่อมั่นในตราสินค้า นอกจากนี้ยังอาจทำให้เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ ขาดความเนียนยวาวตามที่ควรจะเป็น และท้ายที่สุดจะสูญเสียคุณภาพเป็นของเสียในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งเป็นการเพิ่มต้นทุนความสูญเสียโดยตรง

3) ขนาดไม่สม่ำเสมอ คือ ลูกชิ้นบางลูกอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าปกติ แสดงดังภาพที่ 3.17



ภาพที่ 3.17 ลูกชิ้น ไม่กลมที่มีลักษณะขนาด ไม่สม่ำเสมอ
(ที่มา : จากการสำรวจ, 2567)

จากภาพที่ 3.17 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นที่ไม่เป็นทรงกลม โดยมีลักษณะของขนาดที่ไม่สม่ำเสมอ ได้แก่ ขนาดที่เล็กหรือใหญ่เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งความผิดปกตินี้ เป็นลักษณะที่พบได้บ่อยที่สุดในกลุ่มของข้อมูลพิรุณ "ลูกชิ้น ไม่กลม" แม้จะเป็นลักษณะที่สามารถตรวจพบได้ยากด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา เนื่องจากความแตกต่างของขนาดมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม ความผิดปกตินี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในด้านความสม่ำเสมอของขนาดลูกชิ้น ซึ่งอาจทำให้ในบางรอบของกระบวนการผลิต ลูกชิ้นมีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานที่กำหนด ส่งผลให้บริษัทจำเป็นต้องจำหน่ายผลิตภัณฑ์ในราคาน้ำหนัก จึงทำให้บริษัทได้รับกำไรที่ลดลงจากการสูญเสียอันเกิดจากข้อมูลพิรุณในลักษณะนี้

ดังนั้น จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหา "ลูกชิ้น ไม่กลม" เป็นลำดับแรก อย่างไรก็ตาม ก่อนจะวิเคราะห์สาเหตุได้นั้น จำเป็นต้องประเมินความน่าเชื่อถือของระบบการวัดที่ใช้ในปัจจุบันก่อน ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

3.3.4 การทดสอบระบบการวัด

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาช่วงระยะเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา พบว่าประเภทของเสียงที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมด ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อความสำเร็จของผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจของผู้บริโภค

อย่างไรก็ตาม ในกระบวนการตรวจสอบลักษณะความกลมหรือไม่กลมของลูกชิ้นนั้น อาศัยการประเมินด้วยสายตาของพนักงานควบคุมคุณภาพ ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความเสี่ยงต่อความไม่แน่นอนจากการรับรู้และการตัดสินใจของแต่ละบุคคล เช่น ความแตกต่างในการศึกษา หรือความไม่สอดคล้องในการตรวจสอบซ้ำ

เพื่อประเมินความเชื่อถือได้ของระบบการวัดที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของลูกชิ้นปลา ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA) โดยใช้วิธี Gage Repeatability and Reproducibility (Gage R&R) ทั้งในรูปแบบ Attribute และ Variable ตามลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบสำหรับการตรวจสอบลักษณะความกลมหรือไม่กลมของลูกชิ้น ซึ่งเป็นการประเมินด้วยสายตาโดยพนักงานตรวจสอบนั้น เป็นการวัดแบบ Attribute (ข้อมูลคุณลักษณะ) เนื่องจากผลการตัดสินอยู่ในรูปแบบ “ผ่าน / ไม่ผ่าน” หรือ “กลม / ไม่กลม” ที่ไม่สามารถแสดงค่าเชิงปริมาณได้โดยตรงขณะเดียวกัน ผู้วิจัยยังได้ดำเนินการตรวจสอบความแม่นยำของการวัดขนาดลูกชิ้น ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการวัดเด็นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นด้วยเครื่องมือเวอร์เนียคลิปเปอร์ ซึ่งถือเป็นการวัดแบบ Variable จึงต้องทำ Gage R&R สำหรับข้อมูลแปรผัน เพื่อประเมินว่าแต่ละผู้วัดสามารถให้ค่าการวัดที่สอดคล้องและแม่นยำได้หรือไม่

ในการดำเนินการทดสอบรูปแบบ Attribute ผู้วิจัยได้สุ่มตัวอย่างลูกชิ้นปลาจำนวน 30 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็นของดีประมาณ ร้อยละ 45 เป็นของเสียงประมาณ ร้อยละ 45 และตัวอย่างที่กำกັງระหว่างของดีและของเสียงประมาณ ร้อยละ 10 โดยให้พนักงานควบคุมคุณภาพจำนวน 3 คน ทำการตรวจสอบลูกชิ้นแต่ละตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง โดยไม่ทราบลำดับ เพื่อป้องกันการจดจำของพนักงาน ผลการตรวจสอบลูกบันทึกในลักษณะ ผ่าน คือ P, ไม่ผ่าน คือ F และนำมาวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่าความสามารถของระบบการวัดในด้านต่างๆ ความสามารถของผู้ตรวจสอบแต่ละคนในการให้ผลลัพธ์ซ้ำกันเมื่อทดสอบซ้ำ ความสอดคล้องของผลลัพธ์ระหว่างผู้ตรวจสอบหลายคน ร้อยละของความเที่ยงตรงกันโดยรวม ผลการวิเคราะห์จะนำไปใช้พิจารณาความน่าเชื่อถือของระบบการตรวจสอบด้วยสายตา และเป็นพื้นฐานในการวางแผนทางการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตต่อไป โดยผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3.5, 3.6 และแบบฟอร์มฉบับเต็มในภาคผนวก ก-16

ตารางที่ 3.5 แสดงผลการทดสอบแบบ Attribute

ข้อผิดพลาด	ค่ามาตรฐาน	พนักงาน A		พนักงาน B		พนักงาน C	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	P	P	P	P	P	P	P
2	P	P	P	P	F	P	P
3	P	P	P	P	P	P	P
4	F	F	F	F	F	F	F
5	F	F	F	P	F	F	F
6	P	P	P	P	P	P	P
7	P	P	P	P	P	P	P
8	P	P	P	P	P	F	P
9	F	F	F	F	F	F	F
10	F	F	F	F	F	F	F
11	P	P	P	P	P	P	P
12	P	P	P	P	P	P	P
13	F	F	F	F	F	F	F
14	P	P	P	P	P	P	P
15	F	F	F	F	F	F	F
16	P	P	P	P	P	P	P
17	F	F	F	F	F	F	F
18	P	P	P	P	P	P	P
19	P	P	P	F	P	P	P
20	F	F	F	F	F	F	F
21	P	P	P	P	P	P	P
22	P	P	P	P	P	P	P
23	F	F	F	F	F	F	F
24	F	F	F	F	F	F	F
25	P	P	P	P	P	P	P
26	F	F	P	F	F	F	F

(ที่มา : ทักษะคณิตและภาษาไทย, 2567)

ตารางที่ 3.6 แสดงผลการทดสอบแบบ Attribute (ต่อ)

ชื่นงานตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน	พนักงาน A		พนักงาน B		พนักงาน C	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
27	P	P	P	P	P	P	P
28	P	P	P	P	P	P	P
29	P	P	P	P	P	P	P
30	F	F	F	F	F	F	F

(ที่มา : หักษ์คนยและภาวิช, 2567)

จากตารางที่ 3.5 และ 3.6 แสดงผลการทดสอบแบบ Attribute เป็นการทดสอบความสามารถในการตัดสินใจของพนักงานหรือการตรวจสอบ โดยตัดสินว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ เรยกว่า ของดี หรือผลิตภัณฑ์อยู่นอกข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์เรยกว่า ของเสีย และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ต่อด้วยโปรแกรม Minitab โดยแสดงผลการวิเคราะห์แบบ Attribute ดังนี้

1) แสดงความสามารถในการวัดซ้ำ ของพนักงานแต่ละคน โดยเปรียบเทียบการตัดสินใจทั้ง 2 ครั้งว่าเหมือนกันหรือไม่ แสดงดังภาพที่ 3.18

Assessment Agreement				
Appraiser #	Inspected #	Matched Percent	95% CI	
A	30	29	96.67	(82.78, 99.92)
B	30	27	90.00	(73.47, 97.89)
C	30	29	96.67	(82.78, 99.92)

Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

ภาพที่ 3.18 แสดงความสามารถในการวัดซ้ำ

(ที่มา : หักษ์คนยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.18 ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าพนักงาน A และ C มีการตัดสินใจที่เหมือนกันทั้ง 2 ครั้ง อุปถัมภ์ร้อยละ 96.67 และมีช่วงความเชื่อมั่นอยู่ที่ร้อยละ 82.78 ถึง 99.92 แต่พนักงาน B มีการตัดสินใจที่เหมือนกันทั้ง 2 ครั้งอยู่ที่ร้อยละ 90.00 และมีช่วงความเชื่อมั่นอยู่ที่ร้อยละ 73.47 ถึง 97.89

2) ความสามารถในการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานโดยแยกการตัดสินใจเป็นตรงกับค่ามาตรฐาน และต่างกับค่ามาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 3.19

Each Appraiser vs Standard						
Assessment Agreement						
Appraiser #	Inspected #	Matched Percent	95% CI			
A	30	28	93.33	(77.93, 99.18)		
B	30	27	90.00	(73.47, 97.89)		
C	30	28	93.33	(77.93, 99.18)		

Matched: Appraiser's assessment across trials agrees with the known standard.

Assessment Disagreement						
Appraiser #	P / F Percent	# F / P Percent	# P / F Percent	# Mixed Percent		
A	1	7.69	0	0.00	1	3.33
B	0	0.00	0	0.00	3	10.00
C	1	7.69	0	0.00	1	3.33

*# P / F: Assessments across trials = P / standard = F.
F / P: Assessments across trials = F / standard = P.
Mixed: Assessments across trials are not identical.*

Fleiss' Kappa Statistics						
Appraiser Response	Kappa	SE	Kappa	Z	P(vs > 0)	
A	F	0.896270	0.129099	6.94248	0.0000	
	P	0.896270	0.129099	6.94248	0.0000	
B	F	0.897841	0.129099	6.95465	0.0000	
	P	0.897841	0.129099	6.95465	0.0000	
C	F	0.897841	0.129099	6.95465	0.0000	
	P	0.897841	0.129099	6.95465	0.0000	

Cohen's Kappa Statistics						
Appraiser Response	Kappa	SE	Kappa	Z	P(vs > 0)	
A	F	0.896629	0.128329	6.98696	0.0000	
	P	0.896629	0.128329	6.98696	0.0000	
B	F	0.897880	0.128948	6.96312	0.0000	
	P	0.897880	0.128948	6.96312	0.0000	
C	F	0.897880	0.128948	6.96312	0.0000	
	P	0.897880	0.128948	6.96312	0.0000	

ภาพที่ 3.19 แสดงความสามารถในการตรวจสอบของพนักงานแต่ละคนเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน

(ที่มา : ทักษะด้วยและกวิต, 2567)

จากภาพที่ 3.19 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน กับมาตรฐาน แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลัก ดังนี้

(1) ความสอดคล้องในการประเมิน ผู้ประเมินทั้งสามคนแสดงระดับความสอดคล้องกับมาตรฐานในระดับสูง โดยผู้ประเมิน A และ C มีความสอดคล้องเท่ากันที่ร้อยละ 93.33 (28 จาก 30 ครั้ง) ขณะที่ผู้ประเมิน B มีความสอดคล้องที่ร้อยละ 90.00 (27 จาก 30 ครั้ง) ซึ่งความเชื่อมั่นถึง 95 ของผู้ประเมิน A และ C อยู่ที่ (77.93, 99.18) ส่วนผู้ประเมิน B อยู่ที่ (73.47, 97.89) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ประเมิน A และ C มีประสิทธิภาพในการประเมินใกล้เคียงกันและสูงกว่าผู้ประเมิน B เล็กน้อย

(2) ความไม่สอดคล้องในการประเมิน ความไม่สอดคล้องในการประเมิน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท และผลนี้ชี้ให้เห็นว่าผู้ประเมิน B มีความไม่สอดคล้องในรูปแบบผสม สูงกว่าผู้ประเมินอื่น ซึ่งอาจสะท้อนถึงความไม่คงที่ในการประเมิน ได้แก่

- P/F (Pass/Fail) ผู้ประเมินให้ผล "ผ่าน" ในขณะที่มาตรฐานให้ผล "ไม่ผ่าน" พบร่วมกับผู้ประเมิน A และ C อย่างละ 1 ครั้ง (ร้อยละ 7.69)
- F/P (Fail/Pass) ผู้ประเมินให้ผล "ไม่ผ่าน" ในขณะที่มาตรฐานให้ผล "ผ่าน" ไม่พบในผู้ประเมินใด

● Mixed ผลการประเมินไม่สอดคล้องกันระหว่างครั้งต่างๆ พบร่วมกับผู้ประเมิน B จำนวน 3 ครั้ง (ร้อยละ 10.00) และในผู้ประเมิน A และ C อย่างละ 1 ครั้ง (ร้อยละ 3.33)

(3) สถิติ Fleiss' Kappa สถิติ Fleiss' Kappa ใช้สำหรับวัดความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินกับมาตรฐาน พนวณค่า Kappa ของผู้ประเมินทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.896 ถึง 0.898 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1 และแสดงถึงความสอดคล้องในระดับสูงมาก ค่าของข้อผิดพลาดมาตรฐาน อยู่ที่ประมาณ 0.129 และค่า P-value เป็น 0.0000 สำหรับทุกราย ซึ่งยืนยันว่าความสอดคล้องนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ

(4) สถิติ Cohen's Kappa โดยทั่วไปจะกำหนดเกณฑ์การพิจารณาดัง ตารางที่ 3.7 ซึ่งใช้สำหรับการประเมินความสอดคล้องแบบคู่ ให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับ Fleiss' Kappa โดยค่า Kappa อยู่ที่ 0.896 ถึง 0.898 ค่า SE อยู่ที่ประมาณ 0.128 ถึง 0.129 และค่า P-value เป็น 0.0000 สำหรับทุกราย ซึ่งยืนยันอีกครั้งว่าความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินกับมาตรฐานมีนัยสำคัญทางสถิติและอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การพิจารณาสถิติ Cohen's Kappa

เกณฑ์การยอมรับ	ร้อยละการตัดสินใจตรงกับค่ามาตรฐาน	%Miss Rate	%False Alarm Rate
อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้	$\geq 90\%$	$\leq 2\%$	$\leq 5\%$
อาจจะยอมรับได้	$\geq 80\%$	$\leq 5\%$	$\leq 10\%$
ไม่สามารถยอมรับได้	$\leq 80\%$	$> 5\%$	$> 10\%$

(ที่มา : AIAG, 2553)

จากตารางที่ 3.7 เป็นเกณฑ์ของ AIAG (2553) ระบบการวัดที่ยอมรับได้ควรมีความสอดคล้องกับค่ามาตรฐานมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 90 และมีอัตราการผิดพลาด ที่ต่ำมาก นอกจากนี้ ค่าสถิติ Kappa ควรมากกว่า 0.75 จึงจะถือว่ามีความสอดคล้องที่ดี

3) Between Appraisers แสดงความสามารถในการประเมินช้า ระหว่างพนักงานแต่ละคน โดยเปรียบเทียบกับการตัดสินใจทั้ง 2 ครั้งของพนักงานทุกคนว่าเหมือนกันหรือไม่ ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.20

Between Appraisers			
Assessment Agreement			
# Inspected	# Matched	Percent	95% CI
30			
25			
83.33 (65.28, 94.36)			
# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.			
Fleiss' Kappa Statistics			
Response	Kappa	SE	Kappa
F	0.884778	0.0471405	18.7690
P	0.884778	0.0471405	18.7690
Cohen's Kappa Statistics			
You must have two appraisers and single trial per appraiser to compute kappa.			

ภาพที่ 3.20 แสดงความสามารถในการประเมินช้า

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.20 แสดงให้เห็นว่าพนักงานทั้งสามคนมีการตัดสินใจตรงกันทั้ง 2 ครั้ง เท่ากับร้อยละ 83.33 และมีช่วงความเชื่อมั่นอยู่ที่ร้อยละ 65.28 ถึง 94.36

4) All Appraisers vs Standard แสดงความสามารถในการประเมินชี้ ระหว่าง พนักงานแต่ละคน โดยเปรียบเทียบกับการตัดสินใจที่ 2 ครั้งของพนักงานทุกคนว่าเหมือนกันและ ตรงกับค่ามาตรฐานหรือไม่ ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.21

All Appraisers vs Standard				
Assessment Agreement				
# Inspected	# Matched	Percent	95% CI	
30	25	83.33	(65.28, 94.36)	
# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.				
Fleiss' Kappa Statistics				
Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
F	0.897317	0.0745356	12.0388	0.0000
P	0.897317	0.0745356	12.0388	0.0000
Cohen's Kappa Statistics				
Response	Kappa	SE Kappa	Z	P(vs > 0)
F	0.897463	0.0743292	12.0742	0.0000
P	0.897463	0.0743292	12.0742	0.0000

ภาพที่ 3.21 แสดงความสามารถในการประเมินชี้ ระหว่างพนักงานแต่ละคน
(ที่มา : ทักษะนักวิเคราะห์, 2567)

จากภาพที่ 3.21 แสดงให้เห็นว่าพนักงานทั้งสามคนมีการตัดสินใจตรงกันทั้ง 2 ครั้ง และตรงกับค่ามาตรฐานเท่ากับร้อยละ 83.33 และช่วงความเชื่อมั่นอยู่ที่ร้อยละ 65.28 ถึง 94.36

5) Summary of Assessment Disagreement with Standard แสดงตารางสรุป ของ พนักงานแต่ละครั้งที่ไม่ตรงกับค่ามาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 3.22

Summary of Assessment Disagreement with Standard

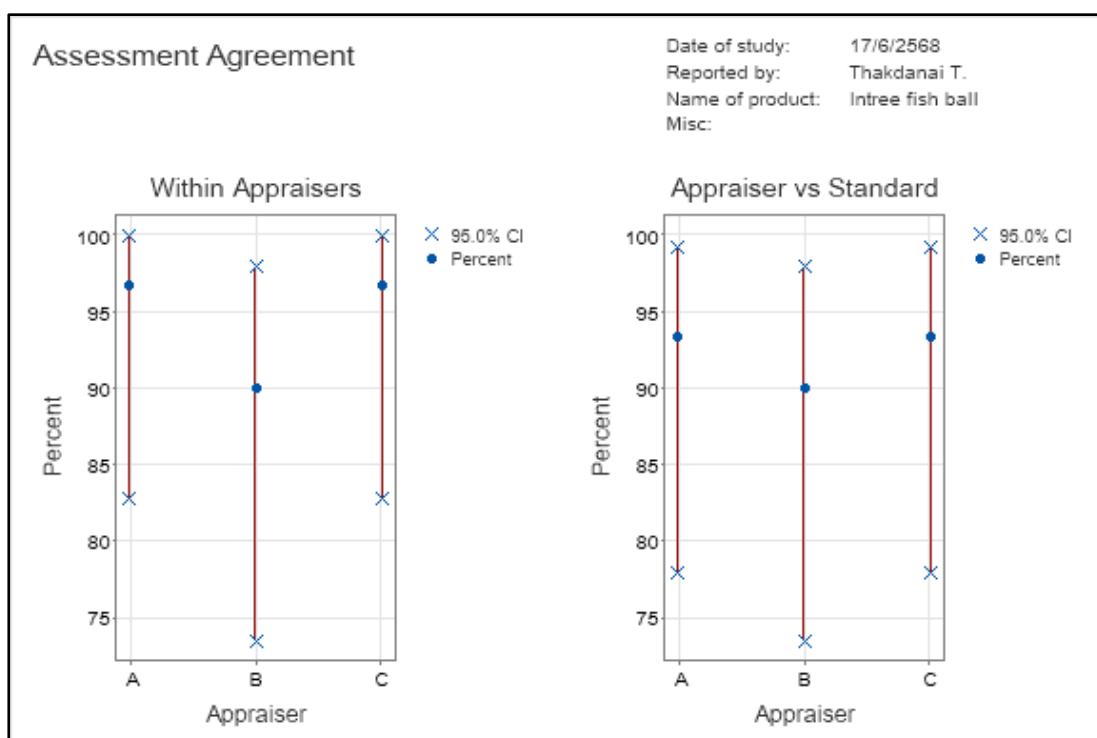
Appraisers Sample	Standard	A		B		C	
		Count	Percent	Count	Percent	Count	Percent
1	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2	P	0	0.00	1	50.00	0	0.00
3	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
4	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
5	F	0	0.00	1	50.00	0	0.00
6	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
8	P	0	0.00	0	0.00	1	50.00
9	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
10	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
11	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
12	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
13	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
14	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
15	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
16	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
17	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
18	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
19	F	2	100.00	1	50.00	2	100.00
20	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
21	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
22	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
23	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
24	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00
25	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
26	F	1	50.00	0	0.00	0	0.00
27	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
28	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
29	P	0	0.00	0	0.00	0	0.00
30	F	0	0.00	0	0.00	0	0.00

ภาพที่ 3.22 แสดงตารางสรุปของพนักงานแต่ละครั้งที่ไม่ตรงกับค่ามาตรฐาน

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.22 แสดงสรุปผลความไม่สอดคล้องของผลการประเมินกับมาตรฐานพบว่า พนักงาน A มีความคลาดเคลื่อนจากมาตรฐานจำนวน 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3.57 พนักงาน B มีความคลาดเคลื่อนจำนวน 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 7.14 และพนักงาน C มีความคลาดเคลื่อนจำนวน 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 3.57 จากข้อมูลดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ได้ว่า พนักงาน B มีความคลาดเคลื่อนสูงสุดเมื่อเทียบกับผู้อื่น สะท้อนถึงความไม่สอดคล้องของการประเมินเมื่อเทียบกับมาตรฐาน ซึ่งควรได้รับการพิจารณาบทวนหรือดำเนินการฝึกอบรมเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือในการประเมิน ส่วนพนักงาน A และ C แม้จะมีความคลาดเคลื่อนในระดับที่ต่ำกว่า แต่ยังควรได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความสอดคล้องกับมาตรฐานให้ดีขึ้น

6) การวิเคราะห์แผนภูมิ Assessment Agreement มีสองส่วนคือ Within Appraisers และ Each Appraiser vs Standard แสดงดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 แผนภูมิ Assessment Agreement
(ที่มา : ทักษะด้นยและภาควิช, 2567)

จากภาพที่ 3.23 แสดงแผนภูมิ Assessment Agreement ซึ่งประเมินความสามารถของผู้ประเมิน 3 คน โดยกราฟ Within Appraisers (ซ้าย) แสดงความสมำเสมอในการตัดสินใจ ซ้ำ และ กราฟ Appraiser vs Standard (ขวา) แสดงความแม่นยำเทียบกับค่ามาตรฐาน ผลการทดสอบพบว่า พนักงาน A และ C มีความแม่นยำที่ประมาณร้อยละ 93 และ B อยู่ที่ร้อยละ 90 อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 CI พบว่าผู้ประเมินทั้งสามคนยังมีโอกาสที่จะตัดสินใจได้แม่นยำต่ำกว่าเกณฑ์ยอมรับที่ร้อยละ 90 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าผู้ประเมินทั้งสามยังมีความเสี่ยงและควรได้รับการฝึกอบรมเพิ่มเติมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการตัดสินใจ

จากผลการวิเคราะห์การประเมินคุณลักษณะของผู้ประเมินทั้งสามราย พบว่าความสอดคล้องภายในของแต่ละบุคคลอยู่ในระดับที่ดีมาก โดยเฉพาะผู้ประเมิน A และ C ที่มีค่าความสอดคล้องภายในเท่ากันคือร้อยละ 96.67 ขณะที่ผู้ประเมิน B มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยที่ร้อยละ 90.00 ซึ่งอาจสะท้อนถึงความไม่มั่นคงในการตัดสินบางกรณี สำหรับการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่าผู้ประเมิน A และ C มีความสอดคล้องเท่ากันที่ร้อยละ 93.33 ขณะที่ผู้ประเมิน B ยังคงมีค่าน้อยกว่าอยู่ที่ร้อยละ 90.00 แสดงให้เห็นว่าแม้ความแม่นยำโดยรวมจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ผู้ประเมิน B อาจต้องได้รับการปรับปรุงหรือทบทวนแนวทางการประเมินเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการประเมินมีความใกล้เคียงกับมาตรฐานมากขึ้น

นอกจากนี้ ความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมินทั้งหมดคืออยู่ในระดับสูง โดยมีค่า Fleiss' Kappa เท่ากับ 0.8498 ซึ่งอยู่ในช่วงที่สะท้อนถึงความสอดคล้องในระดับดีมาก (Almost perfect agreement) ส่วนความสอดคล้องรวมเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานอยู่ที่ร้อยละ 83.33 ซึ่งแม้จะต่ำกว่าค่าของผู้ประเมินรายบุคคลเล็กน้อย แต่ก็ยังถือว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ทั้งนี้จากตารางสรุปข้อผิดพลาด พบว่าผู้ประเมิน B มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดจำนวน 2 ครั้ง ขณะที่ผู้ประเมิน A และ C มีความคลาดเคลื่อนคนละ 1 ครั้ง จึงสามารถสรุปได้ว่าระบบการประเมินโดยรวมมีความน่าเชื่อถือในระดับดี แต่ยังมีข้อจำกัดในการปรับปรุงความสอดคล้องของผู้ประเมินบางรายให้ดีขึ้น เพื่อให้การประเมินคุณลักษณะมีความแม่นยำและสอดคล้องกับมาตรฐานอย่างสมำเสมอ

นอกจากการตรวจสอบลักษณะกลุมด้วยสายตาแล้ว ผู้วิจัยยังได้ดำเนินการวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัดแบบตัวแปร เพื่อประเมินความแม่นยำของ การวัดขนาดลูกชิ้นด้วยเครื่องมือวัดเวอร์เนียคลิปเปอร์ โดยให้ผู้วัดจำนวน 3 คน ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกชิ้นจำนวน 10 ตัวอย่าง รอบละ 3 ครั้ง และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Gage R&R แบบ Variable เพื่อแยกค่าความแปรปรวนที่เกิดจากเครื่องมือวัด และจากผู้วัดแต่ละคน ผลแสดงดังตารางที่ 3.8 และแบบฟอร์มนับบันเด็มในภาคผนวก ก-18

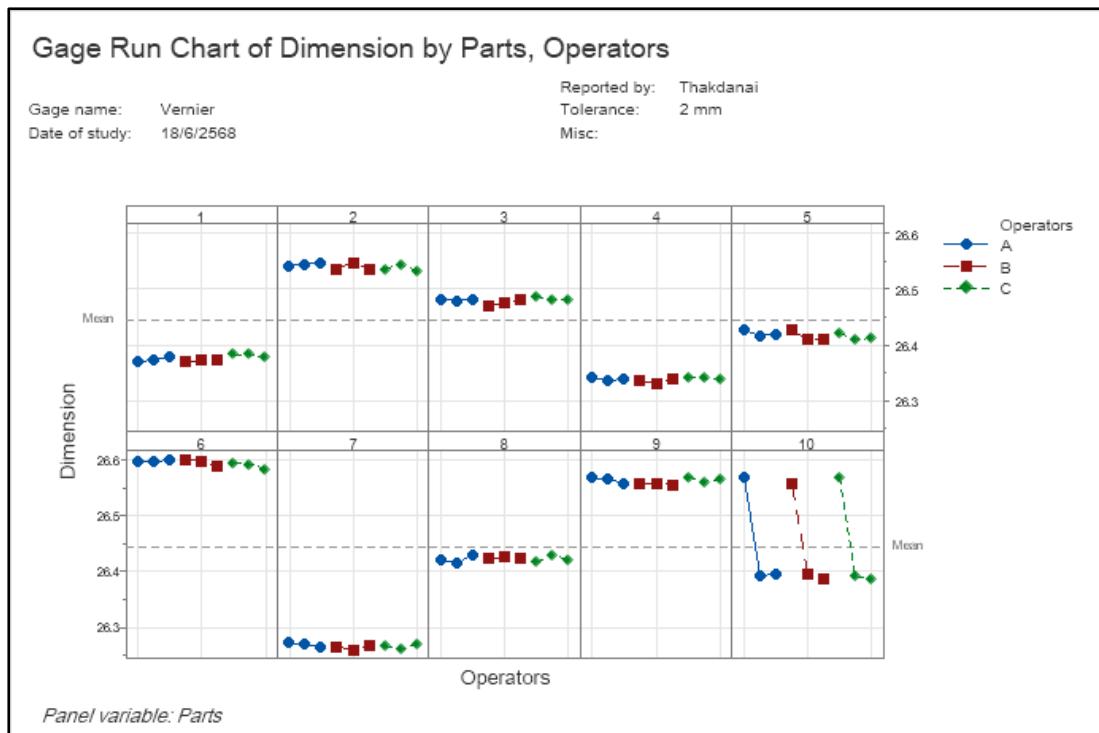
ตารางที่ 3.8 แสดงผลการทดสอบแบบ Variable

ตัวอย่าง	ผู้วัด								
	A			B			C		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	26.48	26.49	26.51	26.47	26.43	26.51	26.51	26.42	26.43
2	26.48	26.47	26.51	26.48	26.51	26.43	26.51	26.46	26.47
3	26.47	26.43	26.51	26.42	26.42	26.44	26.47	26.43	26.47
4	26.52	26.42	26.44	26.48	26.41	26.44	26.43	26.47	26.52
5	26.50	26.42	26.43	26.49	26.42	26.48	26.42	26.52	26.50
6	26.44	26.46	26.47	26.52	26.43	26.46	26.47	26.46	26.41
7	26.46	26.46	26.41	26.49	26.47	26.44	26.48	26.43	26.47
8	26.41	26.43	26.47	26.49	26.52	26.47	26.47	26.43	26.51
9	26.44	26.49	26.42	26.47	26.45	26.48	26.52	26.42	26.51
10	26.45	26.49	26.49	26.47	26.42	26.51	26.49	26.49	26.42

(ที่มา : หักษ์คณยและภาวิต, 2567)

จากตารางที่ 3.8 แสดงข้อมูลดิบจากการทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ ความสามารถของกระบวนการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาณความผันแปรที่เกิดจากระบบการวัดเองและแยกออกจากความผันแปรที่เกิดจากความแตกต่างของชิ้นงานจริง ทั้งนี้ ความผันแปรของระบบการวัดสามารถจำแนกได้เป็นสองส่วน ได้แก่ ความสามารถในการวัดซ้ำ ซึ่งเกิดจากเครื่องมือวัด และความสามารถในการทำซ้ำ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างระหว่างผู้ปฏิบัติงาน ในการทดลองนี้ พนักงานจำนวน 3 คน ได้ทำการวัดลูกชิ้นตัวอย่าง 10 ชิ้น ชิ้นละ 3 ครั้ง โดยข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อคำนวณหาค่า %GRR และประเมินผลเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของ AIAG เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของระบบการวัด ทั้งนี้ หากพบว่าค่าความแปรปรวนจากระบบการวัดมีค่าสูงเกินไปเมื่อเทียบกับความแปรปรวนรวม อาจต้องดำเนินการปรับปรุงเครื่องมือวัด วิธีการวัด หรือฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานเพิ่มเติม เพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องและเชื่อถือได้เพียงพอสำหรับใช้ในการวิเคราะห์และตัดสินใจในขั้นตอนต่อไปของกระบวนการผลิต

1) Gege Run Chart จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบข้อมูลว่ามีข้อมูลใดผิดปกติ หรือไม่ ก่อนที่จะวิเคราะห์ด้วย Gage R&R Study แสดงดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 Gege Run Chart

(ที่มา : ทักษะนัยและการวิเคราะห์, 2567)

จากภาพที่ 3.24 แสดงแผนภูมิ Gage Run Chart ซึ่งเปรียบเทียบผลการวัดชิ้นงาน 10 ชิ้น โดยพนักงาน 3 คน จะเห็นได้ว่าในชิ้นงานส่วนใหญ่ (ชิ้นที่ 1-9) ผลการวัดของพนักงานแต่ละคนมีการเบากลุ่มกันดี สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการวัดซ้ำที่สม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม ในชิ้นงานที่ 10 พบความผิดปกติอย่างชัดเจน โดยผลการวัดของพนักงานทั้ง 3 คนมีการกระจายตัวในแนวตั้งอย่างมาก ซึ่งบ่งชี้ถึง Repeatability ที่ต่ำอย่างรุนแรง การที่พนักงานทุกคนประสบปัญหาเดียวกันที่ชิ้นงานชิ้นเดียวกันนี้ เป็นข้อบ่งชี้ที่สำคัญว่าปัญหาไม่ได้มาจากทักษะของผู้ปฏิบัติงานโดยรวม แต่อาจจะเกิดจาก ตัวชิ้นงานที่ 10 เองที่มีลักษณะพิเศษ เช่น มีรูปทรงไม่สม่ำเสมอหรือมีความอ่อนตัว ทำให้การวัดด้วยเครื่องมือเดียวกันเกิดความผันแปรสูง

2) แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ แสดงดังภาพที่ 3.25

Gage R&R for Dimension	
Gage name:	Vernier
Date of study:	18/6/2568
Reported by:	Thakdanai
Tolerance:	2 mm
Misc:	

ภาพที่ 3.25 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์
(ที่มา : ทักษะนัยและภาวิต, 2567)

จากภาพที่ 3.25 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ โดยมีเครื่องมือวัดเวอร์เนียคลิปเปอร์ วันที่ ผู้ทำรายงาน และขนาดความเพื่อ

3) แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวน หากค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 แสดงว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง โดยทั่วไป Parts ควร P-Value น้อยกว่า 0.05 เพื่อต้องการให้ Parts มีความแตกต่าง แต่ Operators ควรมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 เพราะไม่ต้องการให้เกิดความแตกต่างด้วยผู้วัด แสดงดังภาพที่ 3.26

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Parts	9	0.861849	0.0957609	3655.86	0.000
Operators	2	0.000252	0.0001258	4.80	0.021
Parts * Operators	18	0.000471	0.0000262	0.03	1.000
Repeatability	60	0.061423	0.0010237		
Total	89	0.923995			

α to remove interaction term = 0.05

ภาพที่ 3.26 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน
(ที่มา : ทักษะนัยและภาวิต, 2567)

จากภาพที่ 3.26 แสดงค่า P-Value ของ Parts เท่ากับ 0.000 Operators เท่ากับ 0.021 และ Parts*Operators เท่ากับ 1.000 แสดงให้เห็นว่าระบบการวัดน่าเชื่อถือ

4) แสดงตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนชั้นเดียวกับข้อ 3 แต่เป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ได้ตัดเทอมของอันตรกิริยาระหว่าง Parts และ Operators เพราะค่า P-Value ของเทอมนี้มากกว่า 0.05 ซึ่ง โดยทั่วไป Parts ความมีค่า P-Value น้อยกว่า 0.05 เพราะต้องการให้ Parts มีความแตกต่าง แต่ Operators ความมีค่า P-Value มากกว่า 0.05 เพราะไม่ต้องการให้เกิด ความแตกต่าง แสดงดังภาพที่ 3.27

Two-Way ANOVA Table Without Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Parts	9	0.861849	0.0957609	120.678	0.000
Operators	2	0.000252	0.0001258	0.159	0.854
Repeatability	78	0.061895	0.0007935		
Total	89	0.923995			

ภาพที่ 3.27 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัดเทอมของอันตรกิริยาระหว่าง Parts และ Operators
(ที่มา : ทักษะนักวิเคราะห์, 2567)

จากภาพที่ 3.27 แสดงค่า P-Value ของ Parts เท่ากับ 0.000 และ Operators เท่ากับ 0.584 แสดงให้เห็นว่าระบบการวัดน่าเชื่อถือ

5) แสดงค่า VarComp หรือ Variance Component แสดงความแปรปรวนในแต่ละส่วน ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.28 และสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร } \sigma_{\text{GearR\&R}}^2 = \sigma_{\text{Repeatability}}^2 + \sigma_{\text{Reproducibility}}^2 \dots \text{สมการที่ 3.1}$$

$$\text{จากสูตร } \sigma_{\text{Total Variation}}^2 = \sigma_{\text{GearR\&R}}^2 + \sigma_{\text{Part-To-Part}}^2 \dots \text{สมการที่ 3.2}$$

$$\text{จากสูตร } \sigma_{\text{Total Variation}}^2 = \sigma_{\text{Repeatability}}^2 + \sigma_{\text{Reproducibility}}^2 \dots \text{สมการที่ 3.3}$$

Variance Components		
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0007935	6.99
Repeatability	0.0007935	6.99
Reproducibility	0.0000000	0.00
Operators	0.0000000	0.00
Part-To-Part	0.0105519	93.01
Total Variation	0.0113455	100.00

ภาพที่ 3.28 แสดงค่า VarComp

(ที่มา : หักษ์ด้ายและภาวิต, 2567)

จากภาพที่ 3.28 จะพบว่าค่าความแปรปรวนรวม (Total Variation) ซึ่งมีค่า 0.0113455 นั้น มาจากผลรวมของ Total Gage R&R (0.0007935) และ Part-To-Part (0.0105519) และสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร } \sigma_{\text{Total Variation}}^2 = \sigma_{\text{Gage R&R}}^2 + \sigma_{\text{Part-To-Part}}^2 \quad \dots \text{ จาismการที่ 3.2}$$

$$\text{แทนค่า } \sigma_{\text{Total Variation}}^2 = 0.0007935 + 0.0105519$$

$$\sigma_{\text{Total Variation}}^2 = 0.0113455 \text{ หรือร้อยละ } 1.13$$

6) แสดงค่า %Contribution (of VarComp) แสดงสัดส่วนความแปรปรวนในแต่ละส่วนเมื่อ เปรียบเทียบกับความแปรปรวนทั้งหมด (Total Variation) เช่น ความแปรปรวนของ Total Gage R&R สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร } \% \text{ Contribution} = \frac{\sigma_{\text{Gage R&R}}^2}{\sigma_{\text{Total}}^2} \quad \dots \text{ สมการที่ 3.4}$$

โดยทั่วไปกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่า %Contribution ดังนี้ร้อยละ 0 ถึง 2 อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องยอมรับ ได้ร้อยละ 2 ถึง 7.7 อาจจะยอมรับได้มากกว่าร้อยละ 7.7 ไม่สามารถยอมรับได้ โดยผลกระทบวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.29

Variance Components		
Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.0007935	6.99
Repeatability	0.0007935	6.99
Reproducibility	0.0000000	0.00
Operators	0.0000000	0.00
Part-To-Part	0.0105519	93.01
Total Variation	0.0113455	100.00

ภาพที่ 3.29 แสดงค่า %Contribution (of VarComp)

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวัด, 2567)

จากภาพที่ 3.29 แสดงค่า %Contribution (of VarComp) และสามารถสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\begin{array}{lcl} \text{จากสูตร} & \% \text{ Contribution} & = \frac{\sigma_{\text{GearR\&R}}^2}{\sigma_{\text{Total}}^2} \quad \dots \dots \text{จากสมการที่ 3.4} \\ \text{แทนค่า} & \% \text{ Contribution} & = \frac{0.0007935}{0.0113455} \\ & \% \text{ Contribution} & = 0.06994 \text{ หรือร้อยละ } 6.99 \text{ ซึ่งยอมรับได้} \end{array}$$

7) แสดงค่า Number of Distinct Categories หรือ NDC ตัวเลขที่ให้ความหมายว่า เครื่องมือที่ใช้อยู่ สามารถ ให้ความละเอียดแยกແยะงานที่วัดออกได้เป็นกี่ช่วง เช่น NDC เท่ากับ 2 แสดงว่าการวัดสามารถ แยกงาน ได้เป็น 2 กลุ่มเท่านั้นคือ สูงกับต่ำ ซึ่งไม่เพียงพอ เป็นต้น โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.30 และค่า NDC จะมีสมการดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad \text{NDC} = 1.41 \times \frac{\sigma_{\text{Part-To-Part}}^2}{\sigma_{\text{GearR\&R}}^2} \quad \dots \dots \text{สมการที่ 3.5}$$

Gage Evaluation				
Source	StdDev (SD)	Study Var ($6 \times SD$)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0.028170	0.169017	26.45	8.45
Repeatability	0.028170	0.169017	26.45	8.45
Reproducibility	0.000000	0.000000	0.00	0.00
Operators	0.000000	0.000000	0.00	0.00
Part-To-Part	0.102723	0.616336	96.44	30.82
Total Variation	0.106515	0.639090	100.00	31.95

Number of Distinct Categories = 5

ภาพที่ 3.30 แสดงค่า Number of Distinct Categories

(ที่มา : ทักษะด้วยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.30 แสดงค่า Number of Distinct Categories โดยทั่วไปกำหนดเกณฑ์การพิจารณา NDC ต้องมีค่าตั้งแต่ 5 ขึ้นไป จึงจะแสดงได้ว่าเครื่องมือวัดเหมาะสมในการใช้งาน และสามารถสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad NDC = \frac{\sigma_{\text{Part-To-Part}}^2}{\sigma_{\text{Gage R&R}}^2} \dots \text{.....สมการที่ 3.5}$$

$$\text{แทนค่า} \quad NDC = \frac{0.106515}{0.02817}$$

$$NDC = 5.331 \text{ ซึ่งยอมรับได้}$$

8) แสดงค่า %Study Var (%SV) คือ การเบริยนเทียบความผันแปรของกระบวนการ แต่ละส่วนกับความผันแปรทั้งหมด โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.31 และจากตัวอย่างค่า %SV สามารถสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad SV = \frac{\sigma_{\text{Gage R&R}}}{\sigma_{\text{Total}}} \dots \text{.....สมการที่ 3.6}$$

Gage Evaluation					
Source	StdDev (SD)	Study Var ($6 \times SD$)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	
Total Gage R&R	0.028170	0.169017	26.45	8.45	
Repeatability	0.028170	0.169017	26.45	8.45	
Reproducibility	0.000000	0.000000	0.00	0.00	
Operators	0.000000	0.000000	0.00	0.00	
Part-To-Part	0.102723	0.616336	96.44	30.82	
Total Variation	0.106515	0.639090	100.00	31.95	

Number of Distinct Categories = 5

ภาพที่ 3.31 แสดงค่า %Study Var (%SV)

(ที่มา : ทักษะด้ายและการวัด, 2567)

จากภาพที่ 3.31 แสดงค่า %Study Var (%SV) เปรียบเทียบความผันแปรของกระบวนการแต่ละส่วนกับความผันแปรทั้งหมด และสามารถสามารถเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad SV = 1.41 \times \frac{\sigma_{Gage R\&R}}{\sigma_{Total}} \quad \dots \text{จากสมการที่ 3.6}$$

แทนค่า	SV	=	$1.41 \times \frac{0.028170}{0.106515}$
	SV	=	0.26447 หรือร้อยละ 26.45

9) แสดงค่า %Tolerance (SV/Toler) หรือ P/T Ratio (Precision to Tolerance Ratio) คือ เปรียบเทียบ ความผันแปรของกระบวนการแต่ละส่วน กับค่าพิจารณาความเพื่อของขนาด (Tolerance) จากตัวอย่างจะมีค่า P/T Ratio ดังนี้

$$\text{จากสูตร} \quad \%P/T = \frac{6 * \sigma_{Gage R\&R}}{Tolerance} \quad \dots \text{สมการที่ 3.7}$$

ทั่วไปกำหนดเกณฑ์การพิจารณาค่า %P/T Ratio ดังนี้ ร้อยละ 0 ถึง 10 อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องยอมรับได้ ร้อยละ 10 ถึง 30 อาจจะยอมรับได้ และมากกว่าร้อยละ 30 ไม่สามารถยอมรับได้ โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.32

Gage Evaluation					
Source	StdDev (SD)	Study Var ($6 \times SD$)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)	
Total Gage R&R	0.028170	0.169017	26.45	8.45	
Repeatability	0.028170	0.169017	26.45	8.45	
Reproducibility	0.000000	0.000000	0.00	0.00	
Operators	0.000000	0.000000	0.00	0.00	
Part-To-Part	0.102723	0.616336	96.44	30.82	
Total Variation	0.106515	0.639090	100.00	31.95	

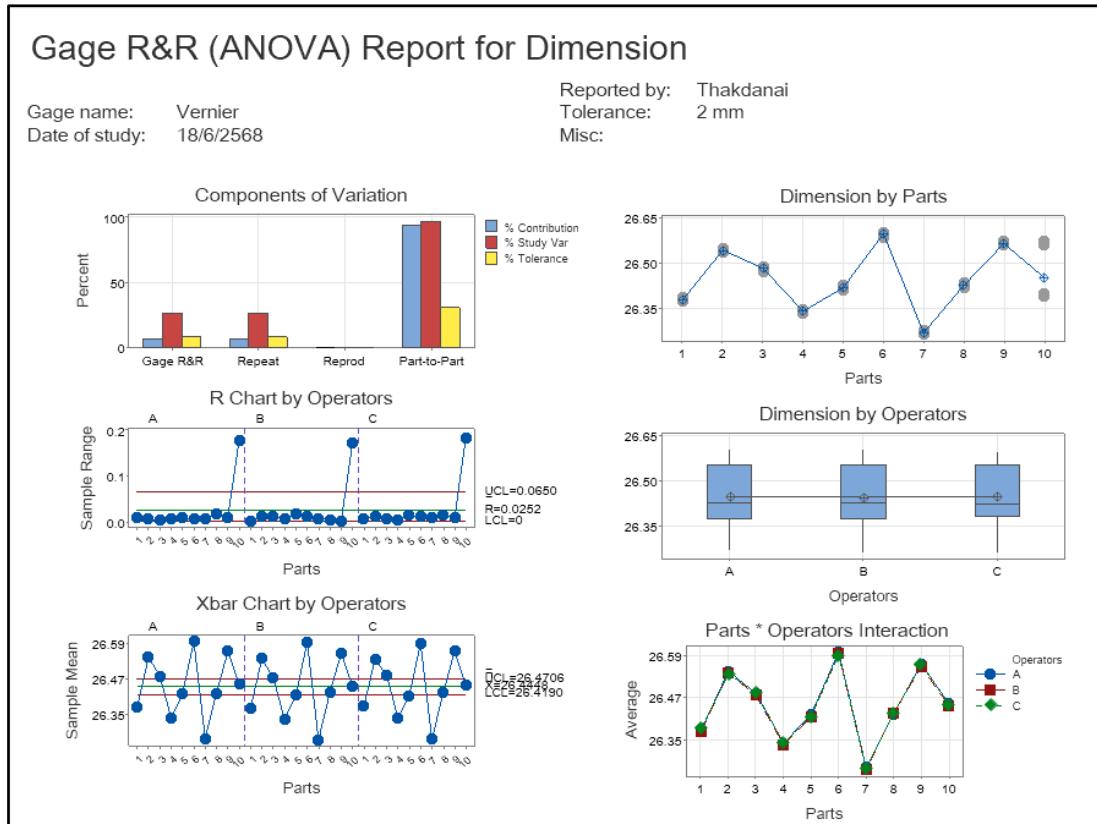
Number of Distinct Categories = 5

ภาพที่ 3.32 แสดงค่า %Tolerance (SV/Toler)
(ที่มา : ทักษะดัชนีและภาควิช, 2567)

จากภาพที่ 3.32 แสดงค่า %Tolerance (SV/Toler) เปรียบเทียบ ความผันแปรของกระบวนการแต่ละส่วน กับค่าพิกัดความเพื่อของขนาด และสามารถสามารถเปลี่ยนสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร} \quad \%P/T &= \frac{6 * \sigma_{\text{Gage R\&R}}}{\text{Tolerance}} && \dots \text{จากสมการที่ 3.7} \\ \text{แทนค่า} \quad \%P/T &= \frac{\frac{6 * 0.028170}{2}}{0.106515} \\ \%P/T &= 0.8451 \text{ หรือร้อยละ } 8.45 \text{ ซึ่งยอมรับได้} \end{aligned}$$

10) Gage R&R (ANOVA) Report for Dimension เป็นหน้ารายงานที่สรุปผลการวิเคราะห์ Gage R&R ทั้งหมดในรูปแบบกราฟิก เพื่อให้ง่ายต่อการตีความและเห็นภาพรวมของแหล่งที่มาของความผันแปรได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะแสดงในภาพที่ 3.33



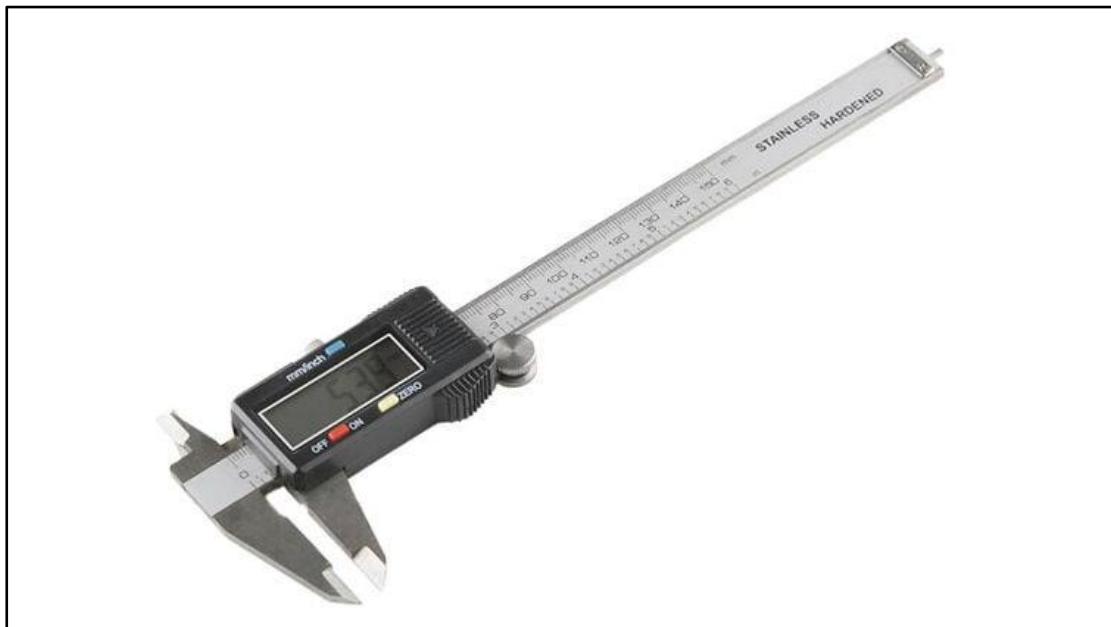
ภาพที่ 3.33 แสดงผลการวิเคราะห์ Gage R&R (ANOVA) Report for Dimension

(ที่มา : ทักษะด้วยและภาควิช, 2567)

จากภาพที่ 3.33 ผลการวิเคราะห์ Gage R&R ด้วยวิธี ANOVA สำหรับการวัดขนาดลูกชิ้นด้วยเวอร์เนียคลิปเปอร์ แสดงให้เห็นว่าความแปรปรวนหลักมาจากการความแตกต่างระหว่างชิ้นงาน (Part-to-Part Variation) ซึ่งมีค่าสัดส่วนร้อยละ 93.01 ของความแปรปรวนทั้งหมด ขณะที่ค่าความแปรปรวนจากการระบบการวัด (Total Gage R&R) อยู่ที่ร้อยละ 6.99 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 10 ตามข้อกำหนดของ AIAG แสดงให้เห็นว่าระบบการวัดมีความแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้สำหรับการควบคุมกระบวนการ

สรุปผลการทดสอบ ANOVA พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างผู้ปฏิบัติงาน ($P = 0.854$) และไม่มีอิทธิพลร่วมระหว่างชิ้นงานกับผู้ปฏิบัติงาน ($P = 1.000$) นอกจากนี้ระบบการวัดยังสามารถแยกแยะความแตกต่างของชิ้นงานได้ 5 ระดับ ($NDC = 5$) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เมื่อผลการวิเคราะห์ยืนยันว่าระบบการวัดมีความน่าเชื่อถือ ผู้วิจัยจึงได้นำระบบการวัดนี้ไปใช้กับข้อมูลเพื่อกำหนดขนาดมาตรฐานของลูกชิ้นในหัวข้อถัดไป

ในการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ระบบการวัดแบบตัวแปร ผู้วิจัยได้จัดทำเครื่องมือวัด เวอร์เนียคลิปเปอร์ดิจิตัล มาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นปลา ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดพื้นฐานที่มีความเหมาะสมกับบริบทของโรงงานกรณีศึกษา โดยเครื่องมือที่ใช้แสดงดังภาพที่ 3.34 และมีคุณสมบัติจำเพาะ โดยทั่วไปดังตารางที่ 3.9



ภาพที่ 3.34 เวอร์เนียคลิปเปอร์ที่ใช้ในการทดสอบ
(ที่มา : Digi-Key, 2568)

จากภาพที่ 3.34 ซึ่งแสดง เวอร์เนียคลิปเปอร์ดิจิตัล รุ่น TOL-10997 จากผู้ผลิต Spark Fun Electronics ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยได้จัดมาจากการซื้อต่อถืออย่าง Digi-Key เพื่อใช้เป็นเครื่องมือวัดหลักในการเก็บข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นปลา การตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือวัดที่มีหน้าจอแสดงผลแบบดิจิตัลนี้มีเหตุผลสำคัญ 2 ประการคือ เพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากการอ่านค่าสเกลแบบอนาล็อก และเพื่อให้สอดคล้องกับทักษะของผู้ปฏิบัติงานในบริษัทกรณีศึกษาซึ่งไม่มีความคุ้นเคยกับการอ่านค่าจากเวอร์เนียคลิปเปอร์แบบอนาล็อก แม้ว่าการประเมินเครื่องมือวัดที่สมบูรณ์จะครอบคลุมถึง ความเอนเอียง (Bias), ความเป็นเส้น直 (Linearity), และเสถียรภาพ (Stability) ซึ่งต้องอาศัยการสอบเทียบ แต่หัวใจสำคัญของงานวิจัยนี้คือ การประเมินระบบการวัดโดยรวม ซึ่งผลการวิเคราะห์ Gage R&R ได้ยืนยันแล้วว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอ โดยคุณสมบัติจำเพาะของเวอร์เนียคลิปเปอร์ที่ใช้ แสดงดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 คุณสมบัติจำเพาะของเวอร์เนียคลิปเปอร์ที่ใช้

คุณสมบัติ (Specification)	ค่า (Value)
รุ่น	TOL-10997
ผู้ผลิต	SparkFun Electronics
ช่วงการวัด	0 ~ 150 มิลลิเมตร
ความละเอียด	0.01 มิลลิเมตร
ความแม่นยำ	± 0.02 มิลลิเมตร
วัสดุ	สแตนเลสชุบแข็ง

(ที่มา: ทักษะด้านวิศวกรรมและการออกแบบจาก Digi-Key, 2568)

จากตารางที่ 3.9 แสดงคุณสมบัติจำเพาะของเวอร์เนียคลิปเปอร์ดิจิทัลที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งเป็นรุ่น TOL-10997 จากผู้ผลิต SparkFun Electronics โดยมีช่วงการวัด 0-150 มิลลิเมตร และมีความละเอียดในการวัดที่ 0.01 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการตรวจสอบความผันแปรของขนาดลูกชิ้นในกระบวนการผลิต

3.3.5 การกำหนดขนาดมาตรฐานของลูกชิ้น

จากการทดสอบระบบการวัดทั้งในรูปแบบ Attribute และ Variable พบร่วมกับระบบการวัดมีความแม่นยำและเชื่อถือได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐาน AIAG โดยค่าร้อยละของ Gage R&R มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 10 และค่า P-value ของผู้วัดมากกว่า 0.05 แสดงให้เห็นว่าระบบการวัดมีความเสถียร และผู้วัดสามารถให้ผลการตรวจสอบที่สอดคล้องกัน

จากผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมั่นใจในความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ และได้นำระบบการวัดดังกล่าวมาใช้ในการเก็บข้อมูลขนาดของลูกชิ้นที่ได้มาตรฐาน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการผลิตในขั้นตอนถัดไป

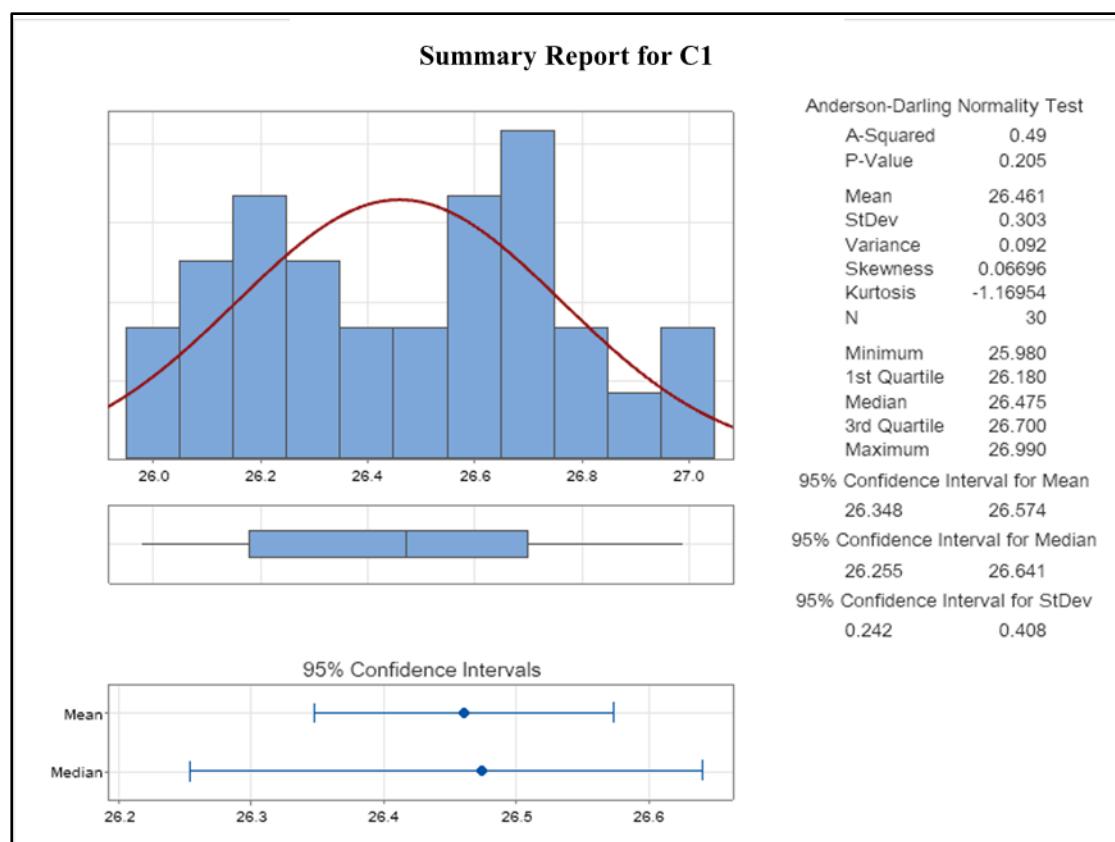
ลูกชิ้นที่ได้มาตรฐานการมีลักษณะเป็นทรงกลมสมบูรณ์ ไม่มีความบิดเบี้ยวหรือผิดรูป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่สม่ำเสมอ และความมีขนาดที่คงที่ ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป ในการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้มอบหมายให้พนักงานที่ผ่านการทดสอบระบบการวัด ดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างลูกชิ้นจำนวน 30 ตัวอย่างจากกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นลูกชิ้นที่มีลักษณะกลมสมบูรณ์ จากนั้นทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้น โดยใช้เวอร์เนียคลิปเปอร์ โดยผลการวัดแสดงไว้ในตารางที่ 3.10 และแบบฟอร์มนับเต้มในภาคผนวก ก-20

ตารางที่ 3.10 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ข้อมาตรฐาน

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ขนาดลูกชิ้นปลา	26.25	26.41	26.59	26.35	26.15	26.98	26.33	25.98	26.15	26.78
ลำดับที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ขนาดลูกชิ้นปลา	26.01	26.19	26.27	26.99	26.07	26.70	26.48	26.70	26.60	26.60
ลำดับที่	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ขนาดลูกชิ้นปลา	26.92	26.06	26.70	26.71	26.11	26.83	26.61	26.65	26.47	26.19

(ที่มา : ทักษะด้วยและภาวิช, 2567)

จากตารางที่ 3.10 เป็นผลการวัดขนาดลูกชิ้นจากการสุ่มตัวอย่าง 30 ชิ้น และบันทึกข้อมูลเพื่อนำมาสร้างรายงานสรุปเชิงกราฟ Graphical Summary ของขนาดลูกชิ้นปลา แสดงดังภาพที่ 3.35

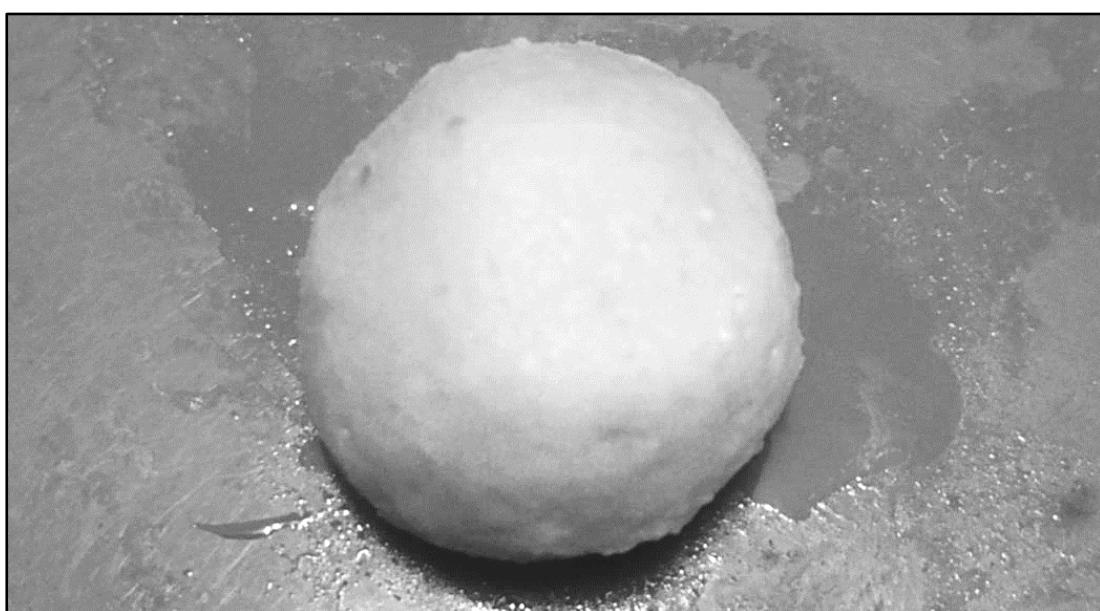


ภาพที่ 3.35 รายงานสรุปเชิงกราฟ Graphical Summary ของขนาดลูกชิ้นปลา
(ที่มา : ทักษะด้วยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.35 ซึ่งแสดงรายงานสรุปเชิงกราฟของข้อมูลขนาดลูกชิ้นตัวอย่าง 30 ชิ้น พบว่า ข้อมูลมีค่าเฉลี่ย อุณหภูมิที่ 26.46 มิลลิเมตร และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.303 มิลลิเมตร ที่สำคัญที่สุดคือ ผลการทดสอบการแจกแจงแบบปกติด้วยวิธี Anderson-Darling Normality Test ให้ค่า P-Value เท่ากับ 0.205 ซึ่งสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 อย่างชัดเจน ผลลัพธ์นี้เป็นข้อพิสูจน์ทางสถิติ ว่า ข้อมูลขนาดลูกชิ้นมีการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเป็นข้อสมมติฐานที่สำคัญและทำให้มั่นใจได้ว่า ข้อมูลชุดนี้มีความน่าเชื่อถือและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการกำหนดเกณฑ์ขนาดที่ยอมรับได้ต่อไป

อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดเกณฑ์ขนาดที่ยอมรับได้ ผู้วัดจะต้องรวมกับทุกฝ่ายโดย พิจารณาจากข้อจำกัดของเครื่องจักรและความต้องการของลูกค้า จนได้ข้อสรุปให้กำหนดช่วงขนาด ที่ยอมรับได้ไว้ที่ ± 2 มิลลิเมตรจากค่าเฉลี่ย หรืออุณหภูมิช่วง 24.46 ถึง 28.46 มิลลิเมตร เพื่อให้ ครอบคลุมความแปรปรวนที่เกิดขึ้นและยังคงรักษาความพึงพอใจของลูกค้าได้

การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานที่ชัดเจนนี้ช่วยให้สามารถตรวจสอบและควบคุมขนาดของ ลูกชิ้นปลาให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแยกแยะ ลูกชิ้นที่มีขนาดเบี่ยงเบนจากมาตรฐานมากเกินไปเพื่อรับปรุงหรือคัดออกจากการกระบวนการผลิต ช่วยลดของเสีย และเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา ลักษณะลูกชิ้นที่ได้ ขนาดตามมาตรฐาน แสดงดังภาพที่ 3.36



ภาพที่ 3.36 แสดงลักษณะลูกชิ้นที่กลมตามกำหนดตามมาตรฐาน

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 3.36 แสดงลักษณะลูกชิ้นที่ก่อนตามกำหนดตามมาตรฐาน ขนาดลูกชิ้นที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 24.46 ถึง 28.46 มิลลิเมตร มีลักษณะกลมสมบูรณ์

จากการวัดขนาดลูกชิ้นตัวอย่างจำนวน 30 ชิ้นจากการบันการผลิต พบว่าลูกชิ้นที่ได้มาตรฐานมีค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 26.46 มิลลิเมตร และมีค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.3034 มิลลิเมตร โดยมีการกำหนดขอบเขตขนาดที่ยอมรับได้ตามการระดมความคิดเห็นร่วมกันระหว่างฝ่ายที่เกี่ยวข้องของบริษัทอยู่ที่ ± 2 มิลลิเมตร จากค่าเฉลี่ย หรือในช่วง 24.46 ถึง 28.46 มิลลิเมตร ซึ่งถือเป็นเกณฑ์มาตรฐานในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

ข้อมูลที่ได้จากการกำหนดขนาดมาตรฐานดังกล่าวจะถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการผลิต เพื่อประเมินว่ากระบวนการในปัจจุบันสามารถผลิตลูกชิ้นให้อยู่ภายใต้ขอบเขตที่กำหนดได้มากน้อยเพียงใด รายละเอียดแสดงในหัวข้อต่อไป

3.3.6 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

จากการกำหนดขนาดมาตรฐานของลูกชิ้นปลาที่ได้จากการบันการผลิตจริง ประกอบกับการทดสอบระบบการวัดทั้งในเชิงคุณลักษณะ และข้อมูลเชิงปริมาณ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบการวัดมีความแม่นยำและมีความน่าเชื่อถืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ผู้วิจัยจึงได้ใช้ข้อมูลดังกล่าวในการประเมินความสามารถของกระบวนการผลิต เพื่อวิเคราะห์ว่ากระบวนการผลิตในปัจจุบันสามารถผลิตลูกชิ้นที่มีคุณภาพอยู่ภายใต้เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดได้มากน้อยเพียงใด

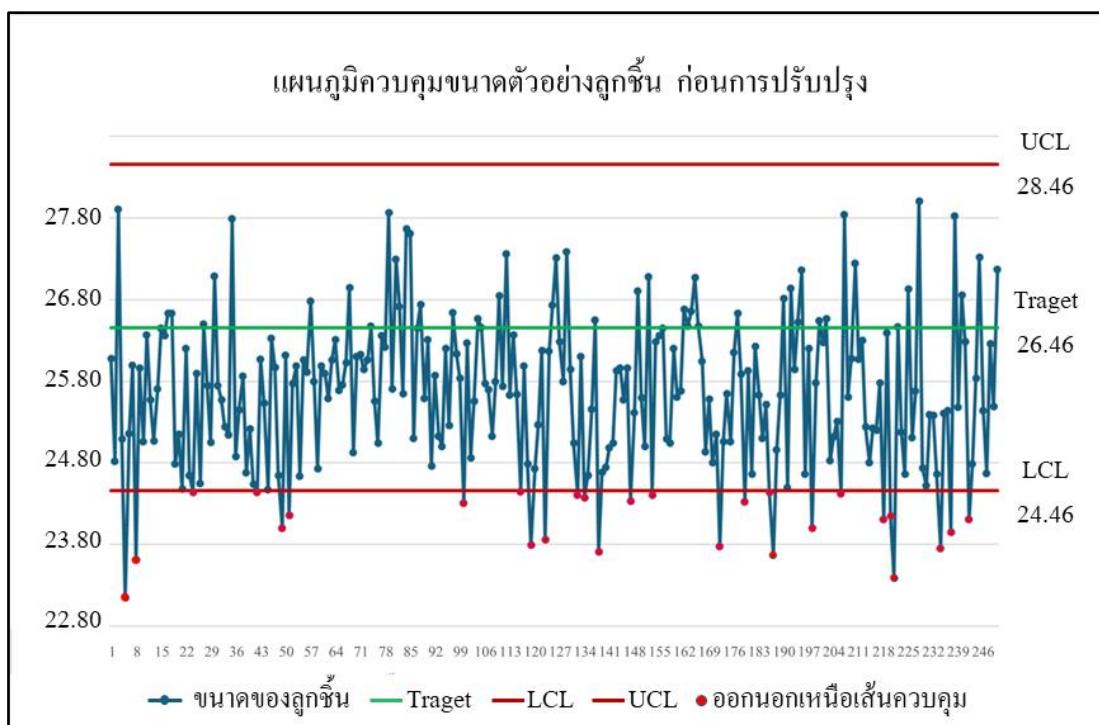
ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากการบันการผลิตจริง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างลูกชิ้นจำนวน 25 กลุ่มตัวอย่าง โดยเก็บวันละ 10 ชิ้นงาน แบ่งเป็นช่วงเวลา เช่น 5 ชิ้น และบ่าย 5 ชิ้น ครอบคลุมช่วงเวลาในการผลิตทั้งหมด 25 วัน เพื่อให้สะท้อนความแปรปรวนของกระบวนการในสภาพการทำงานจริง ลูกชิ้นแต่ละชิ้นถูกวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวน 2 ครั้ง ด้วยเครื่องมือ เวอร์เนียคลิปเปอร์ จากนั้นจึงนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้แทนค่าขนาดจริงของลูกชิ้นแต่ละชิ้น โดยรวมแล้วได้ข้อมูลจำนวน 250 ชุดข้อมูล ข้อมูลที่ได้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเพื่อประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในสภาพปัจจุบัน ก่อนดำเนินการปรับปรุงในขั้นตอนถัดไป ผลการวัดขนาดลูกชิ้นแสดงดังตารางที่ 3.11 และแบบฟอร์มฉบับเต็มในภาคผนวก ก-23

ตารางที่ 3.11 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการ

กู้ม ตัวอย่าง	ค่าที่วัดได้ช่วงเช้า					ค่าที่วัดได้ช่วงบ่าย				
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	ชิ้นที่ 6	ชิ้นที่ 7	ชิ้นที่ 8	ชิ้นที่ 9	ชิ้นที่ 10
1	26.08	24.55	24.16	25.04	26.27	27.31	25.00	26.15	26.28	25.11
2	24.82	26.50	25.77	26.36	24.86	26.29	27.08	26.63	26.57	25.68
3	27.91	25.75	25.99	26.22	25.56	25.8	24.41	25.89	24.83	28.01
4	25.09	25.05	24.64	27.87	26.57	27.39	26.29	24.32	25.12	24.74
5	23.15	27.09	26.06	25.71	26.46	25.95	26.36	25.93	25.31	24.52
6	25.16	25.75	25.91	27.30	25.77	25.04	26.45	24.66	24.42	25.39
7	26.00	25.57	26.78	26.72	25.70	24.41	25.09	26.23	27.84	25.38
8	23.61	25.24	25.80	25.65	25.13	26.10	25.04	25.63	25.61	24.66
9	25.96	25.14	24.73	27.67	25.80	24.37	26.20	25.10	26.08	23.75
10	25.06	27.79	25.99	27.61	26.85	24.65	25.61	25.52	27.25	25.41
11	26.37	24.88	25.90	25.10	25.74	25.46	25.68	24.44	26.07	25.44
12	25.57	25.45	25.59	26.45	27.36	26.55	26.68	23.67	26.30	23.95
13	25.07	25.86	26.06	26.74	25.63	23.71	26.48	24.96	25.24	27.83
14	25.71	24.68	26.31	25.59	26.37	24.69	26.66	25.63	24.80	25.48
15	26.45	25.22	25.69	26.31	25.64	24.75	27.07	26.82	25.23	26.86
16	26.36	24.54	25.76	24.76	24.45	24.99	26.48	24.50	25.20	26.29
17	26.63	24.44	26.03	25.87	25.99	25.04	26.05	26.94	25.78	24.11
18	26.63	26.07	26.95	25.13	24.79	25.93	24.94	25.95	24.11	24.79
19	24.79	25.53	24.93	25.00	23.79	25.96	25.58	26.53	26.39	25.84
20	25.15	24.47	26.10	26.20	24.73	25.57	24.80	27.16	24.15	27.32
21	24.48	26.33	26.13	25.26	25.27	25.96	25.15	24.66	23.39	25.44
22	26.20	25.97	25.95	26.64	26.18	24.33	23.78	26.20	26.47	24.67
23	24.65	24.65	26.06	26.14	23.86	25.42	25.06	24.00	25.18	26.26
24	24.44	24.00	26.48	25.84	26.17	26.91	25.65	25.78	24.66	25.49
25	25.90	26.12	25.56	24.31	26.73	25.60	25.06	26.54	26.93	27.17

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิเคราะห์, 2567)

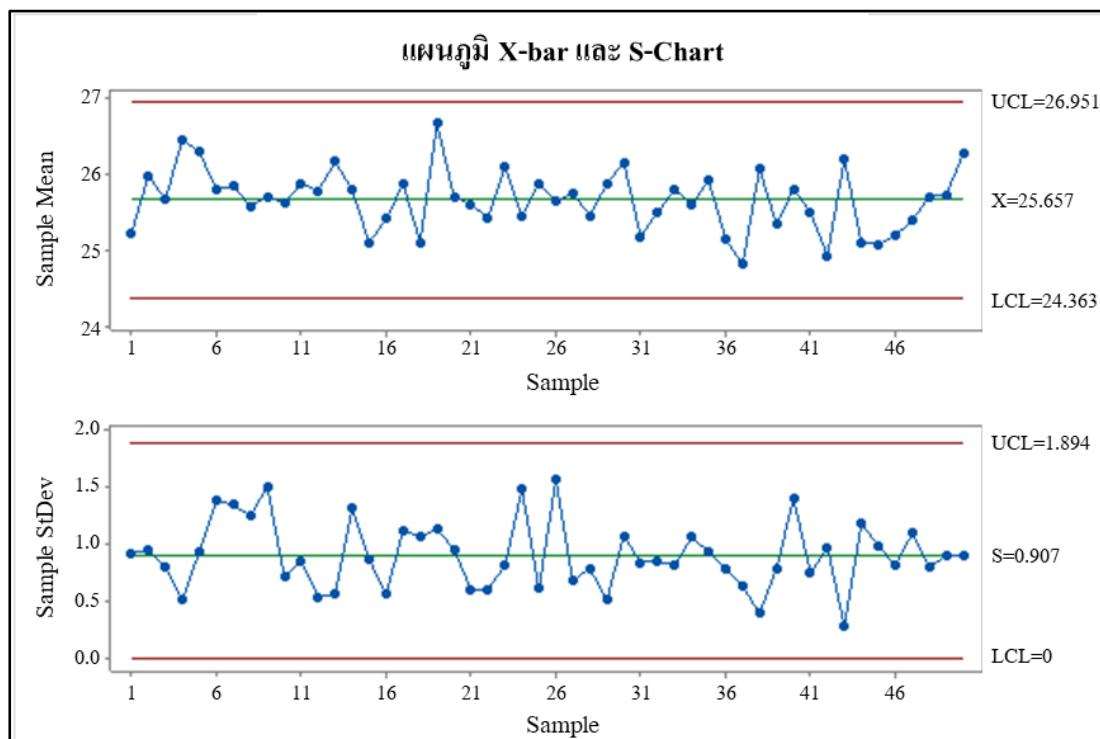
จากตารางที่ 3.10 ซึ่งเป็นข้อมูลขนาดของลูกชิ้นที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 25 กลุ่ม ตัวอย่าง และวัดค่าเบอร์เนียร์คอลิปเปอร์แล้วนั้น ข้อมูลดิบชุดนี้จะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนต่อไป คือ การประเมินสภาพของกระบวนการในปัจจุบัน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลมาสร้างเป็น แผนภูมิควบคุม ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่ทรงพลังในการตรวจสอบว่ากระบวนการมีความเสถียรหรือไม่ แผนภูมนี้จะช่วยให้เรามองเห็นภาพความผันแปรที่เกิดขึ้นตามลำดับเวลา และสามารถจำแนกได้ว่า ความผันแปรที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพียง "ความผันแปรตามธรรมชาติของระบบ" หรือเกิดจาก "สาเหตุที่ผิดปกติ" ที่ต้องรีบเข้าไปแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้จะใช้เป็นส่วนฐาน เพื่อเบริญเทียบกับผลหลังการปรับปรุงต่อไป โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3.37



ภาพที่ 3.37 แผนภูมิควบคุมขนาดของลูกชิ้น ก่อนปรับปรุง
(ที่มา : ทักษิณย์และวิวัฒน์, 2567)

จากภาพที่ 3.37 แสดงแผนภูมิควบคุม ของขนาดลูกชิ้นปลา โดยข้อมูลจากตารางที่ 3.10 และ 3.11 พบว่ามีจุดข้อมูลจำนวนทั้งสิ้น 27 จุด ที่อยู่นอกเหนือขีดจำกัดการควบคุมด้านล่าง LCL ซึ่งแสดงถึงความแปรปรวนในกระบวนการผลิตที่ไม่อยู่ภายใต้การควบคุมการที่จุดข้อมูลทั้งหมดหลุดออกนอก LCL โดยไม่พบจุดที่หลุดออกนอกขีดจำกัดด้านบน UCL สะท้อนให้เห็นว่า กระบวนการผลิตนั้นมีแนวโน้มที่จะผลิตลูกชิ้นที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานที่บริษัทกำหนด

ดังนั้น เพื่อให้เข้าใจลักษณะของความผันแปรได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเนื่องจากข้อมูลถูกเก็บมาในรูปแบบกลุ่มตัวอย่าง จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ต่อด้วยแผนภูมิ X-bar และ S-Chart ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลประเภทนี้มากกว่า โดยผลการวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิที่เหมาะสมยิ่งขึ้นนี้ แสดงดังภาพที่ 3.38



ภาพที่ 3.38 แผนภูมิ X-bar และ S-Chart ก่อนปรับปรุง
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวนิช, 2567)

จากภาพที่ 3.38 แผนภูมิ X-bar และ S-Chart ก่อนปรับปรุง ยืนยันว่ากระบวนการอยู่ในสภาพที่ควบคุมได้ทางสถิติ ซึ่งหมายความว่ากระบวนการกำลัง "ผลิตของเสียออกมาน้อย" และสรุปได้ว่าเป็นกระบวนการที่ "มีความเสถียร แต่ไม่มีความสามารถ" ดังนั้น บทวิเคราะห์นี้จึงเป็นหลักฐานทางสถิติที่สำคัญซึ่งยืนยันว่า การจะลดของเสียได้อย่างยั่งยืนจำเป็นต้องทำการปรับปรุงที่ตัวระบบโดยตรง ไม่ใช่การแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ในลำดับต่อไป

หลังจากที่ได้ยืนยันว่ากระบวนการผลิตอยู่ในสภาพที่ควบคุมได้ทางสถิติแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการประเมินว่ากระบวนการนี้มี ความสามารถในการผลิตสินค้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลจากตารางที่ 3.10 และ 3.11 มาทำการ วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการเพื่อคำนวณหาค่าดังนี้ C_p ซึ่งใช้วัดศักยภาพของกระบวนการและ C_{pk} ซึ่งใช้วัดสมรรถนะที่แท้จริง โดยคำนึงถึงค่าเฉลี่ยของกระบวนการ โดยดังนี้ทั้งสองเป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อบ่งชี้ความสามารถในการตอบสนองต่อข้อกำหนดทางเทคนิค ซึ่งมีขั้นตอนการคำนวณโดยละเอียดดังนี้

คำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X})

จากสูตร	\bar{X}	=	$\frac{\sum x_i}{n}$จากสมการที่ 2.1
กำหนดให้	x_i	=	ค่าขนาดลูกชิ้นแต่ละตัว	
	n	=	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	
แทนค่า	\bar{X}	=	$\frac{6411.84}{250}$	
	\bar{X}	=	25.65 มิลลิเมตร	

คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S)

จากสูตร	S	=	$\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$จากสมการที่ 2.2
กำหนดให้	S	=	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	x_i	=	ค่าขนาดลูกชิ้นแต่ละตัว	
	\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ย ของข้อมูล (Mean)	
	n	=	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	
แทนค่า	S	=	0.929035	

คำนวณค่า C_p เป็นค่าที่บ่งบอกว่ากระบวนการสามารถผลิตชิ้นงานให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้หรือไม่ โดยไม่สนใจว่ากระบวนการเบี่ยงเบนจากค่ากลางหรือไม่ โดยสูตรคำนวณดังนี้

จากสูตร	C_p	=	$\frac{USL - LSL}{6 * \sigma_{st}}$จากสมการที่ 2.3
แทนค่า	C_p	=	$\frac{28.46 - 24.46}{6 * 0.929035}$	
	C_p	=	0.72	

คำนวณค่า C_{pl} เป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถของกระบวนการในด้านล่าง ว่าสามารถผลิตสินค้าได้เหนือ LSL หรือไม่

สูตร	$C_{pl} = \frac{\text{Mean}-\text{LSL}}{3*\sigma_{st}}$จากสมการที่ 2.4
แทนค่า	$C_{pl} = \frac{25.66-24.46}{3*0.929035}$	
	$C_{pl} = 0.43$	

คำนวณค่า C_{pu} เป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถของกระบวนการในด้านบน ว่าสามารถผลิตสินค้าได้มากกว่า USL หรือไม่

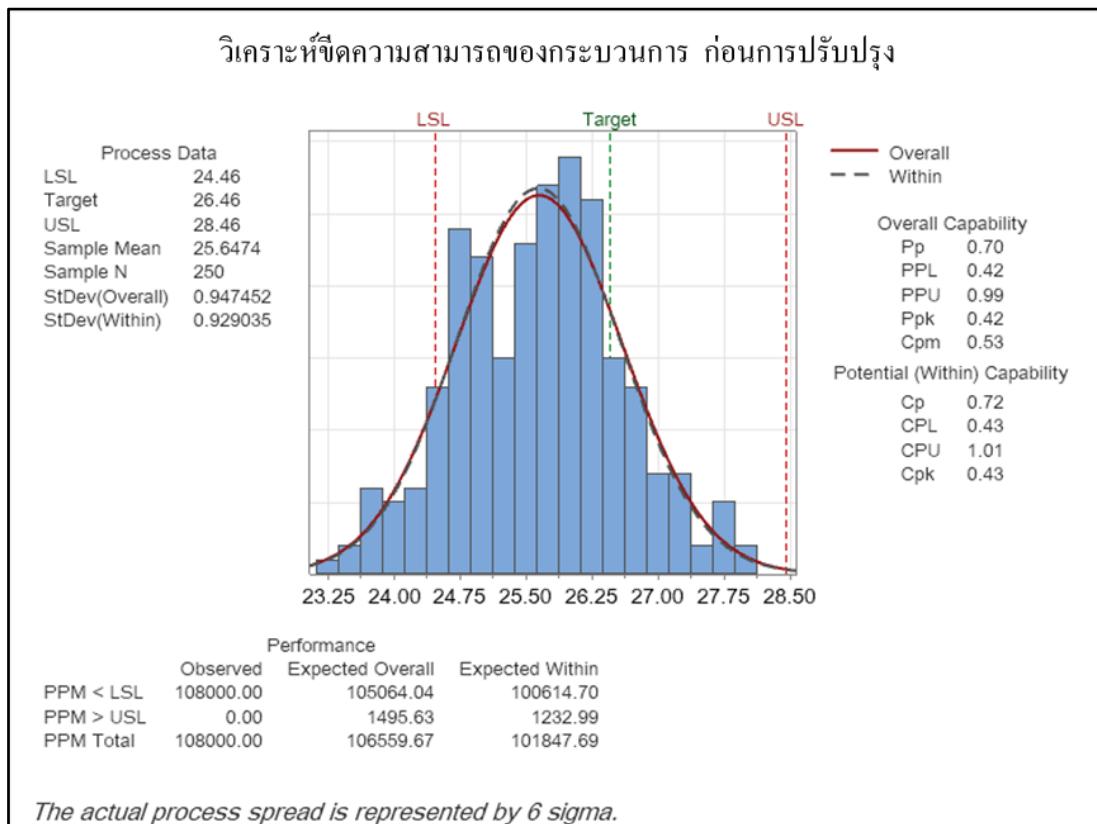
จากสูตร	$C_{pu} = \frac{\text{USL}-\text{Mean}}{3*\sigma_{st}}$จากสมการที่ 2.5
แทนค่า	$C_{pu} = \frac{28.46-25.66}{3*0.929035}$	
	$C_{pu} = 1.01$	

คำนวณค่า C_{pk} บ่งบอกถึงความสามารถของกระบวนการโดยพิจารณาว่าค่ากลางของกระบวนการเบี่ยงเบนจากจุดกึ่งกลางของขอบเขตที่กำหนดหรือไม่

จากสูตร	$C_{pk} = \text{minimum}\{C_{pl}, C_{pu}\}$จากสมการที่ 2.6
แทนค่า	$C_{pk} = \text{minimum}\{0.43, 1.01\}$	
	$C_{pk} = 0.43$	

จากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ซึ่งนำค่าที่ได้มาแปลผลเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานสากล (ตารางที่ 2.5 และ 2.6) สามารถประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการได้ดังนี้ ด้านศักยภาพของกระบวนการมีค่า C_p เท่ากับ 0.72 และ C_{pk} เท่ากับ 0.43 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ "ไม่มีความสามารถ" บ่งชี้ว่ากระบวนการมีความผันแปรสูงและมีค่าเฉลี่ยที่เบี่ยงเบนออกจากเป้าหมายอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาถึง สมรรถนะโดยรวม ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพจริงในระยะยาวพบว่าค่า P_p เท่ากับ 0.70 และ P_{pk} เท่ากับ 0.42 ซึ่งมีค่าต่ำและใกล้เคียงกับค่า C_p และ C_{pk} เป็นการยืนยันเพิ่มเติมว่ากระบวนการมีความสามารถต่อไปอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ ค่าดัชนี C_{pm} ที่เท่ากับ 0.53 ยังชี้ชัดว่ากระบวนการเบี่ยงเบนออกจากค่าเป้าหมาย ที่ต้องการ ไปมาก ดังนั้น การวิเคราะห์จึงสรุปได้อย่างชัดเจนว่ากระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงมีประสิทธิภาพต่ำในทุกมิติและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

นอกเหนือจากการคำนวณค่าดัชนีด้วยตนเองแล้ว เพื่อให้การวิเคราะห์มีความสมบูรณ์และเห็นภาพการกระจายตัวของข้อมูลเทียบกับค่ากำหนดอย่างชัดเจน ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากตารางที่ 2.6 และ 2.7 ไปประมวลผลด้วยโปรแกรม Minitab เพื่อสร้างรายงานการวิเคราะห์ปัจจุบันความสามารถของกระบวนการแสดงดังภาพที่ 3.39



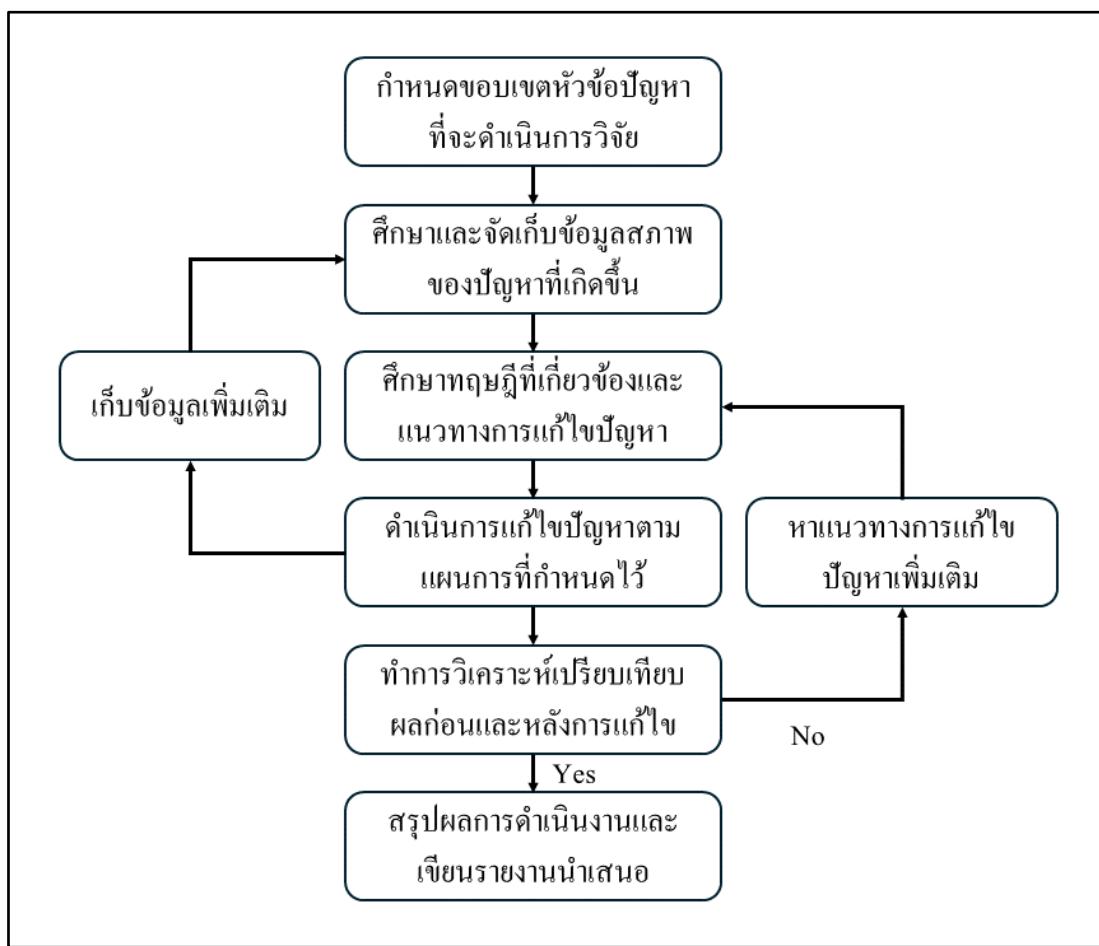
ภาพที่ 3.39 การวิเคราะห์ค่า C_p และ C_{pk} จาก Process Capability Report

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิเคราะห์, 2567)

จากภาพที่ 3.39 ข้อมูลขนาดลูกชิ้นจำนวน 250 ตัวอย่างถูกนำมาวิเคราะห์โดยโปรแกรม Minitab ผลการวิเคราะห์พบว่ากระบวนการมีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการระยะสั้น (C_{pk}) เท่ากับ 0.43 และมีค่าดัชนีสมรรถนะของกระบวนการโดยรวม (P_{pk}) เท่ากับ 0.42 ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าปัญหาหลักของกระบวนการเกิดจากความผันผวนที่สูงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งค่าดังกล่าวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับ ($C_{pk} > 1.33$) อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้จากการเก็บตัวอย่างพบของเสียงเกิดขึ้นจริง (Observed PPM) สูงถึง 108,000 ชิ้นในล้านชิ้น และมีค่าคาดการณ์ของเสียง (Expected Overall PPM) ที่ 106,559.67 ชิ้นในล้านชิ้น แสดงถึงกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงมีเสียงรบกวนมาก

3.4 แผนการดำเนินงานวิจัย

ผู้จัดทำวิจัยได้ทำการกำหนดแผนงานด้านการดำเนินงานวิจัย ได้มีการวางแผนของเบตงของการศึกษา การเก็บข้อมูล การค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อการกำหนดเป้าหมายของการแก้ปัญหาให้เป็นไปในทิศทางที่ richtig โดยได้มีการเขียนแผนผังการไหลของแผนงานการวิจัยซึ่งแสดงในแผนภาพที่ 3.40



ภาพที่ 3.40 แสดงแผนการดำเนินงานในขั้นตอนการทำวิจัย

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิจัย, 2567)

จากภาพที่ 3.40 แสดงแผนการวิจัยเริ่มต้นจากการกำหนดขอบเขตปัญหา รวบรวมข้อมูล และศึกษาทฤษฎีเพื่อหาแนวทางแก้ไข จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติตามแผนและวิเคราะห์เปรียบเทียบผลลัพธ์ โดยมีกระบวนการข้อนกลับเพื่อปรับปรุงแผนหรือหาแนวทางใหม่หากผลลัพธ์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ จนกระทั่งประสบความสำเร็จในสิ่งที่ต้องการ

3.5 สรุปประจำบทที่ 3

จากการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาในบทนี้ สามารถสรุปประเด็นสำคัญที่นำไปสู่การปรับปรุงในบทต่อไปได้ดังนี้ในเบื้องต้น การวิเคราะห์ด้วย แผนภาพสายชาร์แท่งคุณค่า (VSM) ได้ชี้ชัดว่า ขั้นตอนการปั้นลูกชิ้นปลา เป็นปัญหาของวุฒิลักษณะ สายการผลิต โดยมีเวลาที่ไม่สร้างคุณค่า สูงถึงร้อยละ 68.34 ของเวลา rob ของการทำงานทั้งหมด เมื่อเจาะลึกในปัญหาด้านคุณภาพ จากการเก็บข้อมูลของเสียงเป็นระยะเวลา 6 เดือน พบว่ามีอัตราของเสียงเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 3.03 และเมื่อวิเคราะห์ด้วย แผนภูมิพาราโต ก็ได้ยืนยันว่าปัญหาหลักคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึง ร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมด

ก่อนที่จะดำเนินการวิเคราะห์ในเชิงลึก ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความน่าเชื่อถือของระบบการวัด (MSA) เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่ใช้นั้นถูกต้อง โดยผลการทดสอบระบบการตรวจสอบคุณภาพ (Attribute Gage R&R) พบว่ามีความสอดคล้องในระดับที่ยอมรับได้ แต่ยังคงมีความเสียงจากความแตกต่างของผู้ประเมิน ในขณะที่ผลการทดสอบระบบการวัดคุณภาพเรอร์เนียคัลป์เปอร์ (Variable Gage R&R) ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความน่าเชื่อถือและเหมาะสม (%GRR = 6.99%, NDC = 5) จึงได้นำระบบการวัดนี้ไปใช้กำหนดขนาดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ที่ 24.46 – 28.46 มิลลิเมตร

หัวใจสำคัญของการวิเคราะห์ในบทนี้คือการประเมินสภาพของกระบวนการด้วยแผนภูมิควบคุม ซึ่งผลจาก แผนภูมิ X-bar และ S-Chart ได้ให้ข้อสรุปที่ชัดเจนว่ากระบวนการผลิตอยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้ทางสถิติ ซึ่งหมายความว่ากระบวนการกำลัง “ผลิตของเสียงออกมาอย่างสม่ำเสมอ” และมีสภาพเป็นกระบวนการที่ “มีความเสถียร แต่ไม่มีความสามารถ” (Stable but Not Capable) ข้อสรุปนี้ได้รับการยืนยันเชิงปริมาณจากการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ซึ่งให้ค่าดัชนี C_{pk} เพียง 0.43 และ P_{pk} ที่ 0.42 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ข้อมูลทั้งหมดในบทนี้จึงได้นิยามและวัดขนาดของปัญหาไว้อย่างชัดเจนแล้วว่า ปัญหาหลักคือกระบวนการปั้นลูกชิ้นที่ไม่มีความสามารถในการผลิตลูกชิ้นให้ได้ขนาดตามข้อกำหนด ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญที่ต้องดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุรากของปัญหา (Analyze Phase) ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดในบทที่ 4 ต่อไป

บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

4.1 บทนำ

จากการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในบทที่ 3 พบว่าปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อกุณภาพของผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลาคือการเกิดของเสียงประกายลูกชิ้นไม่กลม ซึ่งมีสัดส่วนมากถึงร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมดในสายการผลิต โดยสาเหตุส่วนใหญ่เกิดขึ้นในกระบวนการบันลูกชิ้นด้วยเครื่องปั้นอัตโนมัติ ซึ่งมีทั้งปัจจัยด้านเครื่องจักร การทำงานของพนักงาน วิธีการควบคุม รวมถึงระบบการตรวจสอบที่ยังขาดความแม่นยำ

เพื่อให้สามารถลดของเสียงได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยในบทนี้จึงมุ่งเน้นการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเชิงลึกด้วยเครื่องมือคุณภาพ เช่น Why-Why Analysis และ FMEA เพื่อจำแนกปัจจัยวิกฤตที่ควรได้รับการปรับปรุง จากนั้นจึงดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตตามหลักการของระบบการผลิตแบบลีน ได้แก่ MUDA และ ECRS พร้อมทั้งออกแบบอุปกรณ์คัดแยกและพัฒนาระบบการวัดให้แม่นยำยิ่งขึ้น

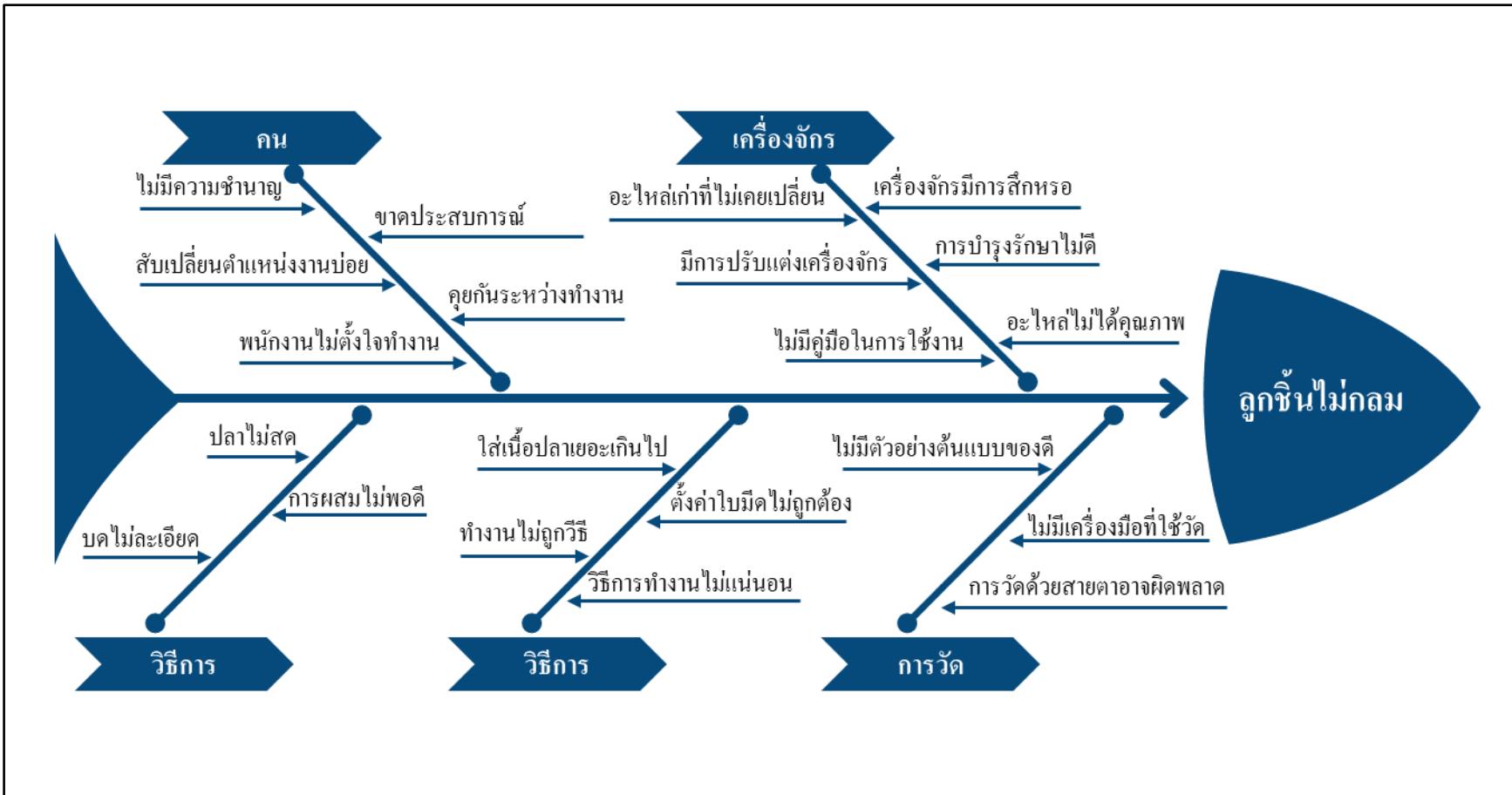
สุดท้าย บทนี้จะนำเสนอการเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ โดยใช้ดัชนีชี้วัดที่ชัดเจน เช่น อัตราของเสียง ค่าความสามารถของกระบวนการ และแผนภูมิควบคุม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการปรับปรุงที่ได้ดำเนินการในงานวิจัยนี้

4.2 การวิเคราะห์ผล

เพื่อให้สามารถกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิต ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในเชิงลึก โดยเฉพาะในกระบวนการบันลูกชิ้น ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่าเป็นแหล่งกำเนิดของเสียงที่สำคัญและต่อเนื่องมากที่สุด การวิเคราะห์ในส่วนนี้ใช้เครื่องมือคุณภาพ เพื่อค้นหาต้นตอของปัญหาที่แท้จริง โดยพิจารณาตามกลุ่มปัจจัยหลัก 5 ประการ ได้แก่ คน, เครื่องจักร, วัสดุคง, วิธีการ และการวัด

4.2.1 การจัดเตรียมวิธีการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิพาราโตในบทที่ 3 พบว่าปัญหาหลักคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ร่วมสมองร่วมกับทีมงานโดยใช้หลักการ “3 จริง” เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาดังกล่าว และได้นำผลการวิเคราะห์มาจัดทำเป็นแผนผังกำลังปลาเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุต่างๆ ดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนผังกำกับการแสดงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดลูกชิ้นไม่ก่อม
(ที่มา : ทักษะด้านยกระดับ, 2568)

จากภาพที่ 4.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาลูกชิ้นไม่กลม พบว่ามี 5 ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบ ได้แก่ คน, เครื่องจักร, วัตถุคิบ, วิธีการ และการวัดผล ซึ่งเป็นกรอบการวิเคราะห์ตามหลักการ 5M ที่ช่วยให้สามารถจำแนกสาเหตุได้อย่างครอบคลุม (Heumann & Schomaker, 2016) โดยแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์กันโดยตรง ปัจจัยด้าน คน เกิดจากพนักงานขาดทักษะ มีการเปลี่ยนตำแหน่งบ่อย ขาดสมาร์ต และการสื่อสารที่ไม่ดี ส่งผลให้การควบคุมกระบวนการผลิตไม่สม่ำเสมอ ด้าน เครื่องจักร พบว่ามีการล็อกหรือ ขาดการบำรุงรักษา และไม่มีแนวทางการตั้งค่าที่ชัดเจน ซึ่งส่งผลทำให้ลูกชิ้นปลาไม่กลม ด้าน วัตถุคิบ ปลามีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ บดไม่ละเอียด หรือผสมไม่พอตี ส่งผลต่อเนื้อสัมผัสของลูกชิ้น ด้าน วิธีการ ขาดมาตรฐานที่แน่นอน มีการตั้งค่าส่วนผสมและอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ทำให้ลูกชิ้นเสียรูปและขนาดไม่สม่ำเสมอ และสุดท้าย ด้าน การวัดผล ขาดการวัดที่มีความแม่นยำและการกำหนดตัวอย่างของเดียวที่เป็นมาตรฐาน อีกทั้งยังขาดเครื่องมือที่ใช้ในการวัดคุณภาพของลูกชิ้นอย่างเฉพาะเจาะจง (กาญจนากาญจนสุนทร, 2559) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ล้วนส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต และการสูญเสียทรัพยากรจากปัจจัยหลักดังต่อไปนี้

4.2.1.1 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้านคน

- (1) พนักงานบางคน ไม่มีความชำนาญในการทำงานที่ที่ได้รับผิดชอบ
- (2) พนักงานบางคนขาดประสบการณ์ในการทำงาน ขาดทักษะ
- (3) พนักงานสับเปลี่ยนตำแหน่งในการทำงานบ่อยครั้ง การหมุนเวียนตำแหน่งงานโดยไม่มีการฝึกอบรมที่เพียงพอ ทำให้พนักงานใหม่ไม่มีเวลาฝึกฝนทักษะ
- (4) พนักงานมีการพูดคุยระหว่างการทำงาน ทำละเลยในการทำงาน
- (5) พนักงานไม่ตั้งใจทำงาน ทำให้ข้ามบางขั้นตอนที่สำคัญ

4.2.1.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาทางด้านเครื่องจักร

- (1) เครื่องปั้นลูกชิ้นปลาอัตโนมัติมีอะไหล่บางชิ้นส่วน ที่ยังไม่ได้บำรุงรักษาอย่างเหลือที่เสื่อมสภาพ ทำให้เครื่องจักรทำงานผิดปกติ
- (2) เครื่องปั้นลูกชิ้นปลาอัตโนมัติเกิดการล็อกหรือจากการทำงานโดยไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ
- (3) มีการปรับเปลี่ยนคัดแปลงเครื่องปั้นลูกชิ้นปลาอัตโนมัติ การตั้งค่าไม่ถูกต้องทำให้ลูกชิ้นออกมากมีขนาดไม่สม่ำเสมอ

(4) ไม่มีแผนการบำรุงรักษาที่เป็นมาตรฐาน และการละเอียดการบำรุงรักษาให้เครื่องจักรเกิดปัญหาในระหว่างการผลิต

(5) ไม่มีคู่มือในการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ พนักงานอาจไม่ทราบวิธีการใช้งานหรือแก้ไขปัญหาเบื้องต้น ส่งผลต่อคุณภาพของลูกชิ้น

(6) อะไหล่ที่ใช้ในการปรับแต่งเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติไม่มีมาตรฐาน

4.2.1.3 การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านวัตถุคุณภาพ

(1) ปลาที่จัดซื้อเข้ามาเพื่อทำลูกชิ้นปลา ไม่สดใหม่ หากใช้วัตถุคุณภาพที่ไม่สดคุณภาพของเนื้อปลาจะเปลี่ยนไป ทำให้มีผลต่อเนื้อสัมผัสและของลูกชิ้น

(2) ในการผสมวัตถุคุณภาพ หากสัดส่วนของแป้งน้ำและเครื่องปรุงไม่เหมาะสมอาจทำให้เนื้อสัมผัสของลูกชิ้นไม่สมดุล

(3) หากกระบวนการบดไม่ละเอียด อาจทำให้เนื้อลูกชิ้นมีลักษณะหยาบส่งผลต่อรูปร่างของลูกชิ้น

4.2.1.4 การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านการวัด

(1) ไม่มีการกำหนดตัวอย่างมาตรฐานของลูกชิ้นไม่ก่อน ทำให้ต้องประเมินด้วยสายตาและประสบการณ์พนักงาน ส่งผลให้การคัดแยกไม่สม่ำเสมอและควบคุมคุณภาพได้ยาก

(2) ไม่มีเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวัดลูกชิ้นไม่ก่อนโดยเฉพาะ

(3) ใช้การวัดด้วยสายตาอาจจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้

4.2.1.5 การวิเคราะห์พื้นที่ทางด้านวิธีการ

(1) การใส่เนื้อปลาในปริมาณที่มากเกินไป จะทำให้เกิดแรงดันในกรวยไม่สม่ำเสมอ เนื้อปลาจึงลูกดันออกมากไม่คงที่และลูกตัดในจังหวะที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลให้ลูกชิ้นไม่ก่อน

(2) การตั้งค่าใบมีดของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติไม่ถูกต้อง จะทำให้การตัดเนื้อไม่สมบูรณ์ เกิดลูกชิ้นรูปทรงบิดเบี้ยว มีส่วนเกิน หรือผิวไม่เรียบเนียน

(3) ขั้นตอนการทำงานที่ไม่ถูกต้องและขาดมาตรฐานควบคุมคุณภาพทำให้เกิดความผันแปรในการผลิต ส่งผลให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอ

(4) การผลิตที่ขาดมาตรฐานและแนวทางชัดเจนทำให้พนักงานต้องอาศัยประสบการณ์ส่วนตัว ส่งผลให้ผลผลิตไม่สม่ำเสมอและควบคุมคุณภาพได้ยาก

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแผนผังก้างปลาจะช่วยให้สามารถตรวจสอบและจัดกลุ่มสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการระดมสมองไว้อย่างครอบคลุม แต่สิ่งสำคัญที่ต้องทราบนักคือ สาเหตุทั้งหมดที่ได้มานั้นเป็นข้อความที่บ่งบอกถึงสาเหตุที่แท้จริง ซึ่งเป็นความเสี่ยงอย่างยิ่งและอาจนำไปสู่การล้มเหลวของทรัพยากร เวลา และงบประมาณในการแก้ไขปัญหาที่ไม่ตรงจุด ซึ่งท้ายที่สุดแล้วอาจไม่สามารถจัดปัญหาที่แท้จริงให้หมดไปได้

ดังนั้น ในหัวข้อถัดไปจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งและขาดไม่ได้ในกระบวนการแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพ คือการนำสมมติฐานเหล่านี้ไป ตรวจสอบและยืนยันกับสภาพหน้างานจริง โดยผู้วิจัยได้ใช้เดินทาง หลักการ 3 จริง ซึ่งเป็นประชญาการบริหารจัดการที่มีต้นกำเนิดจากการผลิตแบบโตโยต้า (Ohno, 1988) มาเป็นแนวทางในการดำเนินงาน การดำเนินการตามหลักการนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพิสูจน์ทราบว่าสาเหตุใดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และสาเหตุใดเป็นเพียงการคาดการณ์หรือความคิดเห็น (สราฐพิ แฉล่ม, 2557) เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแนวทางการแก้ไขที่จะกำหนดขึ้นในลำดับต่อไปนั้น ต้องอยู่บนพื้นฐานของข้อเท็จจริงที่ผ่านการพิสูจน์แล้ว และสามารถนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่ต้นต่อได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.2.2 การตรวจสอบความถูกต้องของสาเหตุ

หลังจากที่ได้รับทราบสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากการระดมสมองและจัดทำเป็นแผนผังก้างปลาแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่สำคัญอย่างยิ่งคือการตรวจสอบความถูกต้องของสมมติฐานเหล่านี้ เพื่อให้แน่ใจว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาจะถูกกำหนดขึ้นจากข้อเท็จจริง ไม่ใช้การคาดการณ์ ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการ 3 จริง มาใช้เป็นแนวทางในการลงพื้นที่หน้างาน (Ohno, 1988) เพื่อตรวจสอบยืนยันแต่ละสาเหตุด้วยข้อเท็จจริงจาก สถานที่จริง (สายการผลิต), ของจริง (ชิ้นงานเสีย, สภาพเครื่องจักร) และ สถานการณ์จริง จากการสังเกตการณ์ทำงาน, สัมภาษณ์พนักงาน

กระบวนการตรวจสอบนี้ทำให้สามารถคัดกรองและยืนยันได้ว่าสาเหตุใดเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลิต และสาเหตุใดเป็นเพียงข้อสันนิษฐาน (สราฐพิ แฉล่ม, 2557) ซึ่งผลการตรวจสอบได้ช่วยเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับการวิเคราะห์ และทำให้มั่นใจได้ว่าทรัพยากรจะถูกนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ตรงจุดและมีประสิทธิภาพสูงสุด การให้ความสำคัญกับการพิสูจน์ทราบปัญหา จุดเกิดเหตุนี้ เป็นรากฐานสำคัญที่ช่วยป้องกันการลืมเป็นครั้งคราว ไปกับการแก้ไขปัญหาที่ไม่ตรงจุด และสร้างความมั่นใจให้กับทีมงานก่อนที่จะดำเนินการวิเคราะห์ในเชิงลึกต่อไป โดยผลการตรวจสอบสมมติฐานทั้งหมดสรุปได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจสอบสาเหตุของปัญหา

ปัจจัย (5M)	สาเหตุจากก้างปลา	ตรวจสอบที่หน้างาน	เกิดขึ้นจริง หรือไม่
คน	ไม่มีความชำนาญ	พนักงานใหม่ขาดการฝึก	จริง
	สับเปลี่ยนตำแหน่งงานบ่อย	ตารางกะคงที่ช่วง 2 เดือน	ไม่
	พนักงานไม่ตั้งใจทำงาน	พบพนักงานละเลยบางขั้นตอน	จริง
	ขาดประสบการณ์	พนักงานมีประสบการณ์น้อยกว่า 1 เดือน	จริง
	คุยกันระหว่างทำงาน	ไม่พบขณะสังเกตการณ์	ไม่
เครื่องจักร	อะไหล่เก่าที่ไม่เคยเปลี่ยน	พบขึ้นส่วนสีกหรอ	จริง
	มีการปรับแต่งเครื่องจักร	มีปรับปรุง โดยไม่มีวิเครียรับรอง	จริง
	ไม่มีคู่มือในการใช้งาน	มีคู่มือใช้งานเบื้องต้นที่เครื่อง	ไม่
	เครื่องจักรมีการสึกหรอ	เสียงดัง และแรงดันตก	จริง
	การบำรุงรักษาไม่ดี	ไม่มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	จริง
วัสดุ	อะไหล่ไม่ได้คุณภาพ	ตรวจสอบพบว่าผ่านการรับรอง	ไม่
	ปลาไม่สด	สีคล้ำบางส่วน	จริง
	บดไม่ละเอียด	พบว่าเนื้อบางรอบมีความหยาบกว่าปกติ	จริง
ภูมิภาค	การผสมไม่พอดี	ไม่มีสิ่งผิดปกติในการผสม	ไม่
	ใส่เนื้อปลา曳ะเกินไป	พบว่าใส่เกินค่าที่แนะนำในบางรอบผลิต	จริง
	ทำงานไม่ถูกวิธี	พนักงานบางคนข้ามขั้นตอน	จริง
	ตั้งค่าใบมีดไม่ถูกต้อง	พบการตั้งค่าคลาดเคลื่อนเนื่องจากไม่มีขั้นตอนการทำงาน	จริง
การจัด	ขั้นตอนการผลิตไม่มีมาตรฐานที่ชัดเจน	ตรวจสอบแล้วไม่มีขั้นตอนการทำงาน ติดไว้ที่จุดทำงาน	จริง
	ไม่มีเครื่องมือที่ใช้ดัด	ใช้สายตาและไม่มีเกจวัดความกลม	จริง
การวัด	การวัดด้วยสายตาอาจผิดพลาด	สังเกตพบความคลาดเคลื่อนสูงระหว่างผู้ตรวจสอบคน	จริง

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

จากตารางที่ 4.1 เป็นการสรุปผลการตรวจสอบสมมติฐานตาม หลักการ 3 จริง และวิเคราะห์ข้อมูลตามปัจจัย 5M พบว่าปัจจัยต่าง ๆ มีสาเหตุหลายประการที่ส่งผลให้เกิดของเสียประเภท “ลูกชิ้นไม่กลม” อย่างไรก็ตาม เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลความถี่ของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นจริงในกระบวนการ พบร่วมกับปัจจัยแต่ละด้านสามารถสรุปปัญหาหลักได้ดังนี้

1) ปัจจัยด้านคน พนักงานขาดความชำนาญในการทำงาน ซึ่งเกิดจากการเป็นพนักงานใหม่หรือไม่มีการฝึกอบรมที่เพียงพอ ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต

2) ปัจจัยด้านเครื่องจักร เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ไม่มีการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทำให้เกิดการสึกหรอและประสิทธิภาพลดลง

3) ปัจจัยด้านวัสดุคงเหลือ วัสดุคงเหลือที่ใช้ไม่สตเดียงพอ พบลักษณะสีคล้ำและกลิ่นคาวบางส่วน ซึ่งส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและการเข้ารูปของลูกชิ้น

4) ปัจจัยด้านวิธีการ ไม่มีมาตรฐานการทำงานที่ชัดเจน ไม่มี WI กำกับที่หน้างาน ทำให้พนักงานปฏิบัติตามแตกต่างกันในแต่ละรอบการผลิต

5) ปัจจัยด้านการวัด ไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความกลมของลูกชิ้น ทำให้ต้องใช้การประเมินด้วยสายตา ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนสูงระหว่างผู้ตรวจสอบแต่ละคน

ปัญหาในแต่ละปัจจัยดังกล่าวล้วนเป็นสาเหตุที่มีผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อค้นหาสาเหตุรากของปัญหาเพื่อวางแผนการปรับปรุงที่ตรงจุดและยั่งยืน ดังนั้นผู้ดูแลจึงต้องดำเนินการ วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยเครื่องมือการวิเคราะห์แบบตาม “ทำไม ทำไม” โดยใช้ปัญหาหลักทั้ง 5 ด้านเป็นจุดตั้งต้นในการตั้งคำถาม ทำไม อย่างเป็นระบบ เพื่อค้นหาสาเหตุรากแท้จริงของปัญหาในแต่ละปัจจัย และนำไปสู่การกำหนดแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.3 การวิเคราะห์สาเหตุด้วย Why-Why Analysis

จากการสรุปปัญหาหลักในแต่ละปัจจัยของการผลิต โดยใช้ หลักการ 5M พบร่วมกับปัญหาลูกชิ้นไม่กลมเกิดจากสาเหตุสำคัญในแต่ละด้าน ซึ่งล้วนส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และความสม่ำเสมอของกระบวนการผลิต (Heumann & Schomaker, 2016) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้สามารถกำหนดแนวทางในการปรับปรุงได้อย่างตรงจุด จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์สาเหตุเชิงลึกเพื่อค้นหา “สาเหตุรากของปัญหา” ที่แท้จริง ดังนี้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis ซึ่งเป็นเทคนิคการถามคำถาม “ทำไม” ซ้ำๆ เพื่อบุคคลลึกซึ้งไปจนถึงต้นของปัญหา (กาญจน์ กาญจน์สุนทร, 2559) โดยการวิเคราะห์จะถูกจัดทำในรูปแบบตารางเพื่อแสดงลำดับความคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งในแต่ละปัจจัยจะถูกนำมาวิเคราะห์ตามลำดับดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2. การวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดของเสียโดยหลักการ Why-Why Analysis

ลักษณะของปัญหา	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
พนักงานขาดความ ชำนาญในการทำงาน	บริษัทไม่มีแผนพัฒนา ทักษะพนักงาน	ไม่มีแนวทางปฏิบัติที่ ชัดเจน	การถ่ายทอดความรู้เป็น แบบปากต่อปาก ทำให้ ข้อมูลคลาดเคลื่อน	พนักงานหมุนเวียน ตำแหน่งบ่อย	ไม่มีคู่มือในการทำงาน
เครื่องจักรขาดการ บำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	เครื่องบันลูกชิ้นอัตโนมัติ เกิดความผิดปกติ บ่อยครั้ง	ไม่มีแผนบำรุงรักษาเชิง ป้องกันที่ชัดเจน	ไม่มีผู้รับผิดชอบคุณภาพ เครื่องจักร โดยตรง	ขาดบุคลากรและอุปกรณ์ สำหรับบำรุงรักษา	ไม่มีระบบบริหารงาน ซ่อมบำรุงที่เป็น มาตรฐาน
วัตถุคุณภาพที่ใช้ไม่สอด เพียงพอ	การจัดเก็บปลาไม่ถูกวิธี	สถานที่จัดเก็บไม่เหมาะสม เช่น ใส่ไว้ในตระกร้า และไม่รีบนำไปแช่ น้ำแข็ง	สั่งซื้อจากผู้ขายปลา ที่ ไม่ได้คุณภาพ	ไม่มีการตรวจสอบ คุณภาพปลาของผู้ขาย	พนักงานไม่มีความรู้ใน การตรวจรับหรือ ตรวจสอบคุณภาพ
ไม่มีมาตรฐานการทำงาน ที่ชัดเจน	ไม่มีขั้นตอนในการใช้ งานเครื่องบันลูกชิ้น อัตโนมัติที่ชัดเจน	ขาดการกำหนดวิธีการ ในการทำงานใน กระบวนการบันลูกชิ้นปลา	ไม่มีการปรับปรุง WI ให้มี ความเหมาะสมกับการทำงาน	ไม่มีการกำหนดเดือปล่า ที่ใส่ไปในเครื่องบันลูกชิ้นอัตโนมัติ	ไม่มีการทำ WI ในการ ทำงานในขั้นตอนต่างๆ
ไม่มีเครื่องมือที่ใช้ในการ วัดความกลมของลูกชิ้น	ไม่มีการวิจัยหาเครื่องมือ ที่เหมาะสม	ไม่มีบุคลากรที่เชี่ยวชาญ ด้านการคัดเลือก เครื่องมือ	ไม่มีการอบรมให้ความรู้ เกี่ยวกับเทคโนโลยีการ ตรวจสอบคุณภาพ	ไม่มีการจัดสรรเวลาและ งบประมาณสำหรับการ พัฒนาบุคลากร	ไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง

(ที่มา : ทักษะนักและภาควิช, 2568)

จากการวิเคราะห์ Why-Why Analysis ดังตารางที่ 4.2 นี้ เป็นการวิเคราะห์เพื่อค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาลูกชิ้นไม่กลม ซึ่งสามารถระบุได้อย่างชัดเจนถึงจุดที่ควรได้รับการปรับปรุงในแต่ละปัจจัย ทั้งในด้านคน เครื่องจักร วัสดุคุณภาพ และการวัดผล โดยมีแนวทางการแก้ไขที่สามารถดำเนินการได้จริงในระดับหน้างาน ทั้งด้านการจัดระเบียบวิธีการทำงาน การวางแผนการบำรุงรักษา การควบคุมคุณภาพวัสดุคุณภาพ และการพัฒนาเครื่องมือวัด อย่างไรก็ตาม เนื่องจาก ทรัพยากรในการปรับปรุงมีข้อจำกัด ทั้งในด้านเวลา งบประมาณ และกำลังคน จึงจำเป็นต้องมีการตัดสินใจเลือกปัจจัยสำคัญที่ควรดำเนินการแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก ซึ่งจะใช้หลักเกณฑ์การพิจารณาตามความรุนแรงของผลกระทบ ความถี่ในการเกิด และโอกาสในการควบคุม ได้ ใช้หลักการของ FMEA ประกอบการตัดสินใจ ถัดไปจะเป็นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของแต่ละสาเหตุด้วยเครื่องมือ FMEA เพื่อจัดลำดับความสำคัญของปัญหา และเลือกปัจจัยที่ควรได้รับการปรับปรุงเป็นลำดับแรกอย่างมีหลักเกณฑ์

4.2.4 การประเมินความเสี่ยงด้วย FMEA

หลังจากที่ได้วิเคราะห์จนค้นพบสาเหตุรากของปัญหาด้วย Why-Why Analysis ในขั้นตอนก่อนหน้าแล้ว แม้ว่าเราจะทราบถึงต้นตอของปัญหาต่างๆ แต่ในทางปฏิบัติ ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดทั้งในด้านเวลา งบประมาณ และกำลังคน ทำให้ไม่สามารถลงมือแก้ไขทุกสาเหตุได้พร้อมกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีกระบวนการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อให้มั่นใจว่า เราได้มุ่งเน้นความพยายามไปยังสาเหตุที่จะส่งผลกระทบต่อการปรับปรุงได้มากที่สุด เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำเครื่องมือ FMEA ซึ่งเป็นเทคนิคการประเมินความเสี่ยงเชิงรุกมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยอ้างอิงตาม มาตรฐานฉบับปรับปรุงล่าสุดของ AIAG & VDA (2019) การวิเคราะห์ FMEA จะประเมินความเสี่ยงโดยพิจารณาจาก 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ความรุนแรงของผลกระทบ (Severity, S), โอกาสในการเกิด (Occurrence, O), และ ความสามารถในการตรวจจับ (Detection, D)

ในการประเมิน ผู้วิจัยได้นำสาเหตุรากที่ได้จาก Why-Why Analysis มาให้คะแนนตามเกณฑ์ความรุนแรง, โอกาสเกิด, และการตรวจจับ จากนั้นจึงนำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางลำดับความสำคัญของกิจกรรม (AP) เพื่อกำหนดรتبความสำคัญเป็น สูง, ปานกลาง, หรือ ต่ำ ซึ่งแนวทางนี้ให้ความสำคัญกับค่าความรุนแรง เป็นอันดับแรก ทำให้มีความน่าเชื่อถือว่าการใช้ RPN แบบเดิม (Sullivan, 2017) ผลลัพธ์ที่ได้จึงถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกปัญหาที่จะแก้ไขเป็นลำดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์หาค่า俓้้นนักของปัญหาเพื่อคัดเลือกระดับความรุนแรงของปัญหา

ข้อจัย	สาเหตุของปัญหา	ผลกระทบ	S	O	D	AP	แนวทางแก้ไข
คน	ไม่มีคู่มือในการทำงาน	การทำงานไม่มีประสิทธิภาพ	8	9	2	สูง	จัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ และทำคู่มือการทำงาน
เครื่องจักร	ไม่มีระบบบริหารงานซ้อมบำรุงที่เป็นมาตรฐาน	เครื่องบันถือชิ้นอัตโนมัติชำรุดเสียหาย	8	10	3	สูง	จัดทำช่างผู้เชี่ยวชาญเข้าซ่อมบำรุง และวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
วัตถุคุณิต	พนักงานไม่มีความรู้ในการตรวจสอบหรือตรวจสอบคุณภาพ	คุณภาพของวัตถุคุณิตต่ำ	3	7	4	ต่ำ	จัดเก็บปลาไปใส่ถังแช่แข็งทันทีเมื่อได้รับ และตรวจสอบปลาที่รับเข้ามาจากผู้ขาย
วิธีการ	ไม่มีการทำ WI ในการทำงานในขั้นตอนต่างๆ	เกิดความสับสนในการปฏิบัติงาน	8	9	2	สูง	จัดทำคู่มือการทำงานสำหรับเครื่องจักร เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงานเดียวกัน
การวัด	ไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง	ขาดความแม่นยำในการตรวจสอบ	8	8	2	สูง	ออกแบบและสร้างอุปกรณ์คัดแยกขนาด

(ที่มา : ทักษะดညและภาริต, 2568)

จากตารางที่ 4.3 เป็นการสรุปผลการวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ (FMEA) ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุรากที่ได้จากการวิเคราะห์ Why-Why Analysis เพื่อให้สามารถมุ่งเน้นทรัพยากรไปที่การแก้ไขปัญหาที่จะส่งผลกระทบได้มากที่สุด โดยผู้วิจัยได้นำสาเหตุรากของปัญหามาประเมินความเสี่ยงตามกรอบการทำงานของ (AIAG & VDA , 2019) ซึ่งพิจารณาจาก 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ความรุนแรงของผลกระทบ (S), โอกาสในการเกิด (O), และความสามารถในการตรวจจับ (D) ผลการวิเคราะห์ FMEA พบว่ามีสาเหตุรากของปัญหา 4 ประการที่ถูกจัดให้อยู่ในระดับ ลำดับความสำคัญของกิจกรรม AP สูง ได้แก่ ปัญหาด้าน เครื่องจักร, คน, วิธีการ , และ การวัด การที่สาเหตุเหล่านี้ได้ค่า AP ระดับสูงนั้นเป็นไปตามหลักการของมาตรฐานใหม่ที่ให้ความสำคัญกับค่าความรุนแรง (S) เป็นอันดับแรกเสมอ (Sullivan, 2017) ในขณะที่ปัญหาด้านวัตถุคุณิตถูกจัดอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงตัดสินใจมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่มีระดับความสำคัญสูงทั้ง 4 ด้านดังกล่าวเป็นลำดับแรก ซึ่งจะถูกนำไปสรุปเป็นปัจจัยวิกฤตเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงในหัวข้อถัดไป

4.2.5 การระบุปัจจัยวิกฤตและข้อเสนอแนวทางปรับปรุง

หลังจากดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาและจัดลำดับความสำคัญด้วย FMEA แล้ว พบร่วมกันได้ว่า ปัจจัยวิกฤตที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน 3 ด้านหลัก ได้แก่ เครื่องจักร, คนและวิธีการ, และการวัดซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการปรับปรุงเพื่อนำไปปฏิบัติดังนี้

1) ด้านเครื่องจักร ทำการแก้ไขและวางระบบบำรุงรักษา จากผลการประเมิน FMEA พบร่วมกัน ไม่มีระบบบริหารงานซ่อมบำรุงที่เป็นมาตรฐาน เป็นปัญหาที่มีความเสี่ยงระดับสูง ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการทำงานที่ผิดปกติและการสึกหรอของเครื่องจักร แนวทางการปรับปรุงจึงมุ่งเน้นไปที่ การซ่อมบำรุงเร่งด่วน โดยร่วมกับช่างผู้เชี่ยวชาญเพื่อแก้ไขขึ้นส่วนสำคัญ (เช่น นาฬอเตอร์) ให้เครื่องจักรกลับมา正常 ควบคู่ไปกับ การวางระบบป้องกันในระยะยาว โดยจัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ที่มีตารางเวลาและรายการตรวจสอบที่ชัดเจน เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาขึ้นในอนาคต

2) ด้านคนและวิธีการ ทำการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน ปัญหาการไม่มีคุณมือและมาตรฐานการปฏิบัติงาน ทำให้เกิดความสับสนและความไม่สม่ำเสมอในการผลิต แนวทางการแก้ไขจึงเป็นการปรับปรุงทั้งระบบ โดยเริ่มจาก การปรับปรุงกระบวนการทำงาน ด้วยหลักการ ECRS เพื่อกำจัดขั้นตอนที่สูญเปล่า ทำให้กระบวนการกระชับและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากนั้นจึง จัดทำคู่มือและฝึกอบรม โดยสร้างคู่มือการปฏิบัติงาน ฉบับใหม่ที่มีรูปภาพประกอบที่ชัดเจน และจัดอบรมพนักงานเพื่อให้ทุกคนเข้าใจและปฏิบัติตามมาตรฐานใหม่ได้อย่างถูกต้อง

3) ด้านการวัด ทำการพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพ ปัญหาการไม่มีเครื่องมือวัดที่เหมาะสม ทำให้การคัดแยกของดีของเสียต้องขึ้นอยู่กับทักษะของพนักงานแต่ละคนซึ่งมีความแตกต่างกัน แนวทางการแก้ไขคือ การออกแบบและสร้างอุปกรณ์คัดแยกขนาด ตามหลักการ Go/No-Go Gauge โดยอ้างอิงมาตรฐานที่ได้วิเคราะห์ไว้ในบทที่ 3 ซึ่งจะช่วยขัดความคลาดเคลื่อนจากการใช้สายตาและสร้างระบบการตรวจสอบที่น่าเชื่อถือและทำได้

จากแนวทางการปรับปรุงที่ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านหลัก ผู้วิจัยได้นำแผนการทั้งหมดนี้ไปสู่การลงมือปฏิบัติจริงในสายการผลิต เพื่อแก้ไขสาเหตุ根本ของปัญหาที่ได้วิเคราะห์มา การดำเนินการในขั้นตอนนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของการปรับปรุง (Improve Phase) ซึ่งจะเปลี่ยนจากการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีไปสู่การลงมือปฏิบัติจริง โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับปรุงในแต่ละด้านจะถูกเก็บรวบรวมและวัดผลอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อพิสูจน์ถึงประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ได้วางไว้ โดยในหัวข้อต่อไปจะเป็นการนำเสนอรายละเอียดและผลลัพธ์ของการปรับปรุงในแต่ละส่วนดังกล่าว

4.3 การปรับปรุงผล

จากการวิเคราะห์ปัญหาในหัวข้อก่อนหน้า พบว่าปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการเครื่องจักร, บุคลากร, วิธีการทำงาน, และระบบการวัด จึงได้ดำเนินการปรับปรุงโดยข้างอิงจากผลการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis และ FMEA โดยใช้แนวคิดเชิงคุณภาพและการผลิตแบบดีน เ เช่น การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน, การลดความสูญเปล่า, การปรับปรุงวิธีการทำงานตามหลัก ECRS และการออกแบบอุปกรณ์ช่วยตรวจสอบคุณภาพ โดยการดำเนินการทั้งหมดนี้ถือเป็นหัวใจสำคัญของระยะการปรับปรุง ในกรอบการทำงาน DMAIC ซึ่งเป็นการนำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดมาประเปลี่ยนให้เป็นการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งจำแนกแนวทางการปรับปรุงออกเป็น 3 ส่วนหลักดังนี้

4.3.1 การปรับปรุงเครื่องจักร

จากการวิเคราะห์ FMEA ในหัวข้อก่อนหน้าได้ชี้ชัดว่า ปัจจัยด้านเครื่องจักรเป็นหนึ่งในปัจจัยวิกฤตที่มีลำดับความสำคัญของกิจกรรม (Action Priority) ในระดับ "สูง" โดยมีสาเหตุแรกของปัญหามาจากการ "ไม่มีระบบบริหารงานซ่อมบำรุงที่เป็นมาตรฐาน" ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเสื่อมสภาพของเครื่องปั้นลูกชิ้นยัตโนมัติ และทำให้กระบวนการขาดเสียร้าฟ

ดังนั้น ในหัวข้อนี้จึงจะนำเสนอแนวทางการปรับปรุงด้านเครื่องจักรอย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า โดยการตรวจสอบและซ่อมบำรุงชั้นส่วนที่เสื่อมสภาพโดยช่างผู้เชี่ยวชาญ และ การวางแผนป้องกันในระยะยาว โดยการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ขึ้นเป็นครั้งแรก เพื่อรักษาสภาพเครื่องจักรให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและป้องกันไม่ให้ปัญหากลับมาเกิดขึ้นซ้ำอีกในอนาคต

4.3.1.1 ตรวจสอบและซ่อมบำรุงเครื่องจักร

โดยช่างเทคนิคทาง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดด้านวิศวกรรมการบำรุงรักษามาประยุกต์ใช้โดยจัดทำช่างเทคนิคเข้าตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องปั้นลูกชิ้น จากการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามอเตอร์ซึ่งเป็นหัวใจของระบบส่งกำลังมีอาการร้อนผิดปกติและให้แรงบิดที่ไม่คงที่ ซึ่งอาการดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะการสึกหรอของมอเตอร์ตามหลักกลศาสตร์การหมุน การวินิจฉัยนี้เป็นข้อพิสูจน์ที่สำคัญซึ่งยืนยันว่าความเร็วในการหมุนของกลไกการปั้นไม่สม่ำเสมอ อันเป็นสาเหตุโดยตรงที่ทำให้ขนาดและรูปทรงของลูกชิ้นเกิดความผันแปรสูง การระบุได้อย่างชัดเจนว่ามอเตอร์คือชิ้นส่วนที่ทำงานล้มเหลวจึงเป็นกุญแจสำคัญในการแก้ปัญหาที่ต้นตอ โดยสภาพของมอเตอร์เก่าของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติแสดงดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 มอเตอร์เก่าของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ
(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2568)

จากการที่ 4.2 ซึ่งแสดงสภาพมอเตอร์เก่าที่เสื่อมสภาพ จากการตรวจสอบโดยละเอียด ช่างเทคนิคได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้มา 2 แนวทาง ได้แก่ การเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ ทั้งหมด และการพัฒนาความมอเตอร์เดิมเพื่อซ่อมแซม เพื่อให้การตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ไข เป็นไปอย่างมีเหตุผลและคุ้มค่าที่สุดในระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการเบรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแต่ละแนวทางอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาจากปัจจัยด้านต้นทุน, ระยะเวลา, อายุการใช้งาน, และ ความน่าเชื่อถือ ซึ่งรายละเอียดการเบรียบเทียบเพื่อการตัดสินใจเชิงวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตารางเบรียบเทียบแนวทางการแก้ไขปัญหามอเตอร์เสื่อมสภาพ

หัวข้อเบรียบเทียบ	เปลี่ยnmอเตอร์ใหม่	พัฒนาความมอเตอร์
ค่าใช้จ่าย	2,300 บาท	1,000 บาท
ระยะเวลา	2 ชั่วโมง	5 วัน
อายุการใช้งาน	10-15 ปี	2-5 ปี
ประสิทธิภาพ	ประสิทธิภาพสูงสุดตามมาตรฐานผู้ผลิต	อาจลดลงเล็กน้อยจากประสิทธิภาพขดลวดใหม่

(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2568)

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบแนวทางการแก้ไขปัญหามอเตอร์เดื่อมสภาพ (ต่อ)

หัวข้อเปรียบเทียบ	เปลี่ยนมอเตอร์ใหม่	พัฒนาด้วยใหม่
ความเสี่ยงในอนาคต	มีความเสถียรมากกว่าและลดโอกาสการเกิดปัญหาช้า	อาจเกิดปัญหาความร้อนสะสม, นวนไฟฟ้าชำรุด, และความเสียหายช้า
การประหยัดพลังงาน	หากเลือกมอเตอร์มาตรฐาน IE3 หรือ IE4 จะช่วยประหยัดพลังงานได้มากขึ้น	อาจสิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้นเนื่องจากประสิทธิภาพลดลง
ความเหมาะสม	เหมาะสมกับกรณีที่มอเตอร์เดื่อมสภาพหนัก หรือมีงบประมาณเพียงพอ	เหมาะสมกับกรณีที่มอเตอร์ยังอยู่ในสภาพดี และต้องการประหยัดงบประมาณ

(ที่มา : ทักษะคนยุคใหม่ 2568)

จากตารางที่ 4.4 และ 4.5 ในการเลือกแนวทางแก้ไขปัญหางานเครื่องปั๊มน้ำลูกชิ้น อัตโนมัติ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดจาก หลักการตัดสินใจเชิงวิศวกรรม และหลักความน่าเชื่อถือของระบบ มาประกอบการพิจารณา โดยวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญในหลายมิติ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซม, ระยะเวลาในการดำเนินการ, อายุการใช้งาน, ประสิทธิภาพของเครื่องจักร รวมถึงความเสี่ยงในการเกิดปัญหาช้าในอนาคต จากการหารือร่วมกับช่างเทคนิคเฉพาะทาง มีการเสนอแนวทางแก้ไข 2 แนวทาง ได้แก่ การพัฒนาด้วยใหม่ และการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ ซึ่งเมื่อนำข้อมูลทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์มาเปรียบเทียบกันแล้ว พบร่วมแม้การพัฒนาด้วยใหม่จะมีต้นทุนต่ำกว่า แต่มีข้อจำกัดในด้านความเสถียร ประสิทธิภาพ และอายุการใช้งานที่สั้นลง อีกทั้งยังมีความเสี่ยงต่อความร้อนสะสมและการเกิดความเสียหายช้า ในขณะที่การเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ แม้มีค่าใช้จ่ายสูงกว่า แต่ให้ประสิทธิภาพเต็มตามมาตรฐานของผู้ผลิต มีความเสถียรในการทำงานมากกว่า และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดของเสียงจากการปั๊มน้ำลูกชิ้น และสนับสนุนแนวคิดของ การวิเคราะห์ต้นทุนตลอดอายุการใช้งานการตัดสินใจนี้จึงสอดคล้องกับหลักการสำคัญของงานวิจัยที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาที่ยั่งยืนและเชื่อถือได้ในระยะยาว แทนการแก้ไขปัญหาระยะสั้น ที่มีความเสี่ยงสูงกว่า การลงทุนที่สูงขึ้นในเบื้องต้นเพื่อแลกกับความเสถียรของกระบวนการ และป้องกันการเกิดของเสียงช้าจึงเป็นการตัดสินใจที่คุ้มค่ากว่าสำหรับองค์กรในการพัฒนา

จากเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงตัดสินใจเลือกแนวทางการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ เป็นแนวทางหลักในการปรับปรุงเครื่องจักร การตัดสินใจนี้สอดคล้องกับเป้าหมายของงานวิจัยที่มุ่งเน้น

การแก้ปัญหาที่ยังมีอยู่ให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือและเสถียรภาพของกระบวนการในระยะยาวมากกว่าต้นทุนเริ่มต้นที่ต่ำกว่า เพื่อเพิ่มความเสถียรของกระบวนการผลิตและลดปัญหาของเสียงในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ การติดตั้งมอเตอร์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพเต็มตามมาตรฐานจึงเป็นการสร้างรากฐานที่มั่นคงให้กับกระบวนการปั๊นลูกชิ้น ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญก่อนที่จะดำเนินการปรับปรุงในด้านอื่นๆ ต่อไป ลักษณะของมอเตอร์ใหม่ที่เปลี่ยนแสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 มอเตอร์ใหม่ของเครื่องปั๊นลูกชิ้นอัตโนมัติ
(ที่มา : ทักษ์ด้ายและภาวิช, 2568)

จากภาพที่ 4.3 แสดงลักษณะของมอเตอร์ใหม่ของเครื่องปั๊นลูกชิ้นอัตโนมัติ ซึ่งเป็นมอเตอร์ชนิดประสิทธิภาพสูงตามมาตรฐาน IE3 ที่สามารถให้แรงบิดคงที่และลดปัญหาความร้อนสะสมขณะเดินเครื่องอย่างต่อเนื่อง โดยหลังจากดำเนินการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลนาคลูกชิ้นจากการกระบวนการผลิตจริงจำนวน 30 ตัวอย่าง โดยลูกชิ้นแต่ละชิ้นลูกวัดเส้นผ่านศูนย์กลางจำนวน 2 ครั้ง จากนั้นจึงนำข้อมูลมาใช้ในการสร้าง แผนภูมิควบคุมเพื่อประเมินความสม่ำเสมอและความเสถียรของกระบวนการหลังการปรับปรุง ข้อมูลตัวอย่างลูกชิ้นที่เก็บรวบรวมแสดงดังตารางที่ 4.6 โดยมีแบบฟอร์มและข้อมูลดิบฉบับเต็มใน ภาคผนวก ค-1 และ แผนภูมิควบคุมแสดงดังภาพที่ 4.4

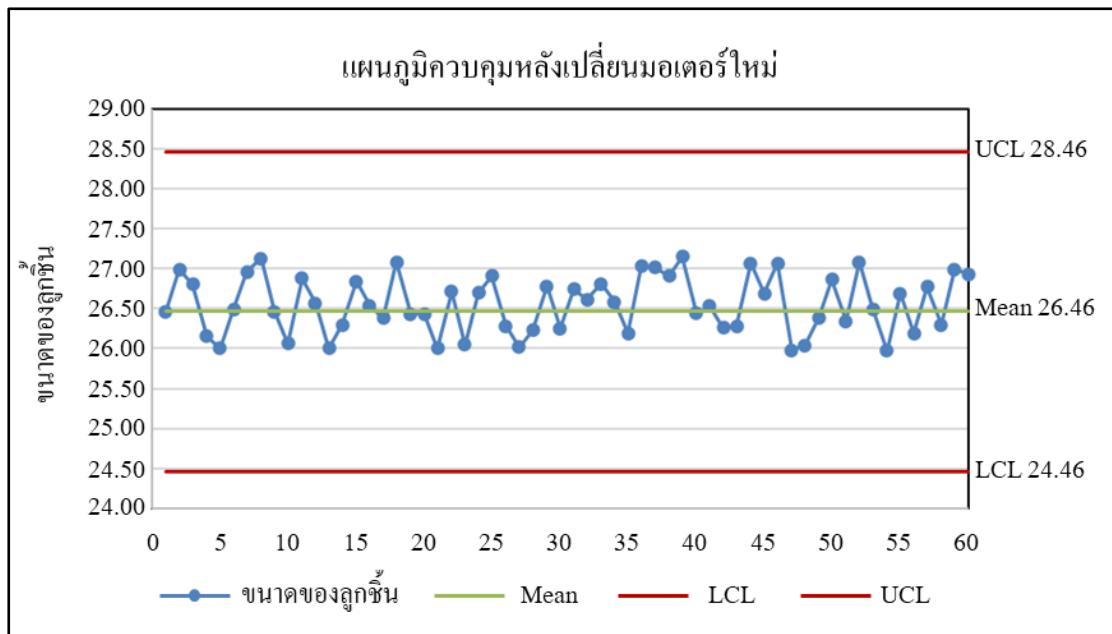
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวัดขนาดคูลกชันเพื่อวิเคราะห์ เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์

ลำดับที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ลำดับที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	26.46	26.88	16	26.28	27.03
2	26.99	26.57	17	26.02	27.01
3	26.8	26.00	18	26.23	26.91
4	26.15	26.30	19	26.78	27.15
5	26.00	26.84	20	26.25	26.44
6	26.49	26.54	21	26.53	26.34
7	26.96	26.38	22	26.26	27.08
8	27.13	27.08	23	26.28	26.49
9	26.46	26.43	24	27.07	25.97
10	26.06	26.43	25	26.69	26.69
11	26.00	26.74	26	27.07	26.19
12	26.71	26.61	27	25.98	26.77
13	26.05	26.81	28	26.04	26.30
14	26.70	26.58	29	26.38	26.99
15	26.91	26.19	30	26.86	26.93

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิต, 2568)

จากตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลขนาดคูลกชันที่เก็บรวบรวมภายหลังจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาเหล่านี้โดยการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งข้อมูลดูนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งในการพิสูจน์ทราบว่าการปรับปรุงที่ทำไปนั้นส่งผลดีต่อกระบวนการจริงหรือไม่

ดังนั้น เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลมาใช้ในการสร้าง แผนภูมิความคุณ เพื่อตรวจสอบความสม่ำเสมอและความเสถียรของกระบวนการหลังการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ แผนภูมนี้จะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือในการยืนยันเชิงสถิติว่ากระบวนการได้กลับเข้าสู่ภาวะที่ควบคุมได้ และมีความพันแปรที่ลดลงตามที่คาดหวังไว้หรือไม่ โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 แผนภูมิความคุมหลังเปลี่ยนมาตรฐานใหม่
(ที่มา : ทักษ์ดันย์และการ, 2568)

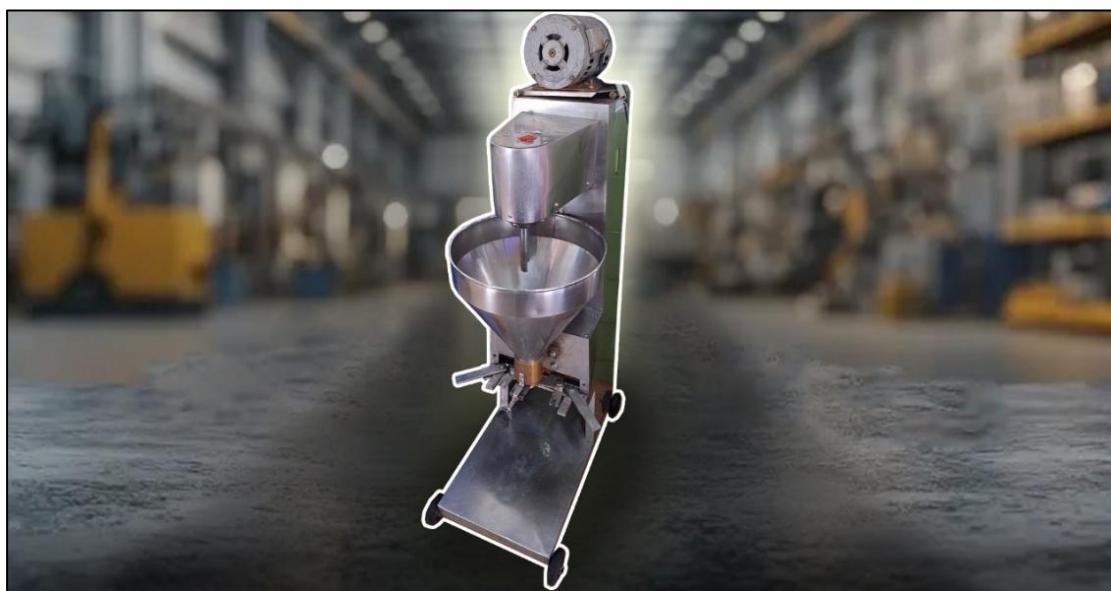
จากภาพที่ 4.4 ซึ่งแสดงผลลัพธ์หลังการเปลี่ยนมาตรฐานใหม่ จะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยจุดข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลาทั้ง 60 จุด อยู่ภายในขีดจำกัดการควบคุมทั้งหมด ผลลัพธ์ดังกล่าวเป็นข้อพิสูจน์เชิงสถิติที่ชัดเจนว่า ความผันแปรจากสาเหตุผิดปกติ ที่เกิดจาก มอเตอร์เสื่อมสภาพ ได้ถูกกำจัดออกจากกระบวนการแล้ว การที่กระบวนการกลับเข้าสู่ ภาวะที่ควบคุมได้ทางสถิติ สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการผลิตในปัจจุบันมีความเสถียรและสม่ำเสมอมาก ขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่งผลให้ขนาดของลูกชิ้นที่ผลิตได้มีความผันแปรลดลงและเกากรถูกต้องอยู่ ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่กำหนด จึงสามารถสรุปได้ว่าการปรับปรุงเครื่องจักรในเบื้องต้นนี้ ประสบความสำเร็จและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมคุณภาพได้อย่างชัดเจน

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการเปลี่ยนมาตรฐานใหม่ซึ่งเป็นการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข จะช่วยแก้ปัญหา เนพะหน้าและทำให้กระบวนการกลับมามีเสถียรภาพได้แล้ว แต่เพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาการเสื่อมสภาพของเครื่องจักรกลับมาเกิดขึ้นซ้ำอีกในอนาคต และเพื่อรักษาความเสถียรของกระบวนการนี้ไว้ในระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ซึ่งเป็นแนว ทางการแก้ปัญหาที่ยั่งยืนกว่า และจะนำเสนอในหัวข้อถัดไป

4.3.1.2 จัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

หลังจากดำเนินการซ่อมแซมและเปลี่ยนหม้อเตอร์ใหม่เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้วางแผนจัดทำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของเครื่องจักรในอนาคต และเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้มีความต่อเนื่องและเสถียร โดยแนวทางการจัดทำแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญดังนี้

(1) วิเคราะห์องค์ประกอบสำคัญของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ร่วมกับช่างเทคนิค ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบหลักของเครื่องปั้นลูกชิ้น เพื่อรับ��ดีที่มีโอกาสเสื่อมสภาพและควรได้รับการตรวจสอบ โดยเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ แสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติสำหรับวางแผนบำรุงรักษา

(ที่มา : ทักษิณย์และภาวิช, 2568)

ภาพที่ 4.5 แสดงเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติซึ่งเป็นหัวใจของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุง เพื่อให้การวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ที่จะจัดทำขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพและตรงจุดอย่างแท้จริง ขั้นตอนแรกที่สำคัญที่สุดคือการทำความเข้าใจโครงสร้างและกลไกการทำงานของเครื่องจักรอย่างละเอียด ที่มีวิจัยจึงได้ทำการตรวจสอบและแยกส่วนประกอบของเครื่องจักร เพื่อระบุชิ้นส่วนที่สำคัญที่มีผลต่อกุณภาพโดยตรง และชิ้นส่วนที่มีโอกาสสึกหรอหรือเสื่อมสภาพสูงซึ่งจำเป็นต้องได้รับการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ โดยส่วนประกอบหลักทั้งหมดที่ถูกระบุกะถูกนำมาจัดทำเป็นรายการเพื่อวางแผนการบำรุงรักษาในลำดับต่อไป ดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 แสดงส่วนประกอบของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ

ลักษณะส่วนประกอบ	รายการ
	1. gravy ไส้ватดูดิน สำหรับ รองรับเนื้อปลาดิบ ที่ผสมเสร็จแล้ว และป้อนเข้าสู่กลไกการทำงาน ของเครื่องอย่างต่อเนื่อง
	2. ใบพาย สำหรับ วนและอัดเนื้อปลา ที่อยู่ใน gravy ให้ ให้ลดลงสู่ชุดบล็อกลูกชิ้นอย่าง สม่ำเสมอ เพื่อให้การขึ้นรูปไม่ขาดตอน
	3. บล็อกล็อกใบพาย สำหรับ ยึดแกนของใบ พาย ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง เพื่อให้ใบพาย หมุนได้อย่างมีเสถียรภาพและส่งกำลังได้อย่าง เต็มที่
	4. บล็อกลูกชิ้น สำหรับ เป็นแม่พิมพ์ในการขึ้นรูปเนื้อปลา ให้มีลักษณะเป็นทรงกลมตามขนาดที่ต้องการ ถือเป็นชิ้นส่วนที่ส่งผลต่อรูปทรงโดยตรง
	5. เพื่องส่งกำลัง สำหรับ รับและส่งต่อกำลังจาก มอเตอร์ ไปยังชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว เช่น ใบพายและชุดใบมีด เพื่อให้เครื่องจักรทำงาน ล้มเหลว

(ที่มา : หักษ์คณย์และภาวิต, 2568)

ตารางที่ 4.8 แสดงส่วนประกอบของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ (ต่อ)

ลักษณะส่วนประกอบ	รายการ
	6. ชิ้นยาง สำหรับ ป้องกันการรั่วซึมของเนื้อปลา บริเวณข้อต่อและชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหว เพื่อรักษาความสะอาดและลดการสูญเสียวัตถุดิบ
	7. ใบมีด สำหรับ ตัดเนื้อปลาที่ลูกชิ้นรูปแฉวให้ขาดออกจากกันเป็นลูกๆ อย่างสมบูรณ์ ความคมและสภาพของใบมีดมีความสำคัญต่อผิวของลูกชิ้น
	8. สปริง สำหรับ สร้างแรงดึงและความคุมจังหวะการทำงานของชุดใบมีด ให้สามารถตัดและกลับสู่ตำแหน่งเดิมได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ
	9. มอเตอร์ สำหรับ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนกลไกทั้งหมด ของเครื่องจักร ความเร็วตอบสนองและแรงบิดที่คงที่ของมอเตอร์ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความสม่ำเสมอของขนาดผลิตภัณฑ์

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

จากตารางที่ 4.7 และ 4.8 แสดงส่วนประกอบหลัก 9 รายการของเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ร่วมกับช่างเทคนิควิเคราะห์เพื่อระบุชิ้นส่วนสำคัญที่มีโอกาสเสื่อมสภาพเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามหลักการบำรุงรักษาทวีผล การวิเคราะห์นี้ช่วยให้เข้าใจกลไกและจุดอ่อนของเครื่องจักร ช่วยจัดลำดับความสำคัญและวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) กำหนดตารางการตรวจสอบและการบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกันตามช่วงเวลา ได้แก่ รายวัน รายเดือน และรายปี โดยใช้แนวทางการวางแผนเชิงระบบตามหลัก RCM เพื่อให้การตรวจสอบมีความครอบคลุมและเหมาะสมกับความเสี่ยงของแต่ละชิ้นส่วน แสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แผนการตรวจสอบและการบำรุงรักษาแบบเชิงป้อง

ชิ้นส่วน	ความต้อง			ผู้รับผิดชอบ	หมายเหตุ
	รายวัน	รายเดือน	รายปี		
1. รายได้ วัตถุคืน	เช็คทำความสะอาด สะอาดหลังเลิก งาน	-	-	พนักงาน	เพื่อป้องกันคราบสะสม และปนเปื้อน
2. ใบพาย	ล้างและตรวจ สภาพทั่วไป	ตรวจความสึก หรือ / ความคอม	-	พนักงาน	ใบพายที่เสียรูปจะดัน เนื้อไม่สม่ำเสมอ
3. บล็อกล็อกใบ พาย	-	ตรวจแน่น/ หลวม	เปลี่ยนหากสึก	พนักงาน	สำคัญต่อแรงส่งใบพาย
4. บล็อกลูกชิ้น	ล้างทุกวัน	ตรวจรูร้าว/ความ เบี้ยว	เปลี่ยนหากสึก หรือเบี้ยว	พนักงาน	มีผลโดยตรงกับความ กลม
5. เพื่องส่งกำลัง	-	ตรวจรอยสึก / เดิมาระบี	เปลี่ยนหากมีเสียง ผิดปกติ	พนักงาน	หากเพื่องหลวมจะทำให้ แรงบิดตก
6. ซีนยาง	-	ตรวจรูร้าว / เปลี่ยนหากแจ้ง	เปลี่ยนใหม่ทั้งชุด	พนักงาน	ป้องกันการร้าวซึมของ เนื้อ
7. ใบมีด	ล้างและตรวจ ความคอม	ลับหรือเปลี่ยน ใบมีด	เปลี่ยนทั้งชุด	พนักงาน	มีผลโดยตรงกับรูปทรง ลูกชิ้น
8. สปริง	-	ตรวจแรงต้าน / ความยืด	เปลี่ยนหากอ่อน แรง	พนักงาน	หากสปริงเสื่อม ใบมีด จะทำงานผิดจังหวะ
9. มอเตอร์	สังเกตเสียง/ความ ร้อน	-	ตรวจจนวน / เปลี่ยน (ตามรอบ)	พนักงาน, ช่าง ภายนอก	การตรวจสอบรายปี ช่าง ภายนอกตรวจสอบ

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิต, 2568)

จากตารางที่ 4.9 แสดงแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น สำหรับเครื่องบีบลูกชิ้นอัตโนมัติ โดยได้กำหนดรายละเอียดการตรวจสอบและบำรุงรักษา ส่วนประกอบสำคัญทั้ง 9 รายการตามรอบเวลาที่เหมาะสม ได้แก่ รายวัน, รายเดือน, และรายปี

แผนดังกล่าวครอบคลุมตั้งแต่การทำความสะอาดและตรวจสอบสภาพทั่วไป โดยพนักงานเป็นประจำทุกวัน ไปจนถึงการตรวจสอบการสีกหรือเชิงลึกรายเดือน และการตรวจสอบใหญ่ประจำปีโดยช่างผู้เชี่ยวชาญ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมาตรฐานการดูแลรักษา เครื่องจักรให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ ป้องกันการเกิดความเสียหาย และรักษาระดับประสิทธิภาพของ เครื่องจักรในระยะยาว

(3) ผู้วิจัยได้ออกแบบ แบบฟอร์มการตรวจสอบ เพื่อพนักงานสามารถ บันทึกผลการตรวจสอบในแต่ละรอบเวลาได้อย่างเป็นระบบ โดยมีหัวหน้าหน่วยผลิตทำหน้าที่ ตรวจทานความถูกต้องและลงนามรับรองทุกครั้ง เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงในการติดตามประวัติการ ดูแลเครื่องจักรในระยะยาว แบบฟอร์มแสดงดังในภาคผนวก ข-1

(4) ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมอบรมพนักงานเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเบื้องต้น เพื่อให้สามารถตรวจเช็คความผิดปกติด้วยตนเอง และรู้วิธีแจ้งช่างเทคนิคหากพบปัญหา ทั้งนี้การ อบรมครอบคลุมทั้งเนื้อหาทางเทคนิคเบื้องต้น การกรอกแบบฟอร์มบำรุงรักษา และความสำคัญ ของการบำรุงรักษาซึ่งป้องกันต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 กิจกรรมอบรมพนักงานเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเบื้องต้น

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

**จากภาพที่ 4.6 แสดงกิจกรรมอบรมพนักงานเกี่ยวกับการบำรุงรักษาเบื้องต้น
เกี่ยวกับการตรวจเช็คความผิดปกติด้วยตนเอง และการกรอกแบบฟอร์มบำรุงรักษา**

(5) การวัดผลของแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหลังจากการจัดทำ
แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในขั้นตอนก่อนหน้า ผู้วิจัยได้ติดตามผลการดำเนินงานเพื่อประเมิน
ความมีประสิทธิภาพของแผนบำรุงรักษา โดยใช้ตัวชี้วัดเบื้องต้นที่เหมาะสมกับบริบทของบริษัท
ขนาดกลาง ซึ่งไม่มีระบบบันทึกข้อมูลแบบดิจิทัล โดยวิธีการติดตามผลประกอบด้วยแนวทางดังนี้

- ผู้วิจัยร่วมกับหัวหน้าหน่วยผลิต สรุปจำนวนครั้งที่มีการตรวจสอบ
เครื่องจักรตามแบบฟอร์มบำรุงรักษา ในรอบเดือน และเปรียบเทียบความถี่ของการหยุดเครื่องหรือ
ปัญหาที่พบก่อนและหลังการจัดทำแผนบำรุงรักษา

● ตรวจสอบข้อมูลร้อยละ ของเสียในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่าหลังจากมี
การตรวจสอบสมำเสมอ เช่น การเช็คความคุมใบมีดและแรงบิดของมอเตอร์ มีแนวโน้มที่จำนวน
ลูกชิ้นไม่ก่อผลดลลง

● ประเมินผลเบื้องต้น โดยใช้การสังเกตคุณภาพลูกชิ้นจากแผนภูมิ
ควบคุม และเก็บข้อมูลจากพนักงานถึงความรู้สึกในการทำงานว่าเครื่องจักรทำงานราบรื่นขึ้น
หรือไม่

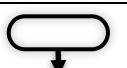
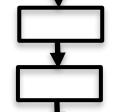
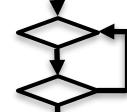
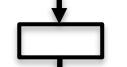
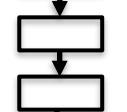
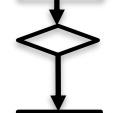
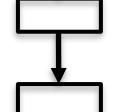
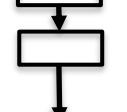
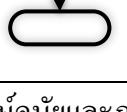
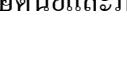
● วิธีการจัดเก็บผลการตรวจสอบใช้การถ่ายภาพแบบฟอร์มบำรุงรักษา
ด้วยโทรศัพท์มือถือ และจัดเก็บไว้ในกลุ่ม LINE ภายในฝ่ายผลิต เพื่อใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงในการ
ติดตามข้ออนหลัง

จากการดำเนินการตามแผนและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง พบว่าแนวโน้มการเกิดของ
เสียที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของเครื่องจักรและการหยุดเครื่องโดยไม่คาดคิดมีทิศทางที่ลดลง
อย่างชัดเจน ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนถึงประสิทธิผลเบื้องต้นของแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน
(PM) ที่นำมาใช้ได้เป็นอย่างดี การเปลี่ยนแปลงนี้พิสูจน์ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแนวคิดจากการ
บำรุงรักษาเชิงแก้ไข มาเป็นการบำรุงรักษาเชิงรุก สามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อเสถียรภาพ
ของกระบวนการผลิตได้จริง แม้ว่าในปัจจุบันจะยังไม่มีการนำระบบดิจิทัลแบบเต็มรูปแบบมาใช้ใน
การติดตามและวิเคราะห์ข้อมูล แต่การเริ่มต้นด้วยระบบบันทึกข้อมูลแบบฟอร์มกระดาษและการ
สื่อสารผ่านช่องทางที่เข้าถึงง่าย ก็แสดงให้เห็นว่าการวางแผนฐานของระบบ PM สามารถเริ่มต้นได้
ในระดับที่เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ซึ่งผลลัพธ์
ในเบื้องต้นนี้เป็นสัญญาณที่ดีและเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาระบบบำรุงรักษาให้มีความ
สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในอนาคต

4.3.2 ปรับปรุงด้านคนและวิธีการ

จากการสังเกตหน้างานพบความสูญเปล่า หลายประการ เช่น การเคลื่อนไหวช้าช้อน การตรวจสอบช้า และการทำงานผิดวิธี รวมถึงพนักงานขาดความชำนาญในกระบวนการควบคุมคุณภาพปัญหาที่เกิดจากคนและวิธีการสามารถแก้ไขและปรับปรุงควบคู่กันได้ โดยการจัดลำดับขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติใหม่ การเพิ่มขั้นตอนและเครื่องมือในการตรวจสอบเพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการปั๊มลูกชิ้นปลายให้มีความสม่ำเสมอและลดของเสียในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานให้ชัดเจน เพื่อให้การใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติเป็นไปอย่างลูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยแสดงเป็นแผนภาพที่แสดงขั้นตอนการทำงาน ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติก่อนทำการปรับปรุง

ลำดับ	ผังกระบวนการ	รายละเอียด
1		ติดตั้งใบมีดให้เข้ากับเครื่องปั๊มลูกชิ้น
2		ติดตั้งใบกวนให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่กำหนด
3		ใส่สปริงบริเวณใบมีดและตรวจสอบความแน่นหนา
4		ตรวจสอบสถานะของสวิตซ์ไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน
5		ทดสอบการทำงานของเครื่องโดยเปิดระบบเพื่อตรวจสอบความพร้อม
6		เติมน้ำอุ่นปลาสติกในถังบรรจุ โดยควบคุมระดับให้สอดคล้องกับค่าที่กำหนด
7		เปิดเครื่องปั๊มลูกชิ้นให้เริ่มกระบวนการผลิต
8		เติมน้ำอุ่นปลาสติกในถังบรรจุ แต่ไม่ให้เกินปริมาณสูงสุดที่เครื่องกำหนด
9		เมื่อเครื่องปั๊มลูกชิ้นทำงานจนหมดรอบ ให้ปิดเครื่องทันที
10		ตรวจสอบคุณภาพของลูกชิ้นที่ปั๊มเสร็จโดยใช้การสุ่มตรวจด้วยสายตา
11		พนักงานทำการตรวจน้ำที่ถังบรรจุลูกชิ้นที่ผ่านการคัดแยกเพื่อนำไปในกระบวนการผลิตต่อไป
12		ลอกสปริงออกจากเครื่องปั๊มลูกชิ้น
13		ลอกใบกวนออกจากเครื่อง
14		ลอกใบมีดและทำความสะอาดทุกชิ้นส่วนเพื่อเตรียมสำหรับการใช้งานครั้งถัดไป

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาควิช, 2568)

จากตารางที่ 4.10 แสดงขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติก่อนทำการปรับปรุง ซึ่งเป็นกระบวนการทำงานที่เป็นมาตรฐานเดิมของบริษัท จากการลงพื้นที่ศึกษากระบวนการการทำงานเดิมของเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ พบว่าแม้ขั้นตอนต่างๆ จะถูกออกแบบมาเพื่อการทำงานของเครื่องจักร แต่ยังคงมีกิจกรรมหลายอย่างที่แฟงไปด้วยความสูญเปล่าและมีโอกาสในการปรับปรุงเพื่อลดความซับซ้อน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงขึ้น ดังนั้น เพื่อให้สามารถระบุและจำแนกความสูญเปล่าเหล่านี้ได้อย่างเป็นระบบ จึงได้นำหลักการ ความสูญเปล่า 7 ประการมาใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์กระบวนการการทำงานก่อนการปรับปรุงอย่างละเอียดในลำดับต่อไป

4.3.2.1 การปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ในการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพนั้น ขั้นตอนแรกที่สำคัญคือการทำความเข้าใจและวิเคราะห์กระบวนการทำงานเดิมอย่างละเอียด เพื่อกันหา "ความสูญเปล่า" ที่ซ่อนอยู่หลังจากที่ผลการวิเคราะห์ FMEA ในบทก่อนหน้าได้ชัดว่าปัจจัยด้าน "คนและวิธีการ" เป็นปัจจัยวิกฤตที่มีความเสี่ยงระดับสูง การลงลึกในรายละเอียดของวิธีการทำงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อรับปัญหาให้ถึงรากเหง้าและยืนยันสมมติฐานดังกล่าว

ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการ ความสูญเปล่า 7 ประการ ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญและเป็นหัวใจของระบบการผลิตแบบโตโยต้า (TPS) และการผลิตแบบลีน มาใช้เป็นกรอบในการพิจารณาอย่างเป็นระบบ (Ohno, 1988) โดยได้นำขั้นตอนการทำงานทั้ง 14 ขั้นตอนจากแผนภูมิกระบวนการไอล์ ของงานก่อนการปรับปรุง มาวิเคราะห์ในแต่ละกิจกรรมว่ามีสิ่งใดบ้างที่เข้ามายเป็นความสูญเปล่า ซึ่งตามหลักการแล้ว ความสูญเปล่าคือ "กิจกรรมใดๆ ที่ใช้ทรัพยากรแต่ไม่สร้างคุณค่าให้กับลูกค้า" (Singh & Rathi, 2019)

การวิเคราะห์จะมุ่งเน้นไปที่การระบุความสูญเปล่าที่เห็นได้ชัดในกระบวนการ เช่น การรอคอยที่ไม่จำเป็น การเคลื่อนไหวที่มากเกินไปของพนักงาน หรือ กระบวนการที่ซ้ำซ้อนและเกินความจำเป็น การจำแนกความสูญเปล่าเหล่านี้จะช่วยเปลี่ยนปัญหาที่อาจมองไม่เห็นหรือถูกมองว่าเป็นเรื่องปกติ ให้กลายเป็นข้อมูลที่จับต้องได้และสามารถวัดผลได้ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการนำหลักการ ECRS ซึ่งเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงวิธีการทำงานโดยตรง มาประยุกต์ใช้ในลำดับต่อไป ได้อย่างมีเหตุผลและตรงจุด (Zhan & Xuru, 2016) โดยรายละเอียดของกระบวนการทำงานเดิมและผลการวิเคราะห์ความสูญเปล่าที่พบในแต่ละขั้นตอน แสดงดังตารางที่ 4.11 และ 4.12

ตารางที่ 4.11 แผนภูมิกระบวนการไอล ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ ก่อนปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการไอลกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart)							
แผนภูมิหมายเลข : 01		Activity			จำนวน (Activity)		
กรณีศึกษา :	บริษัทลูกชิ้นปลาเจี้ยห่า	<input type="circle"/> การปฏิบัติการ			11		
กรรมวิธี :	ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ	<input type="triangle-right"/> การเคลื่อนที่			0		
สถานที่ :	สถานีการผลิตลูกชิ้นปลา	<input type="square"/> การรอคอย			0		
ผู้บันทึก :	นายกavit วัฒนา กังขัย	<input type="square"/> การตรวจสอบ			3		
ผู้กรอกข้อมูล :	นายทักษ์คนขับ ทองประเทือง	<input type="triangle"/> การเก็บรักษา			0		
วันที่ :	21/3/2568	ระยะเวลา (เมตร)			13.00		
		เวลา (นาที)			489.16		
ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	จำนวน (คน)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์		หมายเหตุ
					<input type="circle"/>	<input type="triangle-right"/>	
1	ติดตั้งหุ่นยนต์อัตโนมัติให้เข้ากับเครื่องปั๊มลูกชิ้น	1	0.30	17.71	<input checked="" type="circle"/>		
2	ติดตั้งใบงานให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่กำหนด	1	0.20	11.56	<input checked="" type="circle"/>		
3	ใส่สเปริงบริเวณในมีดและตรวจสอบความแน่นหนา	1	0.50	4.50	<input checked="" type="circle"/>		
4	ตรวจสอบสถานะของสวิตซ์ไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	1	0.00	3.56		<input checked="" type="square"/>	หันไปมองบริเวณสวิตซ์ไฟ
5	ทดสอบการทำงานของเครื่อง โดยเปิดระบบเพื่อตรวจสอบความพร้อม	1	0.50	30.61		<input checked="" type="square"/>	เมื่อเครื่องพร้อมให้ปิดระบบ
6	เติมน้ำอุ่นลงในกรวยบรรจุ โดยควบคุมระดับให้สอดคล้องกับค่าที่กำหนด	1	0.80	25.56	<input checked="" type="circle"/>		
7	เปิดเครื่องปั๊มลูกชิ้นให้เริ่มกระบวนการผลิต	1	0.50	3.49	<input checked="" type="circle"/>		

(ที่มา : ทักษ์คนขับ และ กavit, 2568)

ตารางที่ 4.12 แผนภูมิกระบวนการไหล ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ ก่อนปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิกระบวนการไหลกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart)							
แผนภูมิหมายเลข : 01		Activity			จำนวน (Activity)		
กรณีศึกษา :	บริษัทลูกชิ้นปลาเจ๊へ่า	การปฏิบัติการ			11		
กรรมวิธี :	ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ	การเคลื่อนที่			0		
สถานที่ :	สถานีการผลิตลูกชิ้นปลา	การรอคอย			0		
ผู้บันทึก :	นายภาวิช วัฒนาภักดี	การตรวจสอบ			3		
ผู้กรอกข้อมูล :	นายทักษ์คนนั้น ทองประทีวงศ์	การเก็บรักษา			0		
วันที่ :	21/3/2568	ระยะทาง (เมตร)			13.00		
		เวลา (นาที)			489.16		
ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	จำนวน (คน)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์		หมายเหตุ
8	เติมน้ำอุ่นใส่ถังต้มน้ำในเครื่องทำน้ำอุ่น	1	0.80	5.55			
9	นำเครื่องปั๊มลูกชิ้นทำงานจนหมดรอบ ให้ปิดเครื่องทันที	1	0.50	3.22			ตรวจสอบทุก 1 รอบการผลิต
10	ตรวจสอบคุณภาพของลูกชิ้นที่ปั้นเสร็จ โดยใช้การสุ่มตรวจด้วยสายตา	1	0.20	58.14			
11	พนักงานทำการรวมลูกชิ้นที่ผ่านการคัดแยกเพื่อนำไปในกระบวนการคัดໄป	1	5.00	11.48			
12	ถอดสปริงออกจากเครื่องปั๊มลูกชิ้น	1	0.50	2.67			
13	ถอดใบกวานออกจากเครื่อง	1	0.20	8.52			
14	ถอดใบมีดและทำความสะอาดทุกชิ้นส่วนเพื่อเตรียมสำหรับการใช้งานครั้งถัดไป	1	3.00	302.58			
รวม		14	13.00	489.16	11	0 0 3 0	

(ที่มา : ทักษ์คนนั้น และภาวิช, 2568)

จากตารางที่ 4.11 และ 4.12 แสดงให้เห็น กระบวนการไอลของขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ เวลาและระยะในแต่ละกระบวนการ จากนั้นทำการวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน แสดงดังตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน ด้วย MUDA = 7Waste

ขั้นตอน	ข้อกระบวนการ	MUDA = 7Waste						
		Defect	Over Production	Waiting	Transportation	Inventory	Motion	Over Processing
1	ติดตั้งใบมีดให้เข้ากับเครื่องปั๊มลูกชิ้น	-	-	-	-	-	-	-
2	ติดตั้งใบกวนให้ลูกศรต้องตามตำแหน่งที่กำหนด	-	-	-	-	-	-	-
3	ใส่สปริงบริเวณใบมีดและตรวจสอบความแน่นหนา	-	-	-	-	-	-	-
4	ตรวจสอบสถานะของสวิตซ์ไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	-	-	1	-	-	-	-
5	ทดสอบการทำงานของเครื่องโดยเปิดระบบเพื่อตรวจสอบความพร้อม	-	-	-	-	-	-	-
6	เติมน้ำอุ่นลงในรับประจุ โดยควบคุมระดับให้สอดคล้องกับค่าที่กำหนด	-	-	-	-	-	-	-
7	เปิดเครื่องปั๊มลูกชิ้นให้เริ่มกระบวนการผลิต	-	-	-	-	-	-	-
8	เติมน้ำอุ่นย่างต่อเนื่อง แต่ไม่ให้เกินบริมาณสูงสุดที่เครื่องกำหนด	-	-	-	-	-	1	1

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาควิช, 2568)

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการการทำงาน ด้วย MUDA = 7Waste (ต่อ)

ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	MUDA = 7Waste						
		Defect	Over Production	Waiting	Transportation	Inventory	Motion	Over Processing
9	เมื่อเครื่องปืนลูกชิ้นทำงานจนหมด รอบ ให้ปิดเครื่องทันที	-	-	-	-	-	-	-
10	ตรวจสอบคุณภาพของลูกชิ้นที่ปืน เสร็จโดยใช้การสุ่มตรวจด้วยสายตา	-	-	1	-	-	1	1
11	พนักงานทำการรวมลูกชิ้นที่ผ่าน การคัดแยกเพื่อนำไปในกระบวนการ ถัดไป	-	-	-	-	-	-	-
12	ถอดสปริงออกจากเครื่องปืนลูกชิ้น	-	-	-	-	-	-	-
13	ถอดใบกวนออกจากเครื่อง	-	-	-	-	-	-	-
14	ถอดใบมีดและทำความสะอาดดุก ชิ้นส่วนเพื่อเตรียมสำหรับการใช้งาน ครั้งถัดไป	-	-	-	-	-	-	1
รวม		0	0	2	0	0	2	4

(ที่มา : หักษ์คนยังคงภาริต, 2568)

จากตารางที่ 4.13 และ 4.14 พบความสูญเปล่าหดหายประการ โดยเฉพาะการทำงานเกิน
ความจำเป็น 4 ขั้นตอน รวมถึงการรอกอย และการเคลื่อนไหวอย่างละ 2 ขั้นตอน ซึ่งชี้ชัดว่า
กระบวนการทำงานเดิมมีกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าແ gegอยู่เป็นจำนวนมาก ขั้นตอนที่เกิดความสูญ
เปล่าดังกล่าวจะต้องนำไปปรับปรุงโดยใช้หลักการ ECRS ต่อไป เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลา
ดำเนินการ ทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยในหัวข้อถัดไปจะแสดงการนำหลักการ
ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบกระบวนการใหม่ที่ลีนขึ้น

เพื่อดำเนินการแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.13 และ 4.14 ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้หลักการ ECRS เป็นเครื่องมือหลักในการปรับปรุงกระบวนการทำงานของ เครื่องปั๊มลูกศรีชั้นอัตโนมัติอย่างเป็นระบบ หลักการ ECRS เป็นแนวทางที่ได้รับการยอมรับอย่าง แพร่หลายในการเพิ่มผลิตภาพ ซึ่งมีรากฐานมาจากระบบการผลิตแบบโตโยต้า โดยมุ่งเน้นการ ปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานผ่าน 4 แนวทางหลักที่ทรงพลัง (Zhan & Xuru, 2016) ดังนี้

(1) การกำจัด เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุดและควรพิจารณาเป็น อันดับแรก กือการตั้งคำถามว่า "ขั้นตอนนี้จำเป็นหรือไม่" หรือ "เราสามารถบรรลุเป้าหมายเดียวกัน ได้หรือไม่หากไม่มีขั้นตอนนี้" หากคำตอบคือไม่จำเป็น ก็ควรกำจัดทิ้งไปทันที ซึ่งเป็นการขัด ความสูญเปล่าที่ต้นตอโดยตรง (Ohno, 1988)

(2) การรวมกัน หากไม่สามารถกำจัดได้ ให้พิจารณาว่า "ขั้นตอนนี้สามารถ นำไปรวมกับขั้นตอนอื่นได้หรือไม่" การรวมกิจกรรมที่คล้ายคลึงกันหรือเกิดขึ้นในบริเวณเดียวกัน จะช่วยลดความซ้ำซ้อน, ลดการเคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็นระหว่างขั้นตอน, และลดเวลาการอคอมม์ได้อย่าง มีนัยสำคัญ

(3) การจัดใหม่ หากไม่สามารถรวมกันได้ ให้พิจารณาว่า "เราสามารถสลับ ลำดับขั้นตอนเพื่อทำให้งานไหลลื่นขึ้นได้หรือไม่" การจัดลำดับการทำงานหรือการจัดวางผังพื้นที่ ทำงานใหม่ อาจช่วยลดระยะเวลาการเดิน, ทำให้การหยับจับอุปกรณ์สะดวกขึ้น, และสร้างลำดับการ ทำงานที่เป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น (Liker & Meier, 2006)

(4) การทำให้ง่าย เป็นแนวทางสุดท้าย กือการตั้งคำถามว่า "เราจะทำให้ ขั้นตอนนี้ง่ายขึ้น, เร็วขึ้น, หรือปลอดภัยขึ้น ได้อย่างไร" ซึ่งอาจรวมถึงการใช้อุปกรณ์ช่วย, การ ปรับปรุงท่าทางการทำงาน, หรือการลดความซับซ้อนของเอกสาร เพื่อลดความผิดพลาดและลด ภาระของผู้ปฏิบัติงาน (ชัยวัฒน์ ศรีไชยแสง, 2555)

โดยจะนำหลักการนี้มาพิจารณาอย่างละเอียดในขั้นตอนที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า 3 ประเภทหลักที่ได้ระบุไว้ก่อนหน้า ได้แก่ การรอกอย, การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และ กระบวนการ ที่เกินความจำเป็น การวิเคราะห์จะมุ่งเน้นไปที่การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ในแต่ละขั้นตอนที่มีปัญหา เพื่อออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเช่น ในขั้นตอนที่ก่อให้เกิด การรอกอย จะมีการพิจารณาจัดลำดับขั้นตอนใหม่ หรือรวมกิจกรรมเข้าด้วยกัน เพื่อให้งานไหลลื่น ขึ้น และสำหรับขั้นตอนที่ก่อให้เกิด การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น จะมุ่งเน้นการทำให้ง่าย โดยการ ปรับปรุงท่าทางการทำงานหรือการจัดวางอุปกรณ์ โดยรายละเอียดการวิเคราะห์และนำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนจะแสดงดังตารางที่ 4.15 และ 4.16

ตารางที่ 4.15 วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงานด้วยหลักการ ECRS ขั้นตอนที่ 4, 5 และ 8

ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	สภาพปัจจุบัน/ ความซ้ำๆ เปล่า	แนวคิดในการปรับปรุง	วิธีการปรับปรุง			
				Eliminate	Combine	Simplify	Rearrange
4	ตรวจสอบสถานะของสวิตช์ไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	หากต้องตรวจสอบสวิตช์ไฟฟ้าทุกครั้งก่อนใช้งาน อาจเกิดความล่าช้า	รวบรวมในขั้นตอน การทดสอบการทำงานของเครื่องโดยเบ็ดรูบเพื่อตรวจสอบความพร้อมให้เป็นขั้นตอนเดียวกัน	-	✓	-	-
5	ทดสอบการทำงานของเครื่องโดยเบ็ดรูบเพื่อตรวจสอบความพร้อม	การตรวจสอบด้วยวิธีเดิมที่ใช้เวลานาน หรือทำให้เครื่องต้องทำงานโดยไม่จำเป็น	รวบรวมในขั้นตอน ตรวจสอบสถานะของสวิตช์ไฟฟ้าว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ให้เป็นขั้นตอนเดียวกัน และลดเวลาในการทดสอบเครื่องลง	-	✓	-	-
8	เติมน้ำอุ่น อย่างต่อเนื่อง แต่ไม่ให้เกิน ปริมาณสูงสุดที่เครื่องกำหนด	พนักงานอาจต้องเดินไปเติมน้ำอุ่นบ่อยครั้ง ทำให้เสียเวลาและแรงงาน โดยไม่จำเป็น และเกิดความผิดพลาดในการเติมน้ำอุ่นให้ได้ตามที่กำหนด	หากยังต้องใช้แรงงานคน ควรมีภารกิจหนึ่งเป็นที่เหมาะสม เพื่อลดความผิดพลาด	-	-	✓	-

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวน์, 2568)

ตารางที่ 4.16 วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงานด้วยหลักการ ECRS ขั้นตอนที่ 10 และ 14

ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	สภาพปัจจุบัน/ ความสูญเปลี่ยน	แนวคิดในการปรับปรุง	วิธีการปรับปรุง			
				Eliminate	Combine	Simplify	Rearrange
10	ตรวจสอบ คุณภาพของ ลูกชิ้นที่ปั้น ¹ เสร็จโดยใช้การ สุ่มตรวจด้วย สายตา	การสุ่มตรวจด้วย สายตาใช้เวลานาน พนักงานต้องใช้ แรงงานมาก และ ² ขาดเครื่องมือช่วย ตรวจสอบ ทำให้ เกิดความล่าช้าและ ข้อผิดพลาดในการ คัดแยก	ผู้วิจัยได้ออกแบบและ สร้างเครื่องมือตรวจสอบ คุณภาพ เพื่อลด ระยะเวลาการตรวจสอบ ลดภาระพนักงาน และ เพิ่มความแม่นยำในการ คัดแยก	-	-	✓	-
14	ถอดใบมีดและ ทำความสะอาด ทุกชิ้นส่วนเพื่อ ³ เตรียมสำหรับ ⁴ การใช้งานครั้ง ⁵ ถัดไป	การถอดใบมีดและ ทำความสะอาดทุก ชิ้นส่วนใช้เวลานาน พนักงานต้องทำ ⁶ ความสะอาดที่ละเอียด ⁷ ส่งผลให้เกิด ⁸ ความล่าช้าและใช้ ⁹ แรงงานมากเกิน ¹⁰ ความจำเป็น	รวมขั้นตอนการถอดและ ถังบางชิ้นส่วนเข้า ด้วยกัน โดยใช้ภาชนะ สำหรับ เช่น ถุง ¹¹ สะอาด ใช้วิธีการถัง ¹² แบบกลุ่ม ลดระยะเวลา การทำงาน ลดแรงงานที่ ¹³ ใช้ และเพิ่มประสิทธิภาพ ¹⁴ การทำงาน	-	✓	-	-

(ที่มา : หักษ์ดันย์และภาวิต, 2568)

จากตารางที่ 4.15 และ 4.16 ผู้วิจัยได้นำหลักการ ECRS มาประยุกต์ใช้กับแต่ละขั้นตอนที่มีปัญหา โดยพิจารณาถึงการรวมขั้นตอนที่ไม่จำเป็นเข้าด้วยกัน และการปรับปรุงวิธีการให้ง่ายขึ้น เพื่อขัดความสูญเปลี่ยนที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์ที่ทำให้สามารถออกแบบแบบกระบวนการทำงานใหม่ที่กระชับและลดระยะเวลาลง ซึ่งรายละเอียดของกระบวนการที่ปรับปรุงใหม่นี้แสดงดังตารางที่ 4.17 และ 4.18

ตารางที่ 4.17 แผนภูมิกระบวนการไอล ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ หลังปรับปรุง

แผนภูมิกระบวนการไอลกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart)							
แผนภูมิหมายเลข : 02		สรุปผล					
		Activity		จำนวน (Activity)			
กรณีศึกษา :	บริษัทลูกชิ้นปลาเจ้าへ่า	<input type="circle"/>	การปฏิบัติการ	9			
กรรมวิธี :	ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ	<input type="rightarrow"/>	การเคลื่อนที่	0			
สถานที่ :	สถานีการผลิตลูกชิ้นปลา	<input type="square"/>	การรอคอย	0			
ผู้บันทึก :	นายกาวิต วัฒนาภังษ์ชัย	<input type="square"/>	การตรวจสอบ	2			
ผู้รอกข้อมูล :	นายทักษ์คณข พองประเทือง	<input type="triangle"/>	การเก็บรักษา	0			
วันที่ :	12/4/2568	ระยะเวลา (เมตร)		12.80			
		เวลา (นาที)		473.65			
ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	จำนวน (คน)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์		หมายเหตุ
					<input type="circle"/>	<input type="rightarrow"/>	
1	ติดตั้งชุดบล็อกในมีดให้เข้ากับเครื่องปั๊มลูกชิ้น	1	0.30	17.71	<input checked="" type="circle"/>		
2	ติดตั้งใบการให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่กำหนด	1	0.20	11.56	<input checked="" type="circle"/>		
3	ใส่สปริงบริเวณใบมีดและตรวจสอบความแน่นหนา	1	0.50	4.50	<input checked="" type="circle"/>		
4	ทดสอบการทำงานของสวิตซ์ไฟฟ้า ของเครื่องโดยเปิดระบบเพื่อตรวจสอบความพร้อม	1	0.50	32.15		<input checked="" type="square"/>	เมื่อเครื่องพร้อมให้เปิดระบบ
5	เติมน้ำอุ่นลงในกรวยบรรจุ โดยควบคุมระดับให้สอดคล้องกับค่าที่กำหนด	1	0.80	25.56	<input checked="" type="circle"/>		
6	ปิดเครื่องปั๊มลูกชิ้นให้เริ่มกระบวนการผลิต	1	0.50	3.49	<input checked="" type="circle"/>		

(ที่มา : ทักษ์คณข และกavit, 2568)

ตารางที่ 4.18 แผนภูมิกระบวนการไหล ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ หลังปรับปรุง (ต่อ)

แผนภูมิกระบวนการไหลกระบวนการทำงาน (Flow Process Chart)						
แผนภูมิหมายเลข : 02		สรุปผล				
		Activity		จำนวน (Activity)		
กรณีศึกษา :	บริษัทลูกชิ้นปลาเจ้าห่า	<input type="circle"/>	การปฏิบัติการ	9		
กรรมวิธี :	ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ	<input type="rightarrow"/>	การเคลื่อนที่	0		
สถานที่ :	สถานีการผลิตลูกชิ้นปลา	<input type="square"/>	การรอคอย	0		
ผู้บันทึก :	นายภาวิช วัฒนาภังษ์	<input type="square"/>	การตรวจสอบ	2		
ผู้รอกข้อมูล :	นายทักษ์คณย์ ทองประเทือง	<input type="triangle"/>	การเก็บรักษา	0		
วันที่ :	12/4/2568	ระยะเวลา (เมตร)		12.80		
		เวลา (นาที)		473.65		
ขั้นตอน	ชื่อกระบวนการ	จำนวน (คน)	ระยะ (เมตร)	เวลา (วินาที)	สัญลักษณ์	หมายเหตุ
7	เดินเนื้อปลาอย่างต่อเนื่อง แต่ไม่ให้เกินบริมาณสูงสุดที่เครื่องกำหนด	1	0.80	5.55	<input type="circle"/> <input type="rightarrow"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="triangle"/>	
8	เมื่อเครื่องปั๊มลูกชิ้นทำงานจนหมดครบ ให้ปิดเครื่องทันที	1	0.50	3.22	<input type="circle"/> <input type="rightarrow"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="triangle"/>	
9	ตรวจสอบคุณภาพของลูกชิ้นที่ปั๊มเสร็จโดยใช้การสุ่มตรวจด้วยสายตา	1	0.20	58.14	<input type="circle"/> <input type="rightarrow"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="triangle"/>	ตรวจสอบทุก 1 รอบการผลิต
10	พนักงานทำการรวมลูกชิ้นที่ผ่านการคัดแยกเพื่อนำไปในกระบวนการตัดໄป	1	5.00	11.48	<input type="circle"/> <input type="rightarrow"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="triangle"/>	
11	ถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องปั๊มลูกชิ้นล้างทำความสะอาด	1	3.50	300.28	<input type="circle"/> <input type="rightarrow"/> <input type="square"/> <input type="square"/> <input type="triangle"/>	
รวม		11	12.80	473.65	9 0 0 2 0	

(ที่มา : ทักษ์คณย์และภาวิช, 2568)

จากตารางที่ 4.17 และ 4.18 ซึ่งเป็นแผนภูมิกระบวนการ ไอลหลังการปรับปรุงด้วย หลักการ ECRS ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับกระบวนการเดิม เพื่อสรุปผลการเปลี่ยนแปลงเชิง ปริมาณและคุณภาพดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 แสดงการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์การปรับปรุงก่อนและหลัง

รายการที่ปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง
จำนวนขันตอนทั้งหมด	14 ขันตอน	12 ขันตอน	ลดลง 2 ขันตอน
การปฏิบัติการ (Operations)	11 ครั้ง	9 ครั้ง	ลดลง 2 ครั้ง
การเคลื่อนย้าย (Transportation)	1 ครั้ง	0 ครั้ง	ลดลง 1 ครั้ง
การรอคอย (Waiting)	1 ครั้ง	0 ครั้ง	ลดลง 1 ครั้ง
การตรวจสอบ (Inspection)	1 ครั้ง	2 ครั้ง	เพิ่มขึ้น 1 ครั้ง (เป็นการเพิ่มการควบคุม)
การจัดเก็บ (Storage)	0 ครั้ง	1 ครั้ง	เพิ่มขึ้น 1 ครั้ง (เพิ่มขันตอนที่เป็นมาตรฐาน)
ระยะทางรวม	13.00 เมตร	12.80 เมตร	ลดลง 0.20 เมตร
เวลารวม	489.16 วินาที	473.65 วินาที	ลดลง 15.51 วินาที

(ที่มา : ทักษะด้วยและการ, 2568)

จากตารางที่ 4.19 สามารถสรุปได้อ้างอิงชัดเจนว่า ผลการปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS ประสบความสำเร็จ โดยสามารถลดขันตอนการทำงานลง 2 ขันตอน, ลดเวลารวมลงร้อยละ 3.17 และลดระยะทางการเคลื่อนที่ลงร้อยละ 1.54 สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการด้วยหลัก 7 Wastes และ ECRS ประสบความสำเร็จ โดยสามารถลดขันตอนลง 2 ขันตอน ลดเวลาลง 3.17% และจัด ความสูญเปล่าด้านการรอคอยและการเคลื่อนย้ายได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ Why-Why และ FMEA ชี้ว่าการขาดมาตรฐานการทำงานเป็นสาเหตุรากของปัญหา ดังนั้น เพื่อให้การปรับปรุง ยั่งยืน จึงได้จัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานขึ้นเพื่อใช้ควบคุมกระบวนการต่อไป

4.3.2.2 การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน

หลังจากที่ได้ออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ที่มีประสิทธิภาพในหัวข้อก่อนหน้าแล้ว ขั้นตอนต่อไปที่สำคัญคือการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงานเพื่อให้การปรับปรุงมีความยั่งยืน จากผลการวิเคราะห์ Why-Why Analysis และ FMEA ได้ชัดว่าหนึ่งในสาเหตุรากของปัญหาคือ การไม่มีคู่มือในการทำงาน และ การไม่มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานมาตรฐาน ซึ่งส่งผลให้พนักงานขาดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนและทำงานแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน สำหรับขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติฉบับใหม่ ขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมกระบวนการและเป็นแนวทางในการฝึกอบรมพนักงาน โดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4.20, 4.21 และ 4.22

ตารางที่ 4.20 คู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติฉบับใหม่

ขั้นตอนการปฏิบัติ	จุดสำคัญ / ข้อควรระวัง	รูปภาพประกอบ
1.ติดตั้งชุดบล็อกใบมีด และใบกวนให้เข้ากัน เครื่อง	ตรวจสอบความคมของใบมีด ต้องไม่มีรอยบิ่น ขันล็อกให้แน่นพอคี ไม่หลวมเกินไป	
2.ใส่สปริงบริเวณใบมีด	ตรวจสอบแรงดึงของสปริง ไม่แข็งหรืออ่อนเกินไป	
3.ทดสอบการทำงานของเครื่อง	เปิดเครื่องทดสอบการหมุน 5-10 วินาที พึงเสียงผิดปกติ หรือสังเกตการสั่นของเครื่อง	

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

ตารางที่ 4.21 คู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติแบบใหม่ (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติ	จุดสำคัญ / ข้อควรระวัง	รูปภาพประกอบ
4.เติมน้ำอุ่นในกรวยบรรจุ	เติมครึ่งแรกให้ถึง ปีดสีแดง ที่กำหนด	
5.ปิดเครื่องปั้นลูกชิ้น	กดสวิตซ์สีเขียวเพื่อเริ่มทำงาน	
6.เติมน้ำอุ่นกลาอย่างต่อเนื่อง	รักษาดับเบิลน้ำอุ่นให้อยู่ระหว่าง ปีดสีแดง เสมอ- ห้ามเติมจนล้นกรวย	
7.ปิดเครื่องเมื่อหมดรอบการผลิต	เมื่อเนื้อปลาในกรวยหมด ให้กดสวิตซ์สีแดงเพื่อหยุดเครื่อง	
8.ตรวจสอบคุณภาพลูกชิ้น	นำลูกชิ้นที่ได้ ไหลงผ่าน อุปกรณ์คัดแยกขนาด - คัดแยกลูกชิ้นที่ไม่ได้ขนาดออกทันที	

(ที่มา : หักษ์ดนายและภานุวัติ, 2568)

ตารางที่ 4.22 คู่มือปฏิบัติงานมาตรฐานการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติบับใหม่ (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติ	จุดสำคัญ / ข้อควรระวัง	รูปภาพประกอบ
9. รวมรวมลูกชิ้นที่ได้ มาตรฐาน	นำลูกชิ้นที่ผ่านการคัดแยกแล้ว ใส่ในภาชนะเพื่อส่งต่อ	
10. ถอดชิ้นส่วน อุปกรณ์	ถอดใบมีด ใบกวน และสปริง ออกจากเครื่อง	
11. ทำความสะอาดและ จัดเก็บ	นำชิ้นส่วนทั้งหมดไปล้างทำความสะอาดตามขั้นตอน-จัดเก็บอุปกรณ์เข้าที่ให้เรียบร้อย	

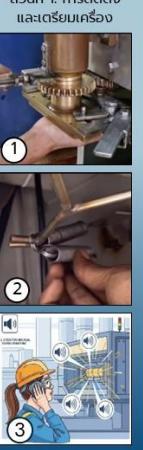
(ที่มา : ทักษะด้ายและภาวิช, 2568)

จากตารางที่ 4.20, 4.21 และ 4.22 แสดงขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติบับใหม่ และผู้วิจัยได้นำมาจัดทำเป็นคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน สำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงาน จริง ซึ่งแสดงรายละเอียดทั้งหมดดังภาพที่ 4.7, 4.8 โดยมีรายละเอียดบันทุมเต็มในภาคผนวก ข-10 และ ข-11

คู่มือการทำงาน : ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ



ส่วนที่ 1: การติดตั้งและเตรียมเครื่อง



1. การติดตั้งเครื่อง
2. การติดตั้งสายไฟ
3. การติดตั้งสายลม

ส่วนที่ 2: การปรับตั้งงาน



4. การตั้งค่าปรับตั้งงาน
5. การตั้งค่าเวลา
6. การตั้งค่าปริมาณ
7. การตั้งค่าความเร็ว

ส่วนที่ 3: การตรวจสอบและทำความสะอาด



8. การตรวจสอบการทำงาน
9. การทำความสะอาด
10. การเปลี่ยนใบมีด
11. การซ่อมแซม

บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ้า手下	อัปบาร์ : 1
จัดทำโดย : นายทักษิณ กองประทุม	หน้าที่ : 1/2
จุดประสงค์ : เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงาน และลดความไม่แน่นอนในการปฏิบัติงานของพนักงาน	วันที่ บังคับใช้ : 01/01/2568

ภาพที่ 4.7 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับคิดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 1/2
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

คู่มือการทำงาน : ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ

บริษัท ลูกชิ้นปลาเจ้า手下	อัปบาร์ : 1
จัดทำโดย : นายทักษิณ กองประทุม	หน้าที่ : 2/2
จุดประสงค์ : เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงาน และลดความไม่แน่นอนในการปฏิบัติงานของพนักงาน	วันที่ บังคับใช้ : 01/01/2568

ลำดับที่	ขั้นตอนการปฏิบัติ	จุดสำคัญ / ข้อควรระวัง
ส่วนที่ 1: การติดตั้งและเตรียมเครื่อง	1.ติดตั้งชุดเบล็อกให้มิดและไขควันให้เข้ากับเครื่อง	ตรวจสอบความคงของไขปัด ต้องไม่มีรอยยัน ขันรี็อกให้แน่นพอ
	2.ใส่กล่องบริเวณให้มิด	ตรวจสอบแรงดึงของสปริง ไม่เสื่อมหรืออ่อนเกินไป
	3. gland ของกรรไกรท่านขยับเครื่อง	เปิดเครื่องทดสอบการหมุน 5-10 วินาที- พิจารณาดูผลการหมุน
ส่วนที่ 2: การปรับตั้งงาน	4.เติมเม็ดปลาลงในกรวยบรรจุ	เติมครึ่งแรกให้ถึง ช้อนสีแดง ที่กำหนด
	5.ปิดเครื่องปั้นลูกชิ้น	กดสวิตช์สีเขียวเพื่อเริ่มการทำงาน
	6.เติมเม็ดปลาอีกครั้งต่อเนื่อง	รักษาเติมเม็ดปลาให้อยู่ระหว่าง ช้อนสีแดงและสีดำ- ห้าม เติมจนล้นกรวย
	7.ปิดเครื่องเมื่อหมดรอบการผลิต	เมื่อเม็ดปลาหมด ให้กดสวิตช์สีแดงเพื่อหยุดเครื่อง
ส่วนที่ 3: การตรวจสอบและทำความสะอาด	8.ตรวจสอบความสะอาด	นำลูกชิ้นที่ได้ ให้ผ่าน ลูปเรียบคัดแยกขนาด- คัดแยกลูกชิ้นที่ไม่ได้ขนาดออกกัน
	9.ตรวจสอบลูกชิ้นที่ได้มาตรฐาน	นำลูกชิ้นที่ผ่านการคัดแยกแล้วใส่ในภาชนะเพื่อส่งต่อ
	10.ถอนชิ้นส่วนอุปกรณ์	ถอนชิ้นส่วน ใบกวน และสปริง ออกจากเครื่อง
	11.ทำความสะอาดและวัดเทป	นำชิ้นส่วนทั้งหมดไปล้างทำความสะอาดตามขั้นตอน- วัดกันอุปกรณ์ที่ใช้เรียบร้อย

ภาพที่ 4.8 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับคิดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 2/2
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

จากภาพที่ 4.7 และ 4.8 แสดงรายละเอียดของคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานฉบับสมบูรณ์ ที่ได้นำไปติดตั้งไว้บน จุดปฏิบัติงานจริงสำหรับให้พนักงาน

คู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ได้ถูกนำมาติดตั้งไว้บริเวณหน้าเครื่องจักรเพื่อให้พนักงานสามารถอ้างอิงได้ตลอดเวลา และใช้เป็นเอกสารหลักในการฝึกอบรมพนักงานใหม่ การมีมาตรฐานที่ชัดเจนนี้จะช่วยลดความแปรผันในการทำงานของพนักงานแต่ละคน ทำให้มั่นใจได้ว่ากระบวนการที่ปรับปรุงใหม่จะถูกปฏิบัติอย่างถูกต้องสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์และป้องกันการเกิดข้อเสียขึ้นในระยะยาว

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้มั่นใจว่าพนักงานทุกคน ทั้งพนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่ สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนในคู่มือได้อย่างถูกต้อง และเพื่อแก้ไขปัญหาการถ่ายทอดความรู้แบบปากต่อปากที่ขาดความสม่ำเสมอ การมีเอกสารเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ต่อยอดการปรับปรุงในขั้นตอนนี้ ด้วยการจัดกิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการขึ้น เพื่อสาธิตและฝึกทักษะการทำงานตามมาตรฐานใหม่นี้ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 กิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการสาธิตและฝึกทักษะการทำงานตามมาตรฐานใหม่
(ที่มา : ทักษะด้วยและการ, 2568)

จากภาพที่ 4.9 แสดงกิจกรรมอบรมพนักงานเกี่ยวกับการอบรมเชิงปฏิบัติการทั้ง พนักงานปัจจุบันและพนักงานใหม่ สามารถเข้าใจและปฏิบัติตามขั้นตอนในคู่มือได้อย่างถูกต้อง เกี่ยวกับการทำงานตามมาตรฐานใหม่นี้

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน ในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานฉบับใหม่ขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ได้จากการวิเคราะห์ FMEA และ Why-Why Analysis ที่ระบุว่าการไม่มีคู่มือเป็นหนึ่งในสาเหตุของปัญหา โดยได้นำกระบวนการทำงานที่ปรับปรุงใหม่ทั้ง 11 ขั้นตอน มาจัดทำเป็นเอกสารมาตรฐาน 2 หน้า ที่มีรูปภาพประกอบและระบุจุดสำคัญในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน คู่มือฉบับนี้ถูกนำมาปฏิบัติตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริงเพื่อใช้เป็นมาตรฐานอ้างอิง ลดความแปรผันในการทำงานของพนักงาน และเป็นเครื่องมือหลักสำหรับการฝึกอบรม เพื่อให้การปรับปรุงกระบวนการมีความยั่งยืนและสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ในระยะยาว

4.3.3 ปรับปรุงระบบการวัด

จากการวิเคราะห์ระบบการวัดในบทที่ 3 พบว่าพนักงานที่ผ่านการคัดเลือก 3 คน มีความสามารถในการตรวจสอบคุณภาพลูกชิ้นด้วยสายตาอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งเป็นการยืนยันว่าหากใช้บุคลากรที่มีทักษะ สามารถคัดแยกผลิตภัณฑ์ได้ในระดับหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม ในสถานการณ์การผลิตจริง ตำแหน่งผู้ควบคุมเครื่องปั้นลูกชิ้นมีการหมุนเวียน พนักงานหลายคนเข้ามายังปฏิบัติหน้าที่ ซึ่งพนักงานเหล่านี้มีประสบการณ์และทักษะที่แตกต่างกันไป การพึงพาทักษะการตรวจสอบด้วยสายตาของพนักงานหลายคนจึงก่อให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดความไม่สม่ำเสมอและความคลาดเคลื่อนในการคัดแยกของเสีย ซึ่งเป็นปัญหาที่การทดสอบ MSA ไม่ได้ครอบคลุมถึง

ดังนั้น เพื่อลดความแปรผันที่เกิดจากปัจจัยด้านบุคคล และสร้างมาตรฐานการตรวจสอบที่ทุกคนสามารถใช้ได้เหมือนกัน โดยไม่ต้องอาศัยประสบการณ์ ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการออกแบบและสร้างอุปกรณ์คัดแยกขึ้น เพื่อยกระดับระบบการวัดจากการพึงพาทักษะส่วนบุคคลไปสู่การใช้เครื่องมือที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งมีความน่าเชื่อถือและยั่งยืนกว่าในระยะยาว โดยจะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

4.3.3.1 แนวคิดในการออกแบบและคุณสมบัติของอุปกรณ์

ในการออกแบบอุปกรณ์คัดแยก ผู้วิจัยได้ใช้หลักการออกแบบเครื่องมือวัดเบื้องต้นที่เรียกว่า "เจ้าผ่าน/ไม่ผ่าน" (Go/No-Go Gauge) ซึ่งเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นการสร้างเครื่องมือที่สามารถตัดสินใจคุณภาพได้ทันที โดยไม่ต้องอาศัยการวัดค่าที่ซับซ้อน วัตถุประสงค์หลักคือการสร้างอุปกรณ์ที่ใช้งานง่าย ต้นทุนต่ำ และสามารถให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและสม่ำเสมอ โดยไม่ขึ้นอยู่กับทักษะของผู้ใช้งาน โดยได้กำหนดคุณสมบัติที่สำคัญของอุปกรณ์ไว้ดังนี้

(1) ขนาดในการคัดแยกอ้างอิงตามขนาดมาตรฐานของลูกชิ้นที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 คือต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วง 24.46 – 28.46 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์แผนภูมิความคุณ ของกระบวนการก่อนการปรับปรุง (ดังแสดงในภาพที่ 3.24) พบว่าปัญหาของเสียที่เกิดจากขนาดที่ผิดปกติทั้งหมดมีแนวโน้มที่จะมีขนาดเล็กกว่าค่ามาตรฐาน โดยมีจุดข้อมูลถึง 44 จุดที่อยู่นอกเหนือขีดจำกัดความคุณด้านล่าง (LCL) และ ไม่พบจุดที่อยู่นอกขีดจำกัดด้านบน (UCL) เลยกำหนดจุดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบอุปกรณ์คัดแยกโดยมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหาหลักที่เกิดขึ้นจริง คือการคัดแยกเฉพาะลูกชิ้นที่มี ขนาดเล็กกว่า 24.46 มิลลิเมตร ออกจากกระบวนการ การออกแบบที่จะจึงทำให้เครื่องมือสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงที่จะเกิดการริบหรือกระแทกกระบวนการในเชิงสถิติ

(2) วัสดุเลือกใช้วัสดุที่เป็นเกรดอาหาร เช่น สแตนเลส หรือพลาสติก PE ซึ่งปลอดภัยต่อการสัมผัสอาหาร, ทนทานต่อการใช้งาน และทำความสะอาดได้ง่าย

(3) การใช้งาน ต้องออกแบบให้มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน พนักงานทุกคนสามารถเรียนรู้วิธีการใช้งานได้ในเวลาอันสั้น และสามารถถอดล้างทำความสะอาดได้สะดวก

(4) ต้นทุนการผลิต สามารถผลิตได้ด้วยต้นทุนที่ไม่สูง โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่มีอยู่ภายในบริษัทหรือจัดหาได้ง่าย

4.3.3.2 ลักษณะและหลักการทำงานของอุปกรณ์

จากแนวคิดและคุณสมบัติที่กำหนดไว้ในหัวข้อก่อนหน้า ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างอุปกรณ์คัดแยกขึ้น เพื่อให้เห็นภาพการปรับปรุงระบบการวัดอย่างเป็นรูปธรรม โดยในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงลักษณะทางกายภาพและหลักการทำงานของอุปกรณ์ดังนี้

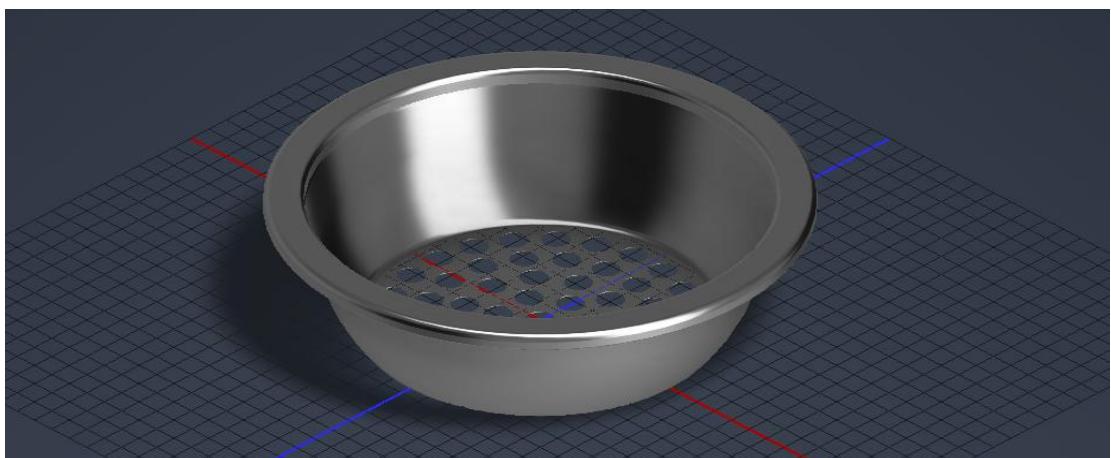
(1) ลักษณะของอุปกรณ์ที่ออกแบบขึ้น เป็นการนำ กระมังสแตนเลสเกรดอาหาร มาดัดแปลงโดยตรง แสดงดังภาพที่ 4.10 โดยได้ทำการเจาะรูวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.46 มิลลิเมตร เท่าๆ กันบริเวณก้นกระมัง เพื่อใช้เป็นตัวกรองสำหรับคัดขนาด



ภาพที่ 4.10 กะละมังสแตนเลสเกรดอาหาร

(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2568)

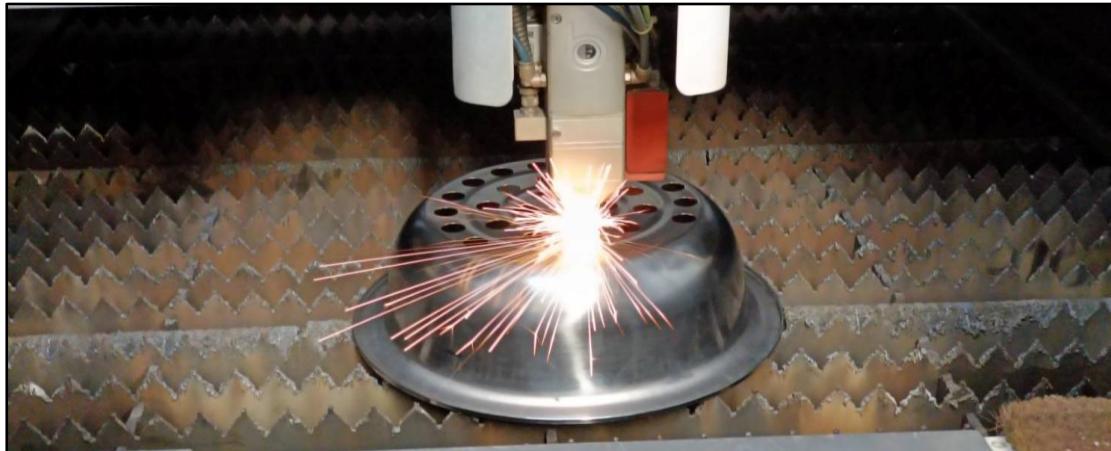
จากการที่ 4.10 แสดงลักษณะของกะละมังสแตนเลสเกรดอาหาร ที่ได้ทำการเลือกใช้ในการตัดแปลง เพราะเนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตได้ดี และวัสดุสามารถจัดหาได้ง่าย โดยการตัดแปลงที่สำคัญที่สุดคือการนำกะละมังดังกล่าวมาเจาะรูวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 24.46 มิลลิเมตร เท่าๆ กันบริเวณก้นกะละมัง เพื่อใช้เป็นตะแกรงสำหรับกัดขนาด โดยแบบทางเทคนิคสำหรับออกแบบนั้นจะระบุขนาดของรูเจาะแสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 แสดงแบบในการเจาะรูวงกลม

(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2568)

จากภาพที่ 4.11 แสดงแบบทางเทคนิคสำหรับกำหนดตำแหน่งและขนาดรูเจาะ เพื่อนำไปใช้กับเครื่องตัดเลเซอร์ในการดัดแปลงกระ吝มังให้เป็นตะแกรงคัดขนาด ตามที่ออกแบบไว้แสดงดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 แสดงกระบวนการเจาะรูโดยเครื่องตัดเลเซอร์
(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2568)

จากภาพที่ 4.12 แสดงการดัดแปลงกระ吝มังด้วยเครื่องตัดเลเซอร์โดยเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญประจำห้องปฏิบัติการ ตามแบบทางเทคนิคที่จัดทำไว้ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีความแม่นยำสูง อุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นที่เสร็จสมบูรณ์แสดงในภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 อุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นนับสมบูรณ์
(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิต, 2568)

จากภาพที่ 4.13 แสดงอุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นฉบับสมบูรณ์ ซึ่งผลิตโดยการดัดแปลงกระ吝มังสแทนเลสเกรดอาหาร ด้วยการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.46 มิลลิเมตร เพื่อใช้ในการคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ขนาดมาตรฐาน โดยหลักการทำงานจะแสดงดังหัวข้อดังไป

(2) หลักการทำงานอุปกรณ์คัดแยกที่สร้างขึ้นถูกออกแบบมาให้ทำงานร่วมกับภาชนะรองรับเดิม ได้อย่างสะดวก โดยมีขั้นตอนการใช้งานที่ง่ายและรวดเร็ว ดังนี้

- พนักงานนำอุปกรณ์คัดแยก ไปวางช้อนลงในกระ吝มังร่องรับใบเดิมที่ตั้งอยู่ได้เครื่องปืนลูกชิ้น แสดงดังภาพที่ 4.14



ภาพที่ 4.14 การติดตั้งอุปกรณ์คัดแยก

(ที่มา : ทักษะด้วยแล้ววิทยา, 2568)

จากภาพที่ 4.14 แสดงขั้นตอนแรกของการนำอุปกรณ์คัดแยกมาใช้งาน คือ การติดตั้งโดยนำไปวางช้อนในกระ吝มังร่องรับใบเดิมที่ตั้งอยู่ได้เครื่องปืนลูกชิ้นอัตโนมัติ จะเห็นได้ว่าการออกแบบนี้คำนึงถึงการทำงานร่วมกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนผังการทำงานหรือจัดหากาชนาใหม่ การวางแผนที่ดีในลักษณะนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นการเตรียมความพร้อมให้ลูกชิ้นที่ปืนเสร็จทั้งหมดตกลงสู่ตะแกรงคัดแยกโดยตรง ก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการร่อนเพื่อตรวจสอบขนาดในลำดับต่อไป

- พนักงานเปิดเครื่องทำงาน และปล่อยให้ลูกชิ้นที่ปืนเสร็จตกลงสะสมในอุปกรณ์คัดแยกจนได้ปริมาณที่เหมาะสมแล้วแสดงดังภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 แสดงลูกชิ้นที่ปืนเสร็จที่อยู่ในอุปกรณ์คัดแยก
(ที่มา : ทักษิณยและภาต, 2568)

จากภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณลูกชิ้นที่เหมาะสมสำหรับการคัดแยกในแต่ละรอบ ซึ่งเป็นจุดสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของอุปกรณ์ โดยปริมาณที่เหมาะสมคือการรวบรวมให้ลูกชิ้นกระจายตัวเป็นชั้นเดียว ทั่วทั้งพื้นผิวของตะแกรง เหตุผลที่ต้องควบคุมให้เป็นชั้นเดียวก็เพื่อให้ลูกชิ้นทุกลูกมีโอกาสสัมผัสกับรูตะแกรง ในขั้นตอนการร่อนคัดขนาด หากใส่ลูกชิ้นในปริมาณที่มากเกินไปจะน้ำหนักกันเป็นหลายชั้น ลูกชิ้นที่อยู่ชั้นบนจะไม่สามารถเคลื่อนที่ลงมาสัมผัสกับรูตะแกรงได้ ทำให้ลูกชิ้นที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน (ของเสีย) อาจไม่ถูกคัดแยกออกไป และยังคงประปนอยู่กับของดี ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ลดลงอย่างมาก ดังนั้น การควบคุมปริมาณให้เหมาะสมจึงเป็นหัวใจสำคัญของการใช้งานอุปกรณ์นี้ เพื่อให้การร่อนคัดขนาดในขั้นตอนถัดไปมีประสิทธิภาพสูงสุด

- พนักงานยกอุปกรณ์คัดแยกขึ้นเดิกน้อย แล้วทำการร่อนหรือเทยาเบาๆ เพื่อให้ลูกชิ้นกลิ้งสัมผัสกับรูตะแกรงให้ทั่วถึง และแสดงดังภาพที่ 4.16



**ภาพที่ 4.16 แสดงวิธีการการคัดแยกลูกชิ้น
(ที่มา : หักหดนัยและการ, 2568)**

จากภาพที่ 4.16 แสดงขั้นตอนการคัดแยกผลิตภัณฑ์ ซึ่งพนักงานจะทำการเบย่าอุปกรณ์เพื่อให้ลูกชิ้นทั้งหมด ได้สัมผัสกับผิวน้ำของตะแกรง และทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กกว่า 24.46 มม. ลูกคัดกรองออกไปอย่างมีประสิทธิภาพ

- ลูกชิ้นที่มีขนาดเล็กกว่า 24.46 มม. จะลอดผ่านรูตกลงสู่กระถังในล่าง ในขณะที่ลูกชิ้นขนาดมาตรฐาน จะยังคงค้างอยู่ในอุปกรณ์คัดแยกด้านบน ขั้นตอนนี้จึงเป็นการแบ่งแยกผลิตภัณฑ์ออกเป็นสองกลุ่มอย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ซึ่งเป็นการยืนยันประสิทธิภาพของหลักการ Go/No-Go ที่นำมาใช้ โดยพนักงานสามารถนำเฉพาะกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน ที่ค้างอยู่บนตะแกรงไปสู่กระบวนการคัดໄปได้อย่างมั่นใจ และรวมของเสียที่ตกลงมาเพื่อบันทึกผลได้ทันที

- หลังการคัดแยก พนักงานสามารถนำลูกชิ้นดีเข้าสู่กระบวนการคัดໄปได้ทันที ทำให้แยกลูกชิ้นดีและเสียได้อย่างชัดเจนและรวดเร็ว โดยไม่ต้องพึ่งการสุ่มตรวจด้วยสายตาอีกต่อไป การปรับปรุงนี้เปลี่ยนจากการพึ่งพาหักษะส่วนบุคคลที่มีความผันแปรสูง มาใช้มาตรฐานทางกายภาพที่เที่ยงตรง ลดความแปรปรวนจากผู้ปฏิบัติงานและสร้างความมั่นใจในคุณภาพก่อนเข้าสู่ขั้นตอนสุดท้าย ดังแสดงในภาพที่ 4.17



**ภาพที่ 4.17 แสดงผลลัพธ์จากการใช้งานอุปกรณ์คัดแยก
(ที่มา : ทักษะด้วยและการ, 2568)**

จากภาพที่ 4.17 แสดงผลลัพธ์หลังการคัดแยก ซึ่งพิสูจน์ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการแบ่งแยกผลิตภัณฑ์ออกเป็นสองกลุ่ม ได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานซึ่งค้างอยู่บนตะแกรง และกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ขนาดเล็กกว่ามาตรฐานซึ่งถูกคัดกรองลงสู่ภาชนะรองรับเดิม

จากหลักการทำงานที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์คัดแยกที่สร้างขึ้นมีวิธีการใช้งานที่ชัดเจนและสามารถแก้ไขปัญหาการตรวจสอบด้วยสายตาได้โดยตรง การนำหลักการ Go/No-Go Gauge มาใช้ในรูปแบบที่จำต้องได้นี้ เป็นการยกระดับกระบวนการตรวจสอบคุณภาพจากการพิ่งพาทักษะและความรู้สึกส่วนบุคคล ซึ่งมีความผันแปรสูง ไปสู่ระบบการตรวจสอบที่เป็นมาตรฐานและเที่ยงตรง ที่ทุกคนสามารถปฏิบัติได้เหมือนกัน ซึ่งไม่เพียงแต่จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากความแตกต่างระหว่างผู้ปฏิบัติงาน แต่ยังเป็นการสร้างมาตรฐานที่ชัดเจนให้กับผลิตภัณฑ์ที่เป็นครั้งแรก

ในหัวข้อดังไปจึงจะกล่าวถึงการนำอุปกรณ์ดังกล่าวไปพนagnarumเข้ากับกระบวนการทำงานที่ปรับปรุงใหม่ เพื่อให้เห็นภาพการนำไปใช้งานจริง และวิเคราะห์ถึงผลลัพธ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการปรับปรุงระบบการวัดในครั้งนี้ ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการยืนยันว่าแนวทางการแก้ไขปัญหานี้สามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกต่อคุณภาพโดยรวม ได้อย่างยั่งยืน

4.3.3.3 การนำไปใช้งานและผลที่คาดหวัง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการนำอุปกรณ์คัดแยกที่ได้ออกแบบขึ้นไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตจริง โดยจะอธิบายถึงการพนวณรวมอุปกรณ์เข้าเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการทำงานมาตรฐาน ตามที่ระบุไว้ในคู่มือการปฏิบัติงานนอกจากนี้ จะมีการสรุปถึงผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากการปรับปรุงระบบการวัด ทั้งในด้านการเพิ่มความแม่นยำ การลดความแปรผันที่เกิดจากปัจจัยบุคคล และประสิทธิภาพโดยรวมของกระบวนการคัดแยกที่ดีขึ้นดังนี้

(1) อุปกรณ์คัดแยกที่สร้างขึ้นได้ถูกนำมาป้อนรวมเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำงานมาตรฐานฉบับใหม่ โดยถูกกำหนดให้เป็นเครื่องมือหลักใน ขั้นตอนที่ 8: ตรวจสอบคุณภาพลูกชิ้น ซึ่งวิธีการใช้งานที่ถูกต้องได้ถูกบันทึกไว้อย่างละเอียดใน คู่มือการปฏิบัติงาน และได้มีการสาธิตพร้อมทั้งฝึกอบรมพนักงานทุกคนให้สามารถใช้งานได้อย่างคล่องแคล่วใน กิจกรรมอบรมเชิงปฏิบัติการ การดำเนินการ เช่นนี้เพื่อให้มั่นใจว่าการตรวจสอบคุณภาพด้วยอุปกรณ์ใหม่จะถูกนำไปใช้มาตรฐานการทำงานที่พนักงานทุกคนปฏิบัติเหมือนกันทุกครั้ง

(2) จากการนำอุปกรณ์คัดแยกมาใช้ปรับปรุงระบบการวัด ผู้วิจัยคาดว่าจะเกิดผลลัพธ์เชิงบวกต่อกระบวนการผลิตดังนี้

- อุปกรณ์สามารถคัดแยกผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กกว่า 24.46 มม. ได้อย่างแม่นยำ ลดความคลาดเคลื่อนจากการตรวจด้วยสายตาที่อาจได้รับผลกระทบจากความเห็นอย่างล้าประสาท หรือสภาพแสง โดยใช้อาศัยหลักการทางกายภาพของรูตระแกรงที่คงที่ ทำให้การตรวจสอบมีความเที่ยงตรง มาตรฐาน และทำซ้ำได้อย่างสม่ำเสมอ

- ความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ ผลการคัดแยกจะเหมือนกันทุกครั้ง โดยไม่ขึ้นอยู่กับทักษะ ประสบการณ์ หรือความเห็นอย่างล้าของพนักงานที่หมุนเวียนมาทำงาน ซึ่งเป็นการกำจัดความแปรผันจากปัจจัยบุคคลได้โดยตรง ทำให้กระบวนการตรวจสอบมีความสามารถในการทำซ้ำที่สมบูรณ์แบบ

- ประสิทธิภาพด้านเวลาดีขึ้น กระบวนการคัดแยกด้วยการร่อนทำได้รวดเร็วกว่าการใช้พนักงานสุ่มตรวจและคัดแยกด้วยมือ การตรวจสอบเป็นชุด นี้ช่วยลดเวลาในการทำงานของขั้นตอนการตรวจสอบลง ได้อย่างมีนัยสำคัญ

- เปอร์เซ็นต์ของเสียโดยรวมลดลง ผลลัพธ์สุดท้ายที่คาดหวังที่สุดคืออัตราของเสียประเภท ลูกชิ้นไม่กลม ที่มีขนาดเล็กกว่ามาตรฐาน จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะสูงพิสูจน์ด้วยข้อมูลเชิงปริมาณในหัวข้อ 4.4 ต่อไป

4.4 การเปรียบเทียบผล

หลังจากที่ได้ดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตใน 3 ด้านหลักตามที่กล่าวไว้แล้ว ในหัวข้อนี้จะนำเสนอการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์เชิงปริมาณ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม โดยจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงใน 3 ด้านนี้ วัดที่สำคัญ ได้แก่ สัดส่วนของเสียง, ความเสถียรของกระบวนการ, และค่าความสามารถของกระบวนการตามลำดับ

4.4.1 เปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง

ในหัวข้อนี้จะนำเสนอผลลัพธ์เชิงปริมาณเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ไข ดังกล่าว โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียงที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตเป็นระยะเวลา 6 เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2568 เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลกับข้อมูลในช่วงก่อนการปรับปรุงโดยข้อมูลย่อของการผลิตและจำนวนของเสียงแสดงดังตารางที่ 4.23 โดยมีรายละเอียดข้อมูลดังนี้บันทึกในภาคผนวก ค-4

ตารางที่ 4.23 แสดงข้อมูลย่อของการผลิตและจำนวนของเสียงหลังการปรับปรุง

เดือน	ม.ค.-68	ก.พ.-68	มี.ค.-68	เม.ย.-68	พ.ค.-68	มิ.ย.-68	รวม
ยอดการผลิต	2715	2470	2476	2758	2600	2758	15777.00
ลักษณะของเสียง	ไม่ก้อง	1.39	1.53	1.35	1.51	1.36	8.65
	แห้ง	1.53	1.77	1.44	1.62	1.48	9.50
	รูบผิว	1.43	1.63	1.37	1.53	1.40	8.91
	นิ่มเกินไป	1.46	1.65	1.40	1.53	1.40	8.99
	ปนเปื้อน	1.41	1.60	1.37	1.52	1.39	8.82
	รวม	7.22	8.18	6.93	7.71	7.03	44.88

(ที่มา : หักษ์ดันย์และภาวิต, 2568)

จากตารางที่ 4.23 แสดงข้อมูลการผลิตหลังการปรับปรุงเป็นระยะเวลา 6 เดือน (มกราคม – มิถุนายน พ.ศ. 2568) โดยมียอดการผลิตรวม 15,777 กิโลกรัม และพบของเสียงรวมทั้งสิ้น 44.88 กิโลกรัม คิดเป็นอัตราของเสียงโดยเฉลี่ยเพียง ร้อยละ 0.28 ของยอดการผลิตทั้งหมด เมื่อพิจารณาลักษณะของเสียง พบว่าของเสียงประเภท แห้ง มีปริมาณสูงสุดที่ 9.50 กิโลกรัม รองลงมาคือ นิ่ม

เกินไป 8.99 กก., รูบบันผิว 8.91 กก., ปนเปื้อน 8.82 กก., และไม่กลม 8.65 กก. ตามลำดับ ข้อมูล ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงปริมาณของเสียที่ลดลงอย่างมากและลำดับความสำคัญของปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนการปรับปรุงแสดงดังตารางที่ 4.24

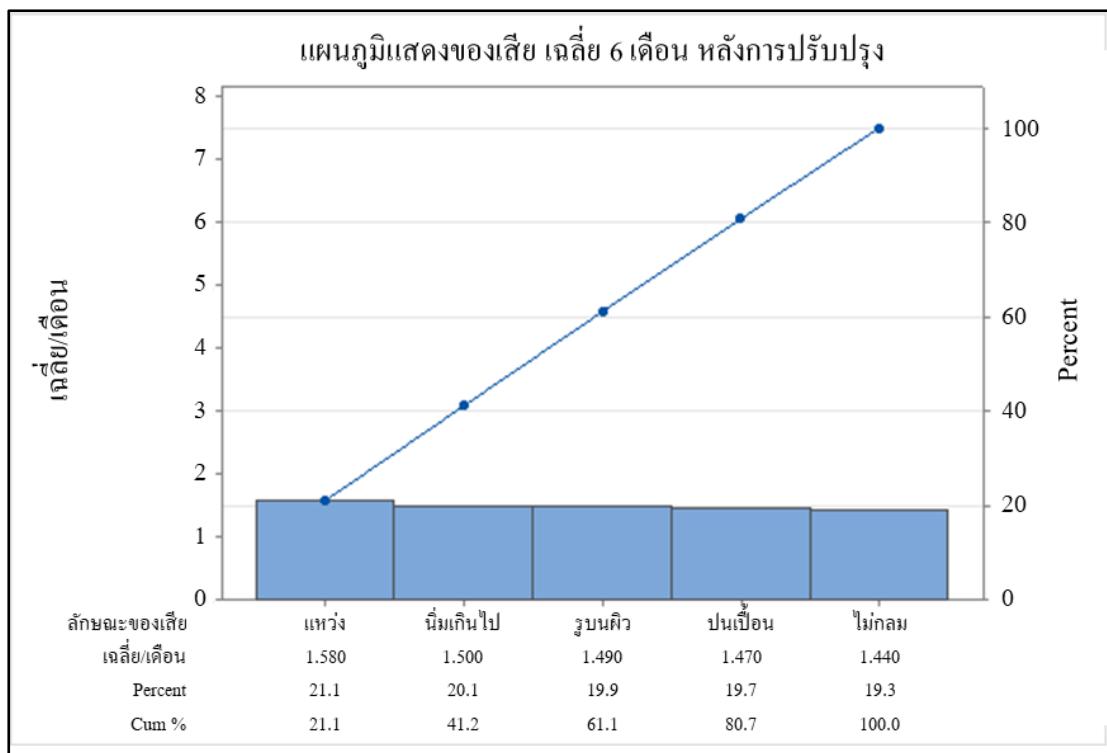
ตารางที่ 4.24 ตารางเปรียบเทียบข้อมูลของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง (ลดลง)
ปริมาณของเสียรวม (กก.)	458.88	44.88	414.00
ต้นทุนของเสีย 160 บาท ต่อ (กก.)	73,420.80 บาท	7,180.80	66,240 บาท
อัตราของเสียโดยรวม (ร้อยละ)	3.03	0.28	90.76%
ของเสีย "ไม่กลม" (กก.)	359.09	8.65	350.44
สัดส่วน "ไม่กลม" จากทั้งหมด (ร้อยละ)	78.25	19.28	ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิเคราะห์, 2568)

จากตารางที่ 4.20 การเปรียบเทียบข้างต้น สามารถสรุปได้อ้างอิงชัดเจนว่าการปรับปรุง กระบวนการประสบความสำเร็จอย่างสูงในทุกมิติ โดย อัตราของเสียโดยรวม ลดลงถึงร้อยละ 90.76 (จาก 3.03% เหลือ 0.28%) และปัญหาหลักคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” ลดลงถึงร้อยละ 97.59 การลดลง ของของเสียนี้ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิต โดยสามารถ สร้างผลประโยชน์ให้กับบริษัทได้ถึง 66,240.00 บาท ภายใน 6 เดือน (หรือ 132,480 บาทต่อปี) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าการปรับปรุงนี้ช่วยลด ต้นทุนและแก้ไขปัญหาหลักที่ดังไว้ได้สำเร็จอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากการเปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณในตารางที่ 4.24 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการลดลงของ ของเสียโดยรวมแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ โครงสร้างและสัดส่วนของ ปัญหาที่เปลี่ยนไป ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญว่าเราได้แก้ไขปัญหาที่รากเหง้าอย่างแท้จริงหรือไม่ ดังนั้น เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัญหาของเสียที่ยังคงเหลืออยู่ภายหลังการปรับปรุง และเพื่อ แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลของเสียที่รวบรวม เป็นระยะเวลา 6 เดือน จากตารางที่ 4.19 มาจัดทำเป็น แผนภูมิพาราโคหลังการปรับปรุง เพื่อ เปรียบเทียบกับแผนภูมิก่อนการปรับปรุง และเป็นการยืนยันเชิงภาพว่าของเสียประเภท ‘ลูกชิ้นไม่ กลม’ ไม่ใช่ปัญหาหลักอีกต่อไป ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 แผนภูมิพาร์โลแสดงจำนวนของเสียงเฉลี่ยเดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ.2568
(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิเคราะห์, 2568)

จากภาพที่ 4.18 แสดงแผนภูมิพาร์โลของของเสียง 6 เดือน หลังการปรับปรุง พบว่าปริมาณของเสียงโดยรวมลดลงอย่างมาก จากเดิมเฉลี่ยประมาณ 60 กก. ต่อเดือน เหลือเพียง 1.6 กก. ต่อเดือน สะท้อนถึงประสิทธิภาพของการปรับปรุงที่ช่วยลดความสูญเสียได้อย่างชัดเจน โดยของเสียงทั้ง 5 ประเภทมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน ได้แก่ แห่งว่าง ร้อยละ 21.1, นิ่งเกินไป ร้อยละ 20.1, รุ่บผิด ร้อยละ 19.9, ปนเปื้อน ร้อยละ 19.7 และ ไม่ก่อกวน ลดเหลือเพียงร้อยละ 19.3 แสดงถึงความเสถียรของกระบวนการที่ดีขึ้น เมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุง ภาพที่ 3.14 ซึ่ง ไม่ก่อกวนมีมากถึง 59.85 กก. ต่อเดือน แต่หลังปรับปรุงเหลือสูงสุดเพียง 1.58 กก. ต่อเดือน ลดลงกว่า 37 เท่า จึงสรุปได้ว่าการปรับปรุงช่วยลดของเสียงและจัดปัญหาหลัก “ลูกชิ้น ไม่ก่อกวน” ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แม้ว่าการลดลงของอัตราของเสียงโดยรวมจะชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จของการปรับปรุง แต่เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการผลิตใหม่มีความยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ในเชิงสถิติเพิ่มเติม ในหัวข้อถัดไปจึงจะนำเสนอการวิเคราะห์ ความเสถียรของกระบวนการด้วยแผนภูมิควบคุม ตามด้วยการประเมิน ค่าความสามารถของกระบวนการ เพื่อพิสูจน์ว่ากระบวนการใหม่นั้นไม่เพียงแค่ให้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น แต่ยังมีความสม่ำเสมอและน่าเชื่อถืออีกด้วย

4.4.2 การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหลังปรับปรุง

ในหัวข้อนี้ เราจะใช้ แผนภูมิความคุ้ม และวัดค่าความสามารถของกระบวนการ เพื่อพิสูจน์ว่า กระบวนการผลิตหลังการปรับปรุง ของเรานั้น ไม่เพียงแต่ให้ของเสียน้อยลง แต่ยังเป็นกระบวนการที่นิ่งและเสถียร ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการควบคุมคุณภาพในระยะยาว

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากการกระบวนการผลิตจริง โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างลูกชิ้นจำนวน 25 กลุ่มตัวอย่าง โดยเก็บวันละ 10 ชิ้นงาน แบ่งเป็นช่วงเวลาเช้า 5 ชิ้น และบ่าย 5 ชิ้น ครอบคลุมช่วงเวลาในการผลิตทั้งหมด 25 วัน เพื่อให้สะท้อนความแปรปรวนของกระบวนการในสภาพการทำงานจริง ลูกชิ้นแต่ละชิ้นถูกวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวน 2 ครั้ง ด้วยเครื่องมือ เวอร์เนียเคลิปเปอร์ จากนั้นจึงนำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้แทนค่าขนาดของลูกชิ้นแต่ละชิ้น โดยรวมแล้วได้ข้อมูลจำนวน 250 จุดข้อมูล ผลการวัดขนาดลูกชิ้นแสดงดังตารางที่ 4.25, 4.26 โดยมีแบบฟอร์มและข้อมูลติดตามบันทึกใน ภาคผนวก ค-17

ตารางที่ 4.25 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการ

กลุ่ม ตัวอย่าง	ค่าที่วัดได้ช่วงเช้า					ค่าที่วัดได้ช่วงบ่าย				
	ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5	ชิ้นที่ 6	ชิ้นที่ 7	ชิ้นที่ 8	ชิ้นที่ 9	ชิ้นที่ 10
1	26.69	26.57	26.02	26.14	26.08	26.63	27.02	26.91	26.27	26.55
2	26.79	25.97	26.75	26.36	26.72	26.49	26.49	26.54	26.49	26.18
3	26.73	26.92	26.81	26.02	26.77	26.93	26.10	26.41	26.40	27.14
4	25.90	26.56	26.04	25.78	26.37	26.45	26.30	26.53	26.48	27.17
5	26.03	26.36	26.69	26.42	26.03	26.99	26.13	26.91	26.33	26.59
6	25.82	26.40	26.45	27.26	25.68	26.53	25.87	26.47	26.32	25.85
7	26.76	27.00	26.88	26.78	26.72	25.73	26.70	25.84	26.63	26.57
8	26.59	26.79	26.72	26.64	27.05	26.16	26.73	26.36	26.58	26.78
9	25.81	26.83	25.67	27.01	26.55	26.10	25.82	26.41	26.56	27.14
10	26.83	26.56	25.91	26.11	27.09	26.02	27.19	26.06	26.56	26.38
11	26.55	27.08	26.23	27.26	26.92	26.35	26.64	27.13	27.25	26.93
12	26.63	26.33	26.46	26.56	26.91	25.46	26.43	25.80	26.64	26.43

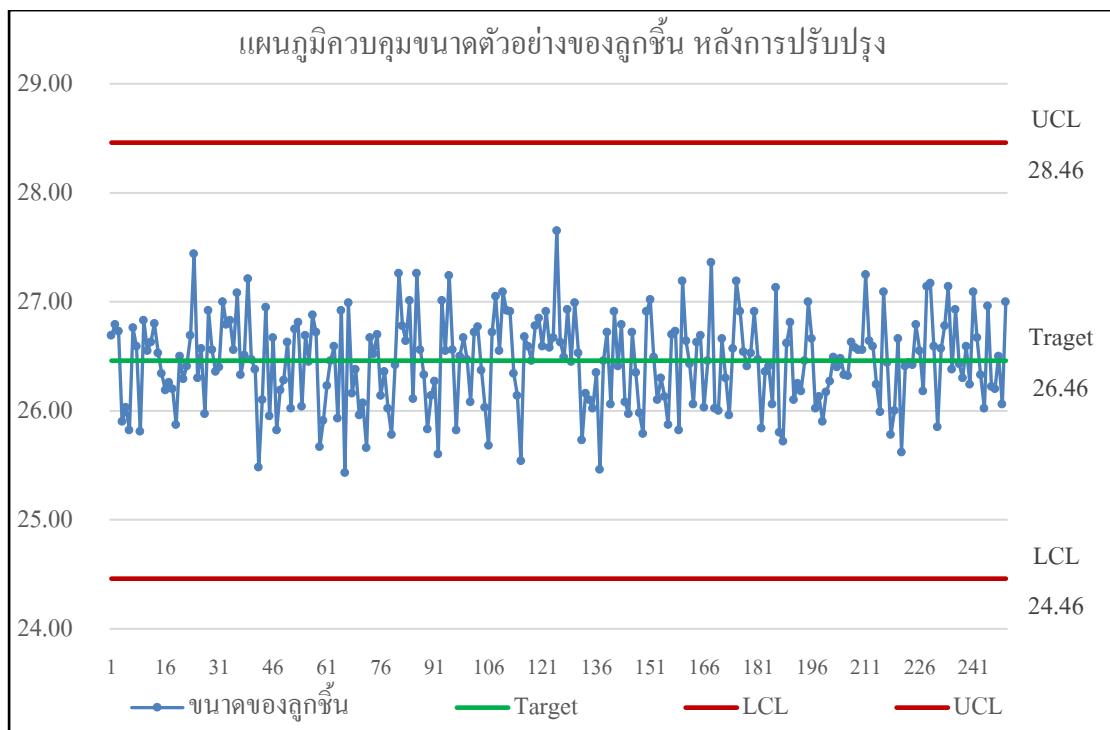
(ที่มา : หักษ์ดนัยและภาวนิช, 2568)

ตารางที่ 4.26 แสดงผลการวัดขนาดลูกชิ้นเพื่อวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการ (ต่อ)

กลุ่ม ตัวอย่าง	ค่าที่วัดได้ช่วงเช้า					ค่าที่วัดได้ช่วงบ่าย				
	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 5	ขั้นที่ 6	ขั้นที่ 7	ขั้นที่ 8	ขั้นที่ 9	ขั้นที่ 10
13	26.80	26.51	26.59	26.33	26.34	26.46	26.06	25.72	26.59	26.30
14	26.53	27.21	25.93	25.83	26.14	26.72	26.63	26.62	26.24	26.59
15	26.34	26.47	26.92	26.14	25.54	26.06	26.69	26.81	25.99	26.24
16	26.19	26.38	25.43	26.27	26.68	26.91	26.03	26.1	27.09	27.09
17	26.26	25.48	26.99	25.60	26.59	26.41	26.46	26.25	26.44	26.67
18	26.20	26.10	26.16	27.01	26.46	26.79	27.36	26.18	25.78	26.33
19	25.87	26.95	26.38	26.55	26.78	26.08	26.02	26.46	26.00	26.02
20	26.50	25.95	25.96	27.24	26.85	25.97	26.00	27.00	26.66	26.96
21	26.29	26.67	26.07	26.56	26.59	26.72	26.66	26.66	25.62	26.22
22	26.41	25.82	25.66	25.82	26.91	26.35	26.30	26.02	26.41	26.20
23	26.69	26.19	26.67	26.5	26.58	25.98	25.96	26.13	26.44	26.50
24	27.44	26.28	26.52	26.67	26.67	25.79	26.57	25.9	26.42	26.06
25	26.30	26.63	26.70	26.47	27.65	26.91	27.19	26.17	26.79	27.00

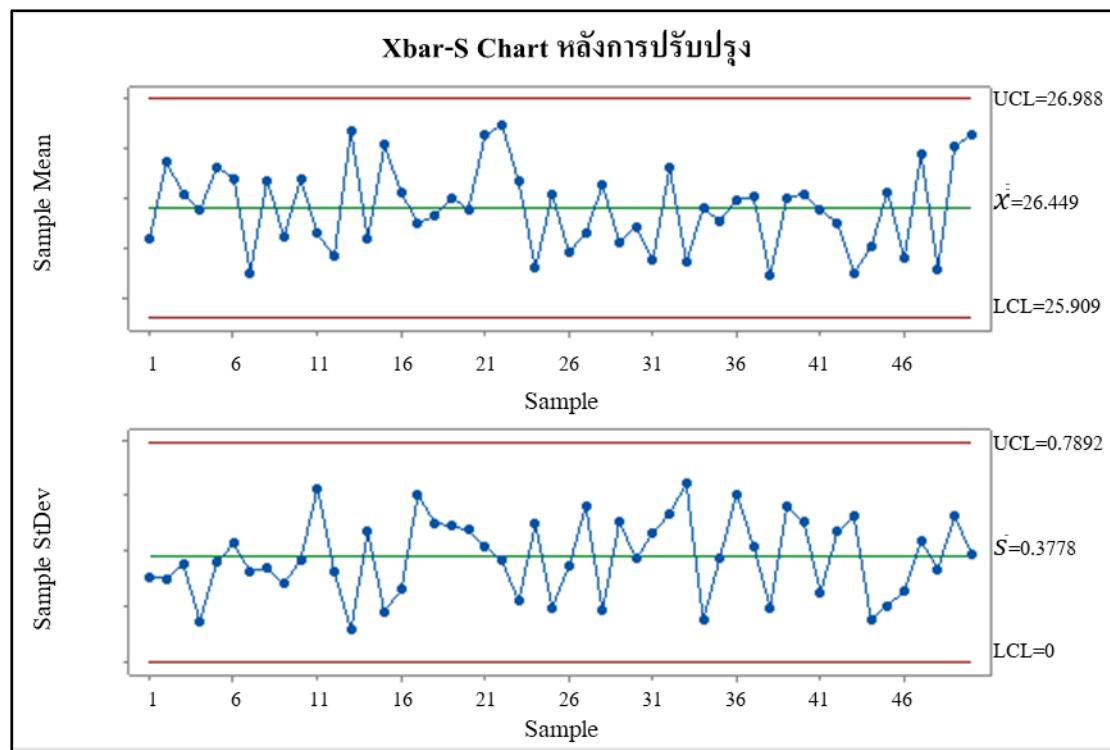
(ที่มา : หักษ์ดันย์และภาวิตร, 2568)

จากตารางที่ 4.25 และ 4.26 ซึ่งเป็นข้อมูลขนาดของลูกชิ้นที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างจำนวน 25 กลุ่มตัวอย่าง และวัดด้วยเวอร์เนียร์คลิปเปอร์แล้วนั้น ข้อมูลดิบชุดนี้จะถูกนำมาใช้ในขั้นตอนต่อไป คือการประเมินสภาพของกระบวนการหลังปรับปรุง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุม ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่ทรงพลังในการตรวจสอบว่ากระบวนการมีความเสถียรหรือไม่ แผนภูมนี้จะช่วยให้เรามองเห็นภาพความผันแปรที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพียง "ความผันแปรตามธรรมชาติของระบบ" หรือเกิดจาก "สาเหตุที่ผิดปกติ" ที่ต้องรับเข้าไปแก้ไข ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้จะใช้เป็นส่วนฐาน เพื่อเปรียบเทียบกับผลหลังการปรับปรุงต่อไป โดยผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.19



ภาพที่ 4.19 แผนภูมิควบคุมคุณภาพของลูกชิ้น หลังปรับปรุง
(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิเคราะห์, 2568)

จากภาพที่ 4.19 ซึ่งเป็นแผนภูมิควบคุมรายจุด แสดงให้เห็นว่าข้อมูลขนาดลูกชิ้นหลังการปรับปรุงทั้งหมด อยู่ภายใต้เกณฑ์ที่กำหนด ที่ตั้งไว้ซึ่งเป็นสัญญาณเบื้องต้นที่ดีว่ากระบวนการมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และผลิตของเสียลดลง อย่างไรก็ตาม แผนภูมินี้ยังไม่สามารถบ่งชี้ได้ว่ากระบวนการอยู่ในสภาพที่ควบคุมได้ทางสถิติอย่างแท้จริงหรือไม่ เพื่อให้เข้าใจลักษณะของความผันแปร ได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเนื่องจากข้อมูลลูกเก็บมาในรูปแบบกลุ่มตัวอย่าง จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ต่อด้วยแผนภูมิ X-bar และ S-Chart ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลประเภทนี้มากกว่า การวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิ X-bar และ S-Chart จะช่วยให้สามารถจำแนกความผันแปรที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม และความผันแปรที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่ม ออกจากกัน ได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการประเมินเสถียรภาพของกระบวนการในระยะยาว การพิสูจน์ได้ว่ากระบวนการใหม่นั้น "นิ่ง" และคาดการณ์ได้จริง จะเป็นเครื่องยืนยันความดำเนินการ ปรับปรุงที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลจากตารางที่ 4.21 และ 4.22 มาวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิ X-bar และ S-Chart ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 แผนภูมิ X-bar และ S-Chart หลังปรับปรุง
(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิช, 2567)

จากภาพที่ 4.20 แผนภูมิ X-bar และ S-Chart หลังปรับปรุง ยืนยันว่ากระบวนการอยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้ทั้งสถิติ อย่างสมบูรณ์เนื่องจากจุดข้อมูลทั้งหมดในแผนภูมิ S-Chart และ X-bar Chart อยู่ภายในขีดจำกัดความคุณ ซึ่งบ่งชี้ว่าทั้งความผันแปรและค่าเฉลี่ยของกระบวนการใหม่มีความเสถียรและสามารถคาดการณ์ได้ ผลลัพธ์นี้เป็นข้อพิสูจน์ว่าการปรับปรุงที่ผ่านมาได้สร้างกระบวนการใหม่ที่นิ่งและสม่ำเสมอการค้นพบนี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะเป็นการยืนยันว่ามาตรการปรับปรุงที่ได้ดำเนินการไปนั้น สามารถกำจัดความผันแปรจากสาเหตุผิดปกติ ออกจากระบบ ได้อย่างลื้นเชิง ซึ่งแตกต่างจากสภาพก่อนการปรับปรุงที่แม้มีความเสถียรแต่ไม่สามารถผลิตของดีได้ การที่กระบวนการกลับมาอยู่ในสภาวะที่ควบคุมได้นี้จึงเป็นเครื่องพิสูจน์ถึงความสำเร็จของระบบการปรับปรุง และเป็นพื้นฐานที่น่าเชื่อถือ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นก่อนที่จะนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ เพื่อประเมินสมรรถนะของกระบวนการใหม่ในลำดับต่อไป

การวิเคราะห์ขีดความสามารถของกระบวนการ C_p, C_{pk} เป็นดัชนีที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรม เพื่อป้องชีดความสามารถของกระบวนการผลิตในการตอบสนองต่อข้อกำหนดทางเทคนิคที่กำหนดขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำนวณค่าเฉลี่ย (\bar{X})

จากสูตร	\bar{X}	=	$\frac{\sum x_i}{n}$จากสมการที่ 2.1
กำหนดให้	x_i	=	ค่าขนาดลูกชิ้นแต่ละตัว	
	n	=	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	
แทนค่า	\bar{X}	=	$\frac{6612.17}{250}$	
	\bar{X}	=	26.45 มิลลิเมตร	

คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S)

จากสูตร	S	=	$\sqrt{\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}$จากสมการที่ 2.2
กำหนดให้	S	=	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	x_i	=	ค่าขนาดลูกชิ้นแต่ละตัว	
	\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ย ของข้อมูล (Mean)	
	n	=	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	
แทนค่า	S	=	0.410	

คำนวณค่า C_p เป็นค่าที่บ่งบอกว่ากระบวนการสามารถผลิตชิ้นงานให้อยู่ในขอบเขตที่กำหนดได้หรือไม่ โดยไม่สนใจว่ากระบวนการเบี่ยงเบนจากค่ากลางหรือไม่ โดยสูตรคำนวณดังนี้

จากสูตร	C_p	=	$\frac{USL-LSL}{6 \times \sigma_{st}}$จากสมการที่ 2.3
แทนค่า	C_p	=	$\frac{28.46-24.46}{6 \times 0.410057}$	
	C_p	=	1.63 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้	

คำนวณค่า C_{pl} เป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถของกระบวนการในด้านล่าง ว่าสามารถผลิตสินค้าได้เหนือ LSL หรือไม่

สูตร	C_{pl}	=	$\frac{Mean-LSL}{3 \times \sigma_{st}}$จากสมการที่ 2.4
แทนค่า	C_{pl}	=	$\frac{26.4487-24.46}{3 \times 0.410057}$	
	C_{pl}	=	1.62 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้	

คำนวณค่า C_{pu} เป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถของกระบวนการในด้านบน ว่าสามารถผลิตสินค้าได้ต่ำกว่า USL หรือไม่

$$\begin{array}{lll} \text{จากสูตร} & C_{pu} & = \frac{USL-Mean}{3 \times \sigma_{st}} \\ & & \dots\dots \text{จากสมการที่ 2.5} \\ \text{แทนค่า} & C_{pu} & = \frac{28.46-26.4487}{3 \times 0.410057} \\ & C_{pu} & = 1.63 \text{ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้} \end{array}$$

คำนวณค่า C_{pk} บ่งบอกถึงความสามารถของกระบวนการ โดยพิจารณาว่าค่ากลางของกระบวนการเบี่ยงเบนจากจุดกึ่งกลางของขอบเขตที่กำหนดหรือไม่

$$\begin{array}{lll} \text{จากสูตร} & C_{pk} & = \min\{C_{pl}, C_{pu}\} \\ & & \dots\dots \text{จากสมการที่ 2.6} \\ \text{แทนค่า} & C_{pk} & = \min\{1.62, 1.63\} \\ & C_{pk} & = 1.62 \text{ อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้} \end{array}$$

นอกจากนี้ เพื่อประเมินสมรรถนะของกระบวนการในระยะยาว (Montgomery, 2020) และตรวจสอบความสามารถในการมุ่งสู่ค่าเป้าหมาย ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ค่าดัชนีเพิ่มเติม ได้แก่ P_p , P_{pk} , และ C_{pm} เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการควบคุมและวางแผนการปรับปรุงในอนาคต ซึ่งดัชนีดังกล่าวมีสูตรการคำนวณดังนี้

การคำนวณค่า P_p เป็นดัชนีที่วัด ความกว้างของกระบวนการโดยรวม เทียบกับช่วงของค่ากำหนด โดยใช้ข้อมูล ระยะยา ซึ่งรวมทั้งความผันแปรของเครื่องจักร วัสดุคุณภาพ และเวลา

$$\begin{array}{lll} \text{จากสูตร} & P_p & = \frac{USL-LSL}{6 \times \sigma_{Overall}} \\ & & \dots\dots \text{สมการที่ 4.1} \\ \text{แทนค่า} & P_p & = \frac{28.46-26.46}{6 \times 0.415029} \\ & P_p & = 1.61 \text{ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก} \end{array}$$

การคำนวณค่า P_{pk} เป็นดัชนีที่วัด ความสามารถของกระบวนการจริงในตำแหน่งปัจจุบัน โดยคำนึงถึง ตำแหน่งเฉลี่ยของข้อมูลด้วย

$$\begin{array}{lll} \text{จากสูตร} & P_{pk} & = \min\left(\frac{USL-\bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x}-LSL}{3\sigma}\right) \\ & & \dots\dots \text{สมการที่ 4.2} \\ \text{แทนค่า} & P_{pk} & = \min\left(\frac{28.46-26.4487}{3 \times 0.415029}, \frac{26.4487-24.46}{3 \times 0.415029}\right) \\ & P_{pk} & = 1.60 \text{ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก} \end{array}$$

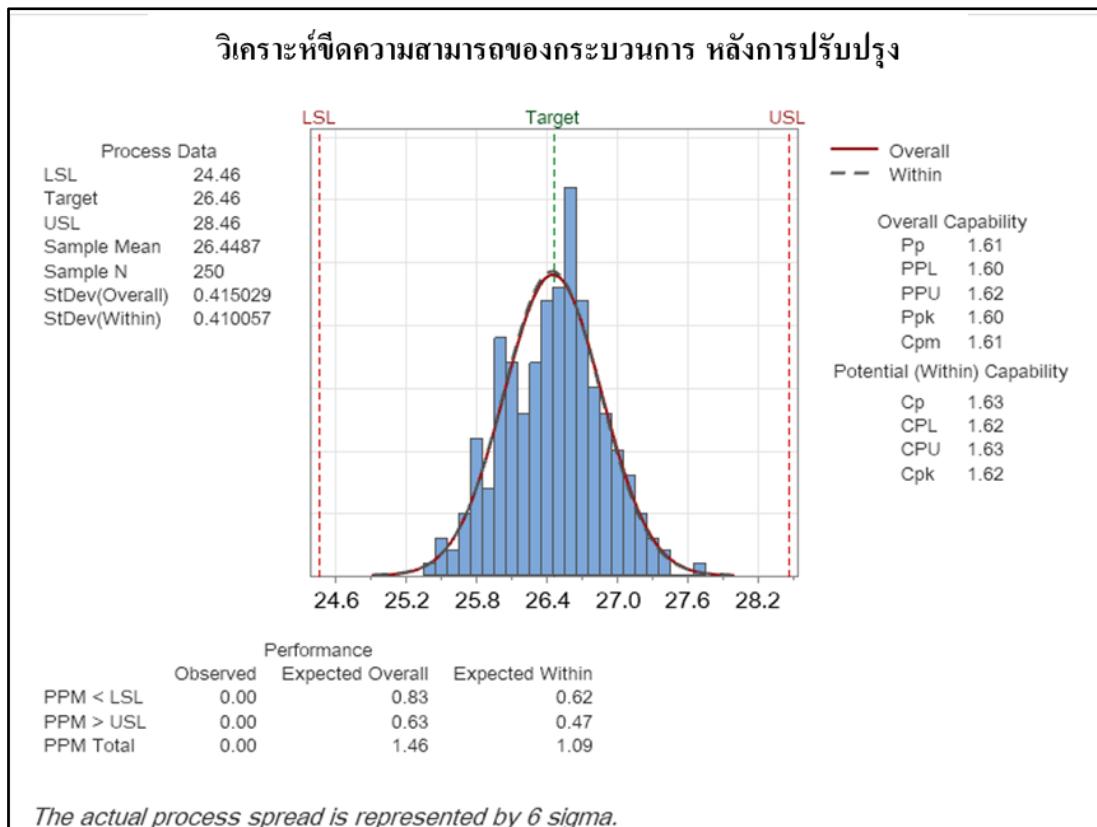
การคำนวณค่า C_{pm} เป็นดังนี้เน้นวัดทั้ง ความผันแปรของกระบวนการ และ การเบี่ยงเบนจากค่ากลางเป็นราย

$$\begin{array}{lll} \text{จากสูตร} & C_{pm} & = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{\sigma^2 + (\bar{x} - T)^2}} \quad \dots\dots \text{สมการที่ 4.3} \\ \text{แทนสูตร} & C_{pm} & = \frac{28.46 - 24.46}{6\sqrt{(0.410057)^2 + (26.4487 - 26.46)^2}} \\ & C_{pm} & = 1.62 \text{ อยู่ในเกณฑ์ดีมาก} \end{array}$$

จากการคำนวณค่าทางสถิติและการนำข้อมูลจากตารางที่ 4.21 และ 4.22 ไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Minitab สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการหลังการปรับปรุงได้อ่าย่างละเอียดในทุกมิติ ดังนี้ในด้าน ศักยภาพของกระบวนการ ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถในระดับ พบว่าค่า C_p เท่ากับ 1.63 บ่งชี้ว่าความผันแปรตามธรรมชาติของกระบวนการ (6σ) นั้น แคบกว่าช่วงของข้อกำหนดทางวิศวกรรม อาย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจัดอยู่ในระดับดี ตามเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อนำการจัดคลังของกระบวนการมาพิจารณาด้วย พบว่าค่า C_{pk} เท่ากับ 1.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำที่ยอมรับในอุตสาหกรรม C_{pk} มากกว่า 1.33 อาย่างชัดเจน ด้วยเห็นนี้เป็นข้อพิสูจน์ว่า กระบวนการใหม่มีศักยภาพในการผลิตสินค้าให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดได้ดีเยี่ยม

เมื่อพิจารณาถึง สมรรถนะ โดยรวม ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพที่แท้จริงในระยะยา พบว่า ค่า P_{pk} เท่ากับ 1.60 ซึ่งมีค่าสูงและใกล้เคียงกับค่า C_{pk} มาก การที่ดังนีระดับสั้นและระยะยาไม่ค่าใกล้เคียงกันนี้ เป็นการยืนยันเพิ่มเติมที่สอดคล้องกับผลจากแผนภูมิควบคุม X-bar และ S-Chart ว่า กระบวนการใหม่มีความเสถียรและสามารถรักษาประสิทธิภาพในระดับสูง ได้อ่ายางสม่ำเสมอในการผลิตจริงยิ่งไปกว่านั้น เมื่อประเมิน ความสามารถในการมุ่งสู่เป้าหมาย ด้วยดัชนี C_{pm} ซึ่งให้ความสำคัญกับการเบี่ยงเบนออกจากค่าเป้าหมายที่ 26.46 มม. พบว่ามีค่าสูงถึง 1.61 การที่ค่า C_{pm} มีค่าใกล้เคียงกับ C_{pk} เป็นการบ่งชี้ว่ากระบวนการใหม่ไม่เพียงแต่มีความผันแปรต่ำและอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด แต่ยังมีค่าเฉลี่ยที่อยู่ใกล้กับค่าเป้าหมายที่ต้องการอย่างแท้จริง ซึ่งถือเป็นสภาวะที่พึงประสงค์ที่สุดของกระบวนการผลิต

ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับค่า C_{pk} ก่อนการปรับปรุงซึ่งอยู่ที่ 0.43 ผลลัพธ์ทั้งหมดนี้จึงเป็นข้อพิสูจน์เชิงสถิติที่ชัดเจนว่า การปรับปรุงที่ผ่านมาประสบความสำเร็จในการยกระดับกระบวนการจากเดิมที่ไม่มีความสามารถ มาสู่กระบวนการใหม่ที่ ทั้งเสถียรและมีความสามารถ ในระดับสูง ได้สำเร็จ โดยรายงานสรุปผลการวิเคราะห์ทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 4.21

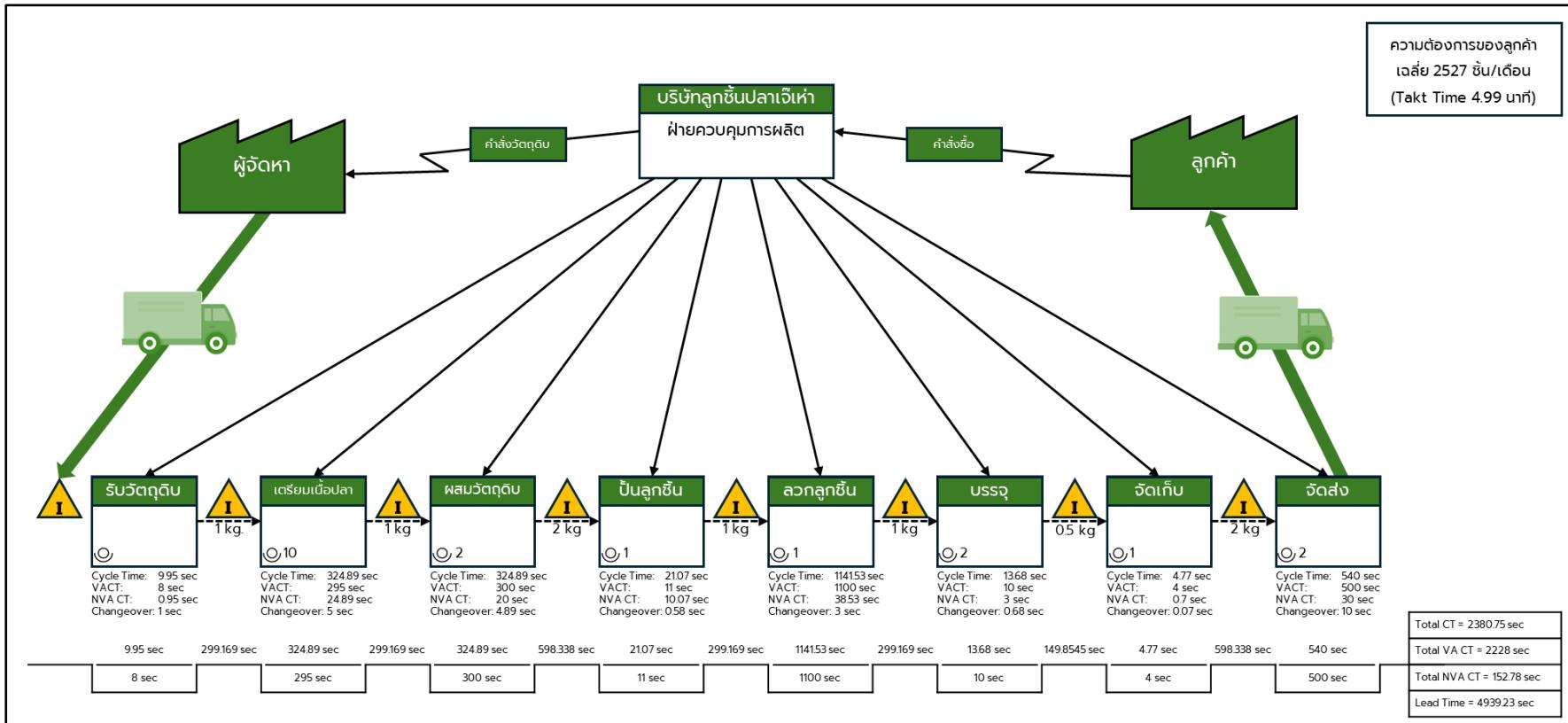


ภาพที่ 4.21 การวิเคราะห์ค่า Cp และ Cpk โดยโปรแกรม Minitab

(ที่มา : ทักษะด้วยและการวิเคราะห์, 2568)

จากภาพที่ 4.21 ข้อมูลขนาดลูกชิ้นจำนวน 250 ตัวอย่างมาวิเคราะห์โดยโปรแกรม Minitab ผลการวิเคราะห์พบว่ากระบวนการมีค่าดัชนีความสามารถของกระบวนการระยะสั้น C_{pk} เท่ากับ 1.62 และมีค่าดัชนีสมรรถนะของกระบวนการโดยรวม (Ppk) เท่ากับ 1.60 ซึ่งค่าดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับ C_{pk} มากกว่า 1.33 อย่างมีนัยสำคัญ และสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดดเมื่อเทียบกับค่า C_{pk} ก่อนการปรับปรุงซึ่งอยู่ที่ 0.43 นอกจากนี้จากการเก็บตัวอย่างไม่พบร่องเสียเกิดขึ้นจริง Observed PPM เท่ากับ 0 และมีค่าคาดการณ์ของเสียเพียง 1.46 ชิ้นในล้านชิ้น ผลลัพธ์ทั้งหมดนี้จึงยืนยันได้ว่ากระบวนการผลิตหลังการปรับปรุงไม่เพียงแต่มีเสถียรภาพ แต่ยังมีความสามารถในระดับสูงมากในการผลิตสินค้าให้เป็นไปตามข้อกำหนดที่ตั้งไว้

ท้ายที่สุด เพื่อสรุปผลกระทบของการปรับปรุงต่อการไหลของกระบวนการโดยรวม ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแผนภาพสายชาร์ทแห่งคุณค่าสถานะอนาคต ที่นี่ เพื่อเปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการลดลงของเวลาอค多余และเวลาดำเนินการผลิตโดยรวม อันเป็นผลมาจากการกำจัดความสูญเปล่าและความผันแปรออกจากกระบวนการ ดังแสดงในภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 แผนภาพสายธารแห่งกุณค่าสถานะอนาคต
(ที่มา : หักษ์ดันนัยและภาวดี, 2568)

จากภาพที่ 4.22 ซึ่งแสดงแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าสถานะอนาคต เป็นการสรุปผลกระทบของการปรับปรุงทั้งหมดที่มีต่อประสิทธิภาพการให้ผลของกระบวนการ โดยรวม เมื่อเปรียบเทียบกับแผนภาพสถานะปัจจุบันจากภาพที่ 3.3 พบการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ โดยหัวใจของการปรับปรุงอยู่ที่ขั้นตอน "ปั้นลูกชิ้น" ซึ่งเดิมเป็นปัญหาความขาดของสายการผลิต โดยมีเวลาอุบการทำงานลดลงจาก 36.58 วินาที เหลือเพียง 21.07 วินาที หรือลดลงถึงร้อยละ 42.4 ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากการกำหนดเวลาที่ไม่สร้างคุณค่าก่อนลดลงจาก 25.58 วินาที เหลือ 10.07 วินาที

ผลจากการปรับปรุงที่ชุดของขั้นตอนดังกล่าว ได้ส่งผลดีต่อภาพรวมของกระบวนการทั้งหมด ดังที่สรุปไว้ในตารางสรุปเวลา โดยเวลาในการผลิตรวมลดลงจาก 4,939.23 วินาที เหลือ 4,923.72 วินาที และ เวลาที่ไม่สร้างคุณค่ารวมลดลงจาก 168.29 วินาที เหลือ 152.78 วินาที ส่งผลให้ประสิทธิภาพอุบการทำงานของกระบวนการ ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของเวลาที่สร้างคุณค่าต่อเวลาดำเนินการผลิตรวม เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 45.11 เป็นร้อยละ 45.25 ซึ่งเปรียบเทียบผลลัพธ์จากแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าก่อนและหลังการปรับปรุง ได้ดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 เปรียบเทียบผลลัพธ์จากแผนภาพสายธารแห่งคุณค่าก่อนและหลังการปรับปรุง

ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง
เวลาอุบการทำงานรวม	2,396.29 วินาที	2,380.78 วินาที	ลดลง 15.51 วินาที
เวลาที่สร้างคุณค่ารวม	2,228 วินาที	2,228 วินาที	คงที่
เวลาที่ไม่สร้างคุณค่ารวม	168.29 วินาที	152.78 วินาที	ลดลง 15.51 วินาที
เวลาดำเนินการผลิตรวม	4,939.23 วินาที	4,923.72 วินาที	ลดลง 15.51 วินาที
ประสิทธิภาพอุบเวลา	45.11%	45.25%	เพิ่มขึ้น 0.14%

จากตารางที่ 4.27 สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบได้อ้างอิงชัดเจนว่า การปรับปรุงที่มุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาความขาดในขั้นตอน "ปั้นลูกชิ้น" นั้นประสบความสำเร็จตามเป้าหมายของแนวคิดการผลิตแบบลีน โดยหัวใจสำคัญคือการสามารถลดเวลาที่ไม่สร้างคุณค่า ลงได้ถึงร้อยละ 9.18 ซึ่งเป็นผลโดยตรงมาจากกรรมการกำหนดความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน

ดังนั้น แผนภาพสถานะอนาคตจึงเป็นข้อพิสูจน์เชิงภาพที่ยืนยันว่า การปรับปรุงที่ผ่านมาไม่เพียงแต่ช่วยยกระดับความสามารถของกระบวนการในเชิงสถิติ แต่ยังสามารถปรับปรุงการให้ผลของงานโดยรวมให้ดีขึ้น ลดความสูญเปล่า และลดเวลาดำเนินการผลิตลงได้สำเร็จตามเป้าหมายของแนวคิดการผลิตแบบลีน ซึ่งเป็นการตอบข้อความสำเร็จของโครงการวิจัยนี้ในภาพรวม ได้อย่างสมบูรณ์

4.5 สรุปประจำบทที่ 4

ในบทนี้ได้นำเสนอขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นการแก้ไขปัญหาหลักคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” ตามกรอบการทำงาน DMAIC ในระยะการวิเคราะห์ ได้ใช้เครื่องมือคุณภาพหลายชนิดเพื่อกันหาสาเหตุของปัญหา เริ่มจากการใช้แผนผังก้างปลา เพื่อระดมสมองหาสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมดตาม หลักการ 5M 1 จากนั้นจึงนำสาเหตุเหล่านี้มาตรวจสอบความถูกต้องด้วย หลักการ 3 จริง 2 และขุดลึกลงไปหาต้นตอของปัญหาด้วย Why-Why Analysis 3 ท้ายที่สุด ได้ใช้การวิเคราะห์ FMEA ตามมาตรฐาน AIAG & VDA ฉบับใหม่ 4 เพื่อประเมินความเสี่ยงและจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งทำให้สามารถระบุปัจจัยภัยที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างรุ่งเรืองด้วนได้ 3 ด้านหลัก คือ เครื่องจักร, คนและวิธีการ, และการวัด

ในระยะการปรับปรุง ได้มีการลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัจจัยภัยทั้ง 3 ด้านดังนี้ ด้านเครื่องจักร ได้ทำการซ่อมบำรุงเร่งด่วนโดยการเปลี่ยนไนโตรร์ใหม่ และวางระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ขึ้นเป็นครั้งแรก ด้านคนและวิธีการ ได้วิเคราะห์และออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ด้วยหลักการ ECRS 7 ส่งผลให้ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นลง และได้จัดทำ คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน ที่ชัดเจนพร้อมจัดอบรมพนักงาน และด้านการวัด ได้ออกแบบและสร้าง อุปกรณ์คัดแยกขนาด ตามหลักการ Go/No-Go Gauge 9 เพื่อขัดความคลาดเคลื่อนจากการตรวจสอบด้วยสายตา

ผลลัพธ์หลังการปรับปรุงที่นำเสนอในบทนี้ แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงการอย่างเป็นรูปธรรม โดยอัตราของเสียโดยรวมลดลงจากร้อยละ 3.03 เหลือเพียงร้อยละ 0.28 (ลดลงร้อยละ 90.76) และปัญหาหลักคือ “ลูกชิ้นไม่กลม” ลดลงถึงร้อยละ 97.59 10 การวิเคราะห์ด้วย แผนภูมิ X-bar และ S-Chart ยืนยันว่ากระบวนการใหม่มีความเสถียร 11 และที่สำคัญที่สุดคือ ถ้าความสามารถของกระบวนการ C_{pk} เพิ่มขึ้นจาก 0.43 เป็น 1.62 12 12 12 12 ซึ่งเป็นการยกระดับกระบวนการจากเดิมที่ “ไม่มีความสามารถ” มาสู่กระบวนการที่ “มีความสามารถในระดับสูง” ได้สำเร็จ ซึ่งรายละเอียดของความสำเร็จและข้อเสนอแนะจะถูกนำมาอภิปรายในบทที่ 5 ต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการลดของเสียงและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทกรณีศึกษา โดยประยุกต์ใช้กรอบการดำเนินงานแบบ DMAIC ร่วมกับเครื่องมือลีนซิกซ์ชิกมา เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบและยั่งยืน จากการศึกษาพบว่ากระบวนการผลิตมีอัตราของเสียงสูง โดยเฉพาะในขั้นตอนการปั้นลูกชิ้นปลา ซึ่งเป็นจุดคงที่และมีปัญหาลูกชิ้นไม่กลมคิดเป็นร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมด การประเมินระบบการวัดและการวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการพนวณว่ากระบวนการอยู่ในสภาพเสถียรแต่ยังไม่มีความสามารถเพียงพอ โดยค่าดัชนีความสามารถเท่ากับ 0.43 เพื่อตอบสนองต่อปัญหาดังกล่าว งานวิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และปรับปรุงโดยใช้เครื่องมือคุณภาพ เช่น แผนผังก้างปลา การวิเคราะห์แบบทำใหม่–ทำใหม่ และการวิเคราะห์โใหมดความล้มเหลวและผลกระทบ เพื่อค้นหาสาเหตุรากและกำหนดแนวทางแก้ไขในสามด้านหลัก ได้แก่ เครื่องจักร คนและวิธีการทำงาน และการวัด โดยดำเนินการปรับปรุงด้วยการซ้อมบำรุงและวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การปรับปรุงวิธีการทำงานตามหลักอีชีอาร์-เอส พร้อมจัดทำวิธีปฏิบัติงานมาตรฐาน และการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบแบบໂໂก/โนໂก เพื่อเพิ่มความถูกต้องและความสม่ำเสมอในการควบคุมคุณภาพ

5.2 สรุปผลการศึกษา

ในหัวข้อนี้เป็นการสรุปผลการดำเนินงานวิจัยทั้งหมดจากบทที่ 4 ซึ่งครอบคลุมระเบียบการวิเคราะห์ และการปรับปรุง โดยสามารถสรุปผลลัพธ์เชิงปริมาณที่ได้หลังจากการปรับปรุง เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงประสิทธิภาพของแนวทางการแก้ไขปัญหาได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากการนำปัญหาหลักคือ "ลูกชิ้นไม่กลม" มาวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ พบข้อสรุปดังนี้ การค้นหาสาเหตุ โดยการใช้ แผนผังก้างปลา ร่วมกับหลักการ 3 จริง และ Why-Why Analysis ทำให้สามารถระบุสาเหตุรากของปัญหาที่แท้จริงซึ่งซ่อนอยู่ในกระบวนการ ได้ และการจัดลำดับความสำคัญ ได้นำสาเหตุรากมาประเมินความเสี่ยงด้วย FMEA ตามมาตรฐาน AIAG & VDA พบว่ามี 4 ปัจจัยที่อยู่ในระดับความสำคัญสูง ได้แก่ เครื่องจักร ไม่มีระบบบำรุงรักษาที่ชัดเจน พนักงานไม่มีความรู้ในการทำงานมาตรฐาน วิธีการทำงานไม่มีเอกสารวิธีปฏิบัติงานกำกับ และกระบวนการวัดไม่มีผู้รับผิดชอบรวมถึงขาดเครื่องมือในการตรวจสอบที่เหมาะสม

2. สรุปการดำเนินการปรับปรุง ได้มีการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อแก้ไขสาเหตุรากของปัญหาทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ ด้านเครื่องจักร ดำเนินการซ่อมบำรุงเร่งด่วน โดยทำการเปลี่ยนหม้อเตอร์ และระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน พร้อมจัดทำตารางการตรวจสอบและอบรมพนักงาน ด้านคนและวิธีการทำวิเคราะห์ความสูญเสีย 7 ประการ และใช้หลักการ ECRS ออกแบบกระบวนการทำงานใหม่ ส่งผลให้ลดขั้นตอนการทำงานจาก 14 เหลือ 11 ขั้นตอน และลดเวลารวมลง 15.51 วินาที พร้อมทั้งจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน และจัดอบรมพนักงาน และด้านการวัด ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์คัดแยกขนาด ที่มีขนาดฐานะ 24.46 มม. เพื่อขัดความคลาดเคลื่อนจากการตรวจสอบด้วยสายตา

3. สรุปผลลัพธ์และการเปรียบเทียบ ผลลัพธ์หลังการปรับปรุงแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของโครงการอย่างเป็นรูปธรรมในทุกมิติ โดยอัตราของเสียโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญจากร้อยละ 3.03 เหลือเพียงร้อยละ 0.28 (ลดลงร้อยละ 90.76) และปัญหาหลัก “ลูกชิ้นไม่กลม” ลดลงถึงร้อยละ 97.59 ด้านความสามารถของกระบวนการมีความเสถียร โดยค่า C_{pk} เพิ่มขึ้นจาก 0.43 เป็น 1.62 และค่า P_{pk} เพิ่มจาก 0.42 เป็น 1.60 ส่วนในด้านประสิทธิภาพการไหล เวลาที่ไม่สร้างคุณค่ารวมลดลงร้อยละ 9.18 และในเชิงมูลค่าทางการเงิน การลดของเสียดังกล่าวสามารถสร้างผลประหยัดให้กับบริษัทได้ถึง 132,480 บาทต่อปี ซึ่งยืนยันอย่างชัดเจนว่าการปรับปรุงนี้ช่วยลดต้นทุนการผลิตได้อย่างเป็นรูปธรรม

5.3 อภิปรายผล

จากสรุปผลการศึกษาในหัวข้อ 5.2 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำเร็จของการลดอัตราของเสียโดยรวมลงถึงร้อยละ 90.76 และยกระดับค่าความสามารถของกระบวนการ C_{pk} จาก 0.43 ขึ้นมาอยู่ที่ 1.62 ได้นั้น ในส่วนนี้จึงเป็นการอภิปราย ผลเพื่อตีความความสำเร็จดังกล่าว โดยเชื่อมโยงแนวทางการปรับปรุงที่ได้ดำเนินการในบทที่ 4 กลับไปยังสาเหตุรากของ ปัญหาที่วิเคราะห์ได้ และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังมีประเด็นสำคัญในการอภิปรายผลดังนี้

1. ความสำเร็จในการยกระดับ Cpk เป็นผลจากการแก้ไขปัจจัยวิกฤตเชิงระบบ ผลการวิเคราะห์ในบทที่ 3 สรุปได้อย่างชัดเจนว่ากระบวนการเดิมมีสภาพ "มีความเสถียร แต่ไม่มีความสามารถ" $Cpk = 0.43$ ซึ่งหมายความว่าปัญหาไม่ได้เกิดจากเหตุการณ์ผิดปกติ แต่เกิดจากความบกพร่องของตัวระบบเอง การที่ค่า Cpk หลังปรับปรุงเพิ่มสูงขึ้นถึง 1.62 สามารถอภิปรายได้ว่าเกิดจากการแก้ไขปัจจัยวิกฤตที่ได้จากการวิเคราะห์ FMEA ครบถ้วนทั้ง 3 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านเครื่องจักร การเปลี่ยนหม้อเตอร์ใหม่และระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้ช่วยลดความผันแปรของ

เครื่องจักร ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Besterfield (2018) ที่ว่าการนำร่องรักษาเชิงป้องกัน เป็นกิจกรรมเชิงรุกที่ ช่วยรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้สม่ำเสมอ ด้านคนและวิธีการ การออกแบบกระบวนการใหม่ ด้วยหลักการ ECRS และการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน ได้ช่วยกำจัดความสูญเปล่าและลดความผันแปรที่เกิดจากการทำงานที่ไม่เป็นมาตรฐาน ซึ่งเป็น หัวใจสำคัญของระบบการผลิตแบบลีนตามแนวทางของ Ohno (1988) และด้านการวัด การสร้างอุปกรณ์คัดแยกแบบ Go/No-Go Gauge ได้ช่วยจัดความคลาดเคลื่อนและความไม่ สม่ำเสมอของพนักงานที่ได้จากการประเมินระบบการวัดออกไป จากระบบ ได้อย่างสมบูรณ์

2. ประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพในบริบทวิสาหกิจขนาดย่อม โดยผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า แม้ในบริบทกรณีศึกษาซึ่งเป็นวิสาหกิจขนาดย่อมที่มีทรัพยากรำจัด การประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพอย่าง เป็นระบบตามกรอบการทำงาน DMAIC ก็สามารถสร้างผลลัพธ์ที่ยอดเยี่ยมได้ การเริ่มต้นจากเครื่องมือพื้นฐานอย่าง แผนภูมิพาร์โตที่ช่วยชี้เป้าปัญหาหลัก ได้อย่างชัดเจน นำไปสู่การ วิเคราะห์ที่ลึกขึ้นด้วย Why-Why Analysis และการจัดลำดับความสำคัญ ด้วย FMEA ทำให้สามารถผุ่งเน้น ทรัพยากรที่มีจำกัด ไปแก้ไขปัญหาที่สำคัญที่สุด ได้อย่างตรงจุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสิทธิ์ ไกรломสม และคณะ (2567) ที่ได้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เครื่องมือคุณภาพพื้นฐานสามารถลดลงของเสียงในกระบวนการผลิตลูกชิ้นสำหรับวิสาหกิจขนาดย่อม ได้จริง ซึ่งเป็นการยืนยันว่าแนวทางที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับบริบทของบริษัทกรณีศึกษา

3. การสร้างมาตรฐานใหม่และการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของปัญหา เป็นผลลัพธ์ที่น่าสนใจที่สุด ประการหนึ่งคือการ เปรียบเทียบแผนภูมิพาร์โต ซึ่งชี้ให้เห็นว่าปัญหาหลัก "ลูกชิ้นไม่กลม" ได้ลดลงจนกลายเป็นปัญหาที่น้อยที่สุด และปัญหาที่เหลืออยู่มีการกระจายตัวใกล้เคียงกัน ทั้งหมด จากการอภิปรายผลในประเด็นนี้คือ การปรับปรุงที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นเพียงการลดของเสียงแต่เป็นการ "เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของปัญหา" โดยสิ้นเชิง ซึ่งแสดงว่าสาเหตุ根本原因ของปัญหาหลัก ได้ถูกแก้ไขแล้ว และเป็นการสร้างเส้นฐานคุณภาพใหม่ให้กับกระบวนการ

4. การยกระดับองค์กรด้วยการสร้างศินทรัพย์ความรู้ โดยผลลัพธ์ของการวิจัยไม่เพียงแต่ช่วยลดปริมาณของเสียงและเพิ่มค่า Cpk เท่านั้น แต่ยังเป็นการยกระดับกระบวนการทำงาน โดยรวม ขององค์กร การจัดทำแผนนำร่องรักษาเชิงป้องกัน และคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานที่มีรูปภาพประกอบชัดเจน ถือเป็นการสร้างศินทรัพย์ความรู้ให้กับองค์กร ช่วยลดการพึงพาทักษะส่วนบุคคล ของพนักงาน และแก้ปัญหาการถ่ายทอดความรู้แบบปากต่อปากที่ขาดความสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของ Liker & Meier (2006) ที่ว่างาน มาตรฐานเป็นฐานรากฐานที่สำคัญที่สุดสำหรับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง และเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาบุคลากรในอนาคต

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไปนี้

1. การรักษาสภาพหลังการปรับปรุง บริษัทกรณีศึกษาควรนำแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน และคู่มือการปฏิบัติงาน ไปใช้อย่างจริงจังและสม่ำเสมอ โดยกำหนดให้หัวหน้างานมีหน้าที่กำกับ ดูแลและตรวจสอบ เพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาลับมาเกิดขึ้นซ้ำ

2. การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลหลังการปรับปรุง พบว่าของเสียประเภท "แห่วง" มี สัดส่วนสูงสุดแทนที่ปัญหาเดิม บริษัทฯ ควรกำหนดให้ปัญหานี้เป็นเป้าหมายสำหรับโครงการ ปรับปรุงในรอบถัดไป เพื่อลดของเสียโดยรวมให้ต่ำลงอย่างต่อเนื่อง

3. การขยายผล ควรนำแนวทางและเครื่องมือที่พิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพในโครงการนี้ เช่น การวิเคราะห์ความสูญเปล่า 7 ประการ หลักการ ECRS และการสร้างมาตรฐานการทำงาน ไป ประยุกต์ใช้กับกระบวนการอื่นๆ ภายในโรงงาน เช่น กระบวนการผลิตวัตถุคุณ หรือกระบวนการ ลากลูกชิ้น เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการผลิตในภาพรวม

4. การศึกษาในขอบเขตที่กว้างขึ้น ควรมีการนำกระบวนการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับวิสาหกิจ ขนาดกลางและขนาดย่อมรายอื่น ในอุตสาหกรรมเดียวกัน เพื่อทดสอบและยืนยันประสิทธิผลของ เครื่องมือในบริบทที่แตกต่างออกไป

5. การพัฒนานวัตกรรมด้านการตรวจสอบ งานวิจัยในอนาคตอาจศึกษาการพัฒนาระบบ ตรวจสอบอัตโนมัติโดยประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อฝึกสอนให้ระบบสามารถจำแนกกลักษณะของเสียต่างๆ เช่น รูปทรง, รอยแห่วง, หรือ สีที่ผิดปกติ ผ่านการประมวลผลภาพ (Computer Vision) ได้โดยอัตโนมัติ การพัฒนานวัตกรรม ดังกล่าวในต้นทุนที่เหมาะสมสำหรับบริษัท SME จะช่วยเพิ่มความเร็ว ความแม่นยำ และลดความ คลาดเคลื่อนจากการตัดสินใจของมนุษย์ในการคัดแยกผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ

6. การศึกษาผลกระทบระยะยาว: ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงลึกในระยะยาว เพื่อติดตาม ผลกระทบของการปรับปรุงที่มีต่อผลประกอบการทางการเงินของบริษัท และประเมินความยั่งยืน ของวัฒนธรรมการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องที่เกิดขึ้นในองค์กร

บรรณานุกรม

- [1] กองบรรณาธิการ. (2555). ECRS การปรับปรุงวิธีการทำงาน. *วารสาร For Quality*, 19(175), 87-88.
- [2] กาญจนากาญจนสุนทร. (2559). การควบคุมคุณภาพเชิงสถิติ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ. (2558). การลดความผันแปรในกระบวนการขัดละเอียด กรณีศึกษา โรงงานผลิตเดนส์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 11(3), 66-73.
- [4] ชัยพร กวนธีรภพ. (2558). การเพิ่มยอดขายธุรกิจลูกชิ้นปลา บริษัทธีรภพ จังหวัดสมุทรปราการ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา]. สืบค้นจาก. <http://buuir.buu.ac.th/xmlui/handle/123456789/12729>
- [5] ชัยวัฒน์ ศรีไชยแสง. (2555). การปรับปรุงระบบการผลิตด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตอาหาร [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี]. สืบค้นจาก. <http://www.repository.rmutt.ac.th/xmlui/handle/123456789/2413>
- [6] ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. (ม.ป.ป.). แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรม ปี 2566–2568: อุตสาหกรรมอาหารทะลุเบอร์รูป. สืบค้นจาก. <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/food-beverage/processed-seafood/io>
- [7] หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ม.ป.ป.). *Control chart ใช้ประโยชน์*.
- [8] ปีระพิชา การสร้าง. (2564). การประยุกต์ใช้แนวทางลีน ชิกช์ ชิกมา เพื่อลดการสึกหรอของแม่พิมพ์แบบตัดและพันช์ขนาดเล็ก [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. สืบค้นจาก. <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5177>
- [9] ประศิทธิ์ ไกรลอมสม, และคณะ. (2567). การลดอัตราส่วนของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นสำหรับวิสาหกิจขนาดย่อม. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีและนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี*. สืบค้นจาก. <https://itechjournal.tru.ac.th/index.php/tru-i-tech/article/download/221/164/>
- [10] ภาณุมาศ พลายละหาร. (2556). การปรับปรุงกระบวนการขัดเก็บวัตถุคิบ กรณีศึกษา บริษัท อุตสาหกรรมคอมเพรสเซอร์ [การค้นคว้าอิสระปริญญาโทวิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี].

- [11] พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิชยา รัตนานปันท์. (2566). ลูกชิ้นปลา / Fish ball. Food Network Solution. สืบค้นจาก. <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2196/fish-ball-%E0%B8%9A%E0%B8%A1%E0%B8%97>
- [12] เรืองลักษณ์ บุตรเพ็ชร, จุฑารณ อันสุวรรณ และ นิตาเดียว มยุรีสวารค์. (2559). เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. สืบค้นจาก. http://sc2.kku.ac.th/stat/statweb/images/Eventpic/60/Seminar/02_13_-7-.pdf
- [13] วิษุวรรณ ฤทธิคุปต์. (2555). การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนร้อนด้วยกิจกรรมกลุ่มคุณภาพ (QC Circle). *Industrial Technology Review*, 18(234), 95-99.
- [14] ศุนย์อัจฉริยะเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. (2564). ภาพรวมผลิตภัณฑ์ลูกชิ้นปลา. สืบค้นจาก. <https://fic.nfi.or.th/market-intelligence-all-detail.php?id=355>
- [15] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2559). เทคโนโลยีการผลิตลูกชิ้น. สืบค้นจาก. <https://ifrpdu.ku.ac.th/th/research-and-development/articles-and-research/articles-and-research-7/449-fish-meat-ball-production.html>
- [16] สถาบันอาหาร. (2563). GMP และ HACCP คืออะไร สำคัญอย่างไรกับอุตสาหกรรมอาหาร. สืบค้นจาก. <https://www.nfi.or.th/foodsafety/gmp-haccp/>
- [17] สราฐพิ ยอดขันธ์, เจนฎา จันทร์ตระ, และ จักรกฤษณ์ เมมีอนแท้. (2557). การปรับปรุงอัตราการผลิตของสาขาระบบการผลิตชิ้นส่วนร้อนด้วยการประชุมวิชาการที่รายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมประจำปี 2557 (หน้า 356-361). ชลบุรี.
- [18] AIAG & VDA. (2019). *Failure mode and effects analysis: FMEA handbook* (1st ed.). Automotive Industry Action Group & Verband der Automobilindustrie.
- [19] Alblawi, S. A., Antony, J., & Lim, S. A. H. (2015). A systematic review of Lean Six Sigma for the manufacturing industry. *Business Process Management Journal*, 21(3), 665–691.
- [20] Antony, J., Laux, C., & Cudney, E. (2019). *The Ten Commandments of Lean Six Sigma: A Guide for Practitioners*. Emerald Group Publishing.
- [21] Arsana, I. M., Dibia, I. N., & Cipta, I. M. (2020). Designing and performance testing of meatball forming machine. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, 14(1), 1-6. Retrieved from <https://doi.org/10.32722/cakram.v14i1.3090>
- [22] Automotive Industry Action Group (AIAG). (2010). *Measurement systems analysis (MSA) reference manual* (4th ed.).

- [23] Ben-Daya, M., Kumar, U., & Murthy, D. P. (2016). *Introduction to maintenance engineering: Modelling, optimization and management*. John Wiley & Sons.
- [24] Besterfield, D. H. (2018). *Quality control* (9th ed.). Pearson.
- [25] Big Q Training. (n.d.). *FMEA AIAG & VDA 1st : Process Failure Mode and Effects Analysis*. Retrieved August 22, 2025, ສືບຄົນຈາກ. <https://www.bigqtraining.in.th/fmea-aiag-vda/>
- [26] Digi-Key. (2568). *TOL-10997 SparkFun Electronics / Calipers*. Retrieved from <https://www.digikey.co.th/th/products/detail/sparkfun-electronics/10997/21443014>
- [27] Ding-Han Machinery Co., Ltd. (n.d.). ສາຍກາຣພລິຕ້ລູກໜີ້ນປລາ / ລູກໜີ້ນ. ສືບຄົນຈາກ. <https://www.ding-han.com.tw/th/product/Turnkey-Project-2.html>
- [28] Dym, C. L., Little, P., & Orwin, E. (2014). *Engineering design: A project-based introduction* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- [29] El-Haik, B., & Al-Aomar, R. (2006). *Simulation-based lean six-sigma and design for six-sigma*. John Wiley & Sons.
- [30] George, M. L. (2002). *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma quality with lean production speed*. McGraw-Hill Education.
- [31] Gupta, D. (2015). *Success using lean six sigma in terms of operations and business processes*. Anchor Academic Publishing.
- [32] Hanck, C., Arnold, M., Gerber, A., & Schmelzer, M. (2019). *Introduction to econometrics with R*. University of Duisburg-Essen. Retrieved from <https://www.econometrics-with-r.org/>
- [33] Heumann, C., & Schomaker, M. (2016). *Introduction to statistics and data analysis*. Springer.
- [34] International Labour Office. (1992). *Introduction to work study* (4th ed.). International Labour Organization.
- [35] International Organization for Standardization. (2021). *Service excellence — Value-driven service* (ISO 22468:2021).
- [36] Jack, H. (2013). Universal Design Topics. In *Engineering Design, Planning, and Management* (pp. 323-380). Academic Press.
- [37] Japanese Industrial Standards Committee. (1982). *Process analysis symbols* (JIS Z 8206:1982). Retrieved from <https://kikakurui.com/z8/Z8206-1982-01.html>

- [38] Jones, B. (2019). *Global Warming: What is the level of statistical significance in warming?* [Online article]. Quora. Retrieved from <https://www.quora.com/Global-Warming-What-is-the-level-of-statistical-significance-in-warming>
- [39] Kaizen-News.com. (n.d.). *GENBA, GENBUTSU, GENJITSU (The 3 G's)*. Retrieved from <https://www.kaizen-news.com/genba-genbutsu-genjitsu-the-3-gs/>
- [40] Kent, R. (2016). Tools for quality management and improvement. In *Quality management in plastics processing* (pp. 197–226). Elsevier.
- [41] Kusuma, A. H., Soesanto, A., & Widodo, S. (2022). Increasing productivity of meatball SMEs through the application of appropriate technology for meatball forming machines. *International Journal of Community Service*, 1(4), 183-190. Retrieved from <https://doi.org/10.55299/ijcs.v1i4.237>
- [42] Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- [43] Liker, J. K., & Meier, D. (2006). *The Toyota way fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. McGraw-Hill Education.
- [44] Lonkia Machinery. (ม.ป.ล.). *Tomato Blanching Machine*. Lonkia Machinery. ถือว่าเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์. <https://www.lonkiamachinery.com/vegetable-washer/tomato-blanching-machine.html>
- [45] Lucidchart. (n.d.). *What is value stream mapping?* Retrieved August 20, 2025, Retrieved from <https://www.lucidchart.com/pages/value-stream-mapping>
- [46] Martin, M. W., & Schinzinger, R. (2005). *Ethics in engineering* (4th ed.). McGraw-Hill.
- [47] Minitab, LLC. (n.d.). *What is a gage R&R study?* Retrieved August 21, 2025, Retrieved from <https://support.minitab.com/en-us/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/supporting-topics/gage-rr-analyses/what-is-a-gage-r-r-study/>
- [48] Mobley, R. K. (2020). *An introduction to predictive maintenance* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- [49] Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to statistical quality control* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- [50] Montgomery, D. C. (2020). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). John Wiley & Sons.

- [51] Moubray, J. (1997). *Reliability-centered maintenance* (2nd ed.). Industrial Press Inc.
- [52] Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- [53] Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination: Principles and procedures of creative problem solving*. Charles Scribner's Sons.
- [54] Pyzdek, T., & Keller, P. A. (2018). *The handbook for quality management: A complete guide to operational excellence* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- [55] Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- [56] Singh, M., & Rathi, R. (2019). A structured review of Lean Six Sigma in various industrial sectors. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 622–664.
- [57] Six Sigma Material. (n.d.). *Process chart*. Retrieved August 20, 2025, Retrieved from <https://www.six-sigma-material.com/Process-Chart.html>
- [58] Smetkowska, M., & Mrugalska, B. (2018). Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 238, 590–596.
- [59] Sullivan, M. (2017). *Statistics: Informed decisions using data* (5th ed.). Pearson.
- [60] Sullivan, W. G., Wicks, E. M., & Koelling, C. P. (2020). *Engineering economy* (17th ed.). Pearson.
- [61] Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- [62] Tang, L. C., Goh, T. N., Yam, H. S., & Yoap, T. (2007). *Six sigma: advanced tools for black belts and master black belts*. John Wiley & Sons.
- [63] Truscott, W. (2003). *Six Sigma*. Butterworth-Heinemann.
- [64] Ullman, D. G. (2010). *The mechanical design process* (4th ed.). McGraw-Hill.
- [65] Zhan, W., & Xuru, D. (2016). *Lean Six Sigma and Statistical Tools for Engineers and Engineering Managers*. Momentum Press.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลและแบบฟอร์ม (ก่อนการปรับปรุง)

ก-1 ใบตรวจสอบข้อมูลของเสีย ก่อนการปรับปรุง

ในส่วนนี้จะแสดงแบบฟอร์มใบตรวจสอบ (Check Sheet) ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลยอด การผลิต และจำนวนของเสียในแต่ละประเภทแบบรายวัน โดยแบบฟอร์มนี้เก็บข้อมูลทั้งก่อน และ หลังการปรับปรุง

แบบฟอร์มใบตรวจสอบยอดการผลิต และของเสีย ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น เพื่อใช้เป็น เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณจากหน้างานอย่างเป็นระบบ แสดงดังภาพที่ ก-2

ใบบันทึกรายการผลิต และจำนวนของเสีย ประจำเดือน.....				ประเภทของเสีย				
วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบน้ำพิว	น้ำมันเกินไป	ปนเปื้อน
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
...								
31								
รวม								

ภาพที่ ก-2 แบบฟอร์มใบตรวจสอบยอดการผลิต และของเสีย

(ที่มา : ทักษะด้ายและการวิเคราะห์, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-3

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่กลม	แท่ง	รูบานสิรา	น้ำมันกินไป	ปนเปื้อน
1	สูตรน้ำยา	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
2	ลูกน้ำยา	95	3.80	2.85	0.38	0.19	0.21	0.17
3	ลูกน้ำยา	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.09	0.03
4	ลูกน้ำยา	90	4.50	3.60	0.49	0.23	0.14	0.09
5	ลูกน้ำยา	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
6	ลูกน้ำยา	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
7	ลูกน้ำยา	90	3.60	3.06	0.36	0.07	0.07	0.04
8	ลูกน้ำยา	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
9	ลูกน้ำยา	85	1.70	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
10	ลูกน้ำยา	130	2.60	1.95	0.26	0.13	0.14	0.12
11	ลูกน้ำยา	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
12	ลูกน้ำยา	55	2.75	2.20	0.28	0.14	0.08	0.06
13	ลูกน้ำยา	50	1.00	0.80	0.10	0.06	0.03	0.02
14	ลูกน้ำยา	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
15	ลูกน้ำยา	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
16	ลูกน้ำยา	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.08	0.05
17	ลูกน้ำยา	95	4.75	3.61	0.86	0.14	0.10	0.05
18	ลูกน้ำยา	65	1.30	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
19	ลูกน้ำยา	55	1.65	1.40	0.17	0.03	0.03	0.02
20	ลูกน้ำยา	90	4.50	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21	ลูกน้ำยา	95	1.90	1.52	0.19	0.10	0.06	0.04
22	ลูกน้ำยา	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
23	ลูกน้ำยา	90	3.60	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24	ลูกน้ำยา	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
25	ลูกน้ำยา	90	4.50	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
26	ลูกน้ำยา	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
27	ลูกน้ำยา	65	1.70	1.36	0.17	0.09	0.06	0.03
28	ลูกน้ำยา	130	2.60	1.95	0.26	0.13	0.14	0.12
29	ลูกน้ำยา	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
30	ลูกน้ำยา	55	2.75	2.20	0.28	0.14	0.08	0.06
31								
รวม		2580	76.85	59.98	9.76	3.17	2.35	1.59

ภาพที่ ก-3 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มิถุนายน 2567

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กุมภาพันธ์ 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-4

วันที่	รายการผลิต	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูปน้ำ	น้ำมันoline	ปนเปื้อน
1	สูงชั้นป่า	60	1.20	0.96	0.12	0.06	0.04	0.02
2	ลูกชิ้นป่า	70	2.80	2.10	0.28	0.14	0.15	0.13
3	ลูกชิ้นป่า	65	1.95	1.44	0.35	0.06	0.04	0.02
4	ลูกชิ้นป่า	55	2.75	2.20	0.28	0.14	0.08	0.06
5	ลูกชิ้นป่า	50	1.00	0.76	0.18	0.03	0.02	0.01
6	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
7	ลูกชิ้นป่า	95	3.80	3.23	0.38	0.08	0.08	0.04
8	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
9	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
10	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.43	0.19	0.10	0.10	0.09
11	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.37	0.32	0.05	0.04	0.02
12	ลูกชิ้นป่า	95	3.80	3.04	0.38	0.19	0.11	0.08
13	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.08	0.05
14	ลูกชิ้นป่า	90	4.50	3.38	0.45	0.23	0.25	0.20
15	ลูกชิ้นป่า	85	1.70	1.29	0.31	0.05	0.03	0.02
16	ลูกชิ้นป่า	130	2.60	2.08	0.26	0.13	0.08	0.06
17	ลูกชิ้นป่า	65	1.30	0.99	0.23	0.04	0.03	0.01
18	ลูกชิ้นป่า	55	2.20	1.76	0.22	0.11	0.07	0.04
19	ลูกชิ้นป่า	50	1.50	1.28	0.15	0.03	0.03	0.02
20	ลูกชิ้นป่า	90	4.50	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.52	0.19	0.10	0.06	0.04
22	ลูกชิ้นป่า	90	1.40	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
23	ลูกชิ้นป่า	95	3.80	2.89	0.68	0.11	0.08	0.04
24	ลูกชิ้นป่า	150	4.50	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
25	ลูกชิ้นป่า	60	3.00	2.40	0.30	0.15	0.09	0.06
26	ลูกชิ้นป่า	70	1.40	1.05	0.14	0.07	0.06	0.06
27	ลูกชิ้นป่า	65	1.30	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
28	ลูกชิ้นป่า	55	1.10	0.43	0.11	0.06	0.06	0.05
29	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.06	0.03
30	ลูกชิ้นป่า	95	4.75	3.80	0.48	0.24	0.14	0.10
31	ลูกชิ้นป่า	90	4.50	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
รวม		2555	79.05	61.97	9.62	3.36	2.44	1.65

ภาพที่ ก-4 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน กุมภาพันธ์ 2567

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาควิชานักศึกษา)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน สิงหาคม 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-5

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่ก่อภัย	แห้ง	ร้อนดิบ	น้ำมันกึ่ง	น้ำมันเต้น
1	ชุดชั้นชุด	74	1,48	1,18	0.16	0.07	0.04	0.03
2	ชุดชั้นชุด	60	2.40	1.80	0.24	0.12	0.13	0.11
3	ชุดชั้นชุด	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
4	ชุดชั้นชุด	120	6.00	4.80	0.60	0.30	0.18	0.12
5	ชุดชั้นชุด	60	1.20	0.91	0.22	0.04	0.02	0.01
6	ชุดชั้นชุด	85	1.70	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
7	ชุดชั้นชุด	70	2.80	2.38	0.28	0.06	0.06	0.03
8	ชุดชั้นชุด	75	2.25	1.71	0.40	0.07	0.05	0.02
9	ชุดชั้นชุด	75	1.50	1.20	0.16	0.08	0.05	0.03
10	ชุดชั้นชุด	100	2.00	1.50	0.20	0.10	0.11	0.09
11	ชุดชั้นชุด	140	3.60	2.74	0.66	0.11	0.07	0.04
12	ชุดชั้นชุด	0	0	0	0	0	0	0
13	ชุดชั้นชุด	65	1.95	1.66	0.20	0.16	0.06	0.04
14	ชุดชั้นชุด	60	3.00	2.25	0.30	0.15	0.17	0.14
15	ชุดชั้นชุด	70	1.40	1.06	0.25	0.04	0.03	0.01
16	ชุดชั้นชุด	50	1.00	0.80	0.10	0.05	0.03	0.02
17	ชุดชั้นชุด	120	2.40	1.82	0.43	0.07	0.05	0.02
18	ชุดชั้นชุด	150	6.00	4.80	0.60	0.30	0.18	0.12
19	ชุดชั้นชุด	60	1.80	1.53	0.14	0.04	0.04	0.02
20	ชุดชั้นชุด	70	3.50	2.66	0.63	0.11	0.07	0.04
21	ชุดชั้นชุด	65	1.30	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
22	ชุดชั้นชุด	55	1.10	0.83	0.11	0.06	0.06	0.05
23	ชุดชั้นชุด	50	2.00	1.52	0.36	0.06	0.04	0.02
24	ชุดชั้นชุด	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.08	0.05
25	ชุดชั้นชุด	95	4.75	3.80	0.48	0.24	0.14	0.10
26	ชุดชั้นชุด	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
27	ชุดชั้นชุด	95	1.90	1.52	0.19	0.10	0.06	0.04
28	ชุดชั้นชุด	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.06
29	ชุดชั้นชุด	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
30	ชุดชั้นชุด	85	4.25	3.40	0.43	0.21	0.13	0.09
31	ชุดชั้นชุด	130	2.60	2.08	0.26	0.13	0.08	0.05
รวม		2569	75.58	59.22	9.30	3.21	2.31	1.55

ภาพที่ ก-5 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน สิงหาคม 2567

(ที่มา : หักย์คณ์และภาควิช, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กันยายน 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-6

ใบบันทึกรายการผลิต และจำนวนของเสีย ประจำเดือน กันยายน

(หน่วยเป็น กิโลกรัม) หากไม่มีการผลิตในวันนั้น ให้ใส่เป็น 0

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบเนื้อ	น้ำมันกินได้	ปัมเป้ออน
1	ลูกชิ้นป่า	90	1.40	1.44	0.14	0.09	0.09	0.04
2	ลูกชิ้นป่า	95	3.80	2.85	0.38	0.19	0.21	0.17
3	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.05	0.49	0.08	0.06	0.03
4	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.08	0.05
5	ลูกชิ้นป่า	95	4.75	3.61	0.86	0.14	0.10	0.05
6	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
7	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.63	0.18	0.04	0.04	0.02
8	ลูกชิ้นป่า	90	1.40	1.37	0.32	0.05	0.04	0.02
9	ลูกชิ้นป่า	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
10	ลูกชิ้นป่า	90	4.90	3.38	0.45	0.23	0.26	0.20
11	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
12	ลูกชิ้นป่า	90	3.60	2.48	0.36	0.18	0.11	0.07
13	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.08	0.05
14	ลูกชิ้นป่า	85	4.25	3.19	0.43	0.21	0.23	0.19
15	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
16	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
17	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
18	ลูกชิ้นป่า	65	2.60	2.08	0.26	0.13	0.08	0.05
19	ลูกชิ้นป่า	55	1.65	1.40	0.17	0.03	0.03	0.02
20	ลูกชิ้นป่า	90	4.50	3.42	0.61	0.14	0.09	0.05
21	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.52	0.19	0.10	0.06	0.04
22	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
23	ลูกชิ้นป่า	90	3.60	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24	ลูกชิ้นป่า	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
25.	ลูกชิ้นป่า	90	4.50	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
26	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
27	ลูกชิ้นป่า	85	1.70	1.36	0.17	0.09	0.09	0.07
28	ลูกชิ้นป่า	20	0.40	0.30	0.04	0.02	0.02	0.02
29	ลูกชิ้นป่า	0	0	0	0	0	0	0
30	ลูกชิ้นป่า	0	0	0	0	0	0	0
31								
รวม		2420	73.85	57.50	9.23	3.13	2.36	1.63

ภาพที่ ก-6 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน กันยายน 2567

(ที่มา : ทักษิณนัยและการวิเคราะห์, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน ตุลาคม 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-7

ใบบันทึกรายการผลิต และจำนวนของเสีย ประจำเดือน..... ตุลาคม

(หน่วยเป็น กิโลกรัม) หากไม่มีการผลิตในวันนั้น ให้ใส่เป็น 0

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่ก่อคอม	แห้ง	รูปแบบ	น้ำมันฝืด	บันไดขึ้น
1	ก๊อกน้ำ	65	1.30	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
2	ห้องน้ำ	55	2.20	1.65	0.22	0.11	0.12	0.10
3	ห้องน้ำ	50	1.50	1.14	0.27	0.05	0.03	0.02
4	ห้องน้ำ	90	4.50	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
5	ห้องน้ำ	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
6	ห้องน้ำ	50	1.00	0.80	0.10	0.05	0.03	0.02
7	ห้องน้ำ	120	4.80	4.08	0.48	0.10	0.10	0.05
8	ห้องน้ำ	150	4.50	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
9	ห้องน้ำ	60	1.20	0.96	0.12	0.06	0.04	0.02
10	ห้องน้ำ	70	1.40	1.09	0.14	0.07	0.08	0.06
11	ห้องน้ำ	65	1.30	0.99	0.23	0.04	0.03	0.01
12	ห้องน้ำ	55	2.20	1.76	0.22	0.11	0.07	0.04
13	ห้องน้ำ	65	1.95	1.96	0.20	0.10	0.06	0.04
14	ห้องน้ำ	55	2.75	2.06	0.28	0.14	0.15	0.12
15	ห้องน้ำ	50	1.00	0.76	0.18	0.03	0.02	0.01
16	ห้องน้ำ	90	1.80	1.44	0.14	0.09	0.05	0.04
17	ห้องน้ำ	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
18	ห้องน้ำ	90	3.60	2.48	0.36	0.18	0.11	0.07
19	ห้องน้ำ	95	2.45	2.42	0.29	0.06	0.06	0.03
20	ห้องน้ำ	90	4.90	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21	ห้องน้ำ	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
22	ห้องน้ำ	95	1.90	1.43	0.19	0.10	0.10	0.09
23	ห้องน้ำ	90	3.60	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24	ห้องน้ำ	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.06	0.05
25.	ห้องน้ำ	95	4.75	3.80	0.48	0.24	0.14	0.10
26	ห้องน้ำ	90	1.80	1.75	0.18	0.09	0.10	0.08
27	ห้องน้ำ	65	1.30	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
28	ห้องน้ำ	55	1.10	0.83	0.11	0.06	0.06	0.05
29	ห้องน้ำ	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
30	ห้องน้ำ	55	2.75	2.20	0.28	0.14	0.08	0.06
31	ห้องน้ำ	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
รวม		2935	73.60	57.82	9.13	3.01	2.19	1.45

ภาพที่ ก-7 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน ตุลาคม 2567

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาริต, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน พฤศจิกายน 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
ใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-8

ใบบันทึกรายการผลิต และจำนวนของเสีย ประจำเดือน ก. พฤศจิกายน (หน่วยเป็น กิโลกรัม) หากไม่มีการผลิตในวันนั้น ให้ใส่เป็น ๐				ประมาณของเสีย				
วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ไม่เกลصم	แห้ง	รูบเนื้อ	น้ำมันนำไป	ปันเปื้อน
1	ลูกชิ้นป่า	50	1.00	0.80	0.10	0.05	0.03	0.02
2	ลูกชิ้นป่า	90	3.60	2.70	0.36	0.18	0.20	0.16
3	ลูกชิ้นป่า	95	2.85	2.17	0.51	0.09	0.06	0.03
4	ลูกชิ้นป่า	90	4.60	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
5	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.37	0.32	0.05	0.04	0.02
6	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.52	0.19	0.10	0.06	0.04
7	ลูกชิ้นป่า	90	3.60	3.06	0.36	0.07	0.07	0.04
8	ลูกชิ้นป่า	95	2.85	2.17	0.51	0.09	0.06	0.03
9	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
10	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
11	ลูกชิ้นป่า	85	2.55	1.94	0.46	0.08	0.05	0.03
12	ลูกชิ้นป่า	130	6.50	5.20	0.65	0.33	0.20	0.13
13	ลูกชิ้นป่า	50	1.00	0.80	0.10	0.05	0.03	0.02
14	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
15	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
16	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.16	0.27	0.13	0.08	0.05
17	ลูกชิ้นป่า	95	4.75	3.61	0.66	0.14	0.10	0.05
18	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.52	0.19	0.10	0.06	0.04
19	ลูกชิ้นป่า	90	2.70	2.30	0.27	0.05	0.05	0.03
20	ลูกชิ้นป่า	90	4.50	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
22	ลูกชิ้นป่า	95	1.90	1.43	0.19	0.10	0.10	0.09
23	ลูกชิ้นป่า	90	3.60	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24	ลูกชิ้นป่า	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
25	ลูกชิ้นป่า	90	4.60	3.60	0.45	0.23	0.14	0.09
26	ลูกชิ้นป่า	90	1.80	1.35	0.18	0.09	0.10	0.08
27	ลูกชิ้นป่า	65	1.70	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
28	ลูกชิ้นป่า	60	1.20	0.90	0.12	0.06	0.07	0.05
29	ลูกชิ้นป่า	70	2.10	1.60	0.38	0.06	0.04	0.02
30	ลูกชิ้นป่า	50	2.50	2.00	0.25	0.13	0.08	0.05
31								
รวม		2600	79.95	62.99	10.15	3.27	2.37	1.57

ภาพที่ ก-8 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน พฤศจิกายน 2567

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาควิช, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
รวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังตารางที่ ก-9

ตาราง ก-9 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2567

รายการผลิต เดือน มิถุนายน				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อค่า	แห่ง	รูบบันทึก	น้ำมันไป	ปันเปื้อน
1/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
2/6/2567	ลูกชิ้นปลา	95	3.8	2.85	0.38	0.19	0.21	0.17
3/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
4/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
5/6/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
6/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
7/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	3.06	0.36	0.07	0.07	0.04
8/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
9/6/2567	ลูกชิ้นปลา	85	1.7	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
10/6/2567	ลูกชิ้นปลา	130	2.6	1.95	0.26	0.13	0.14	0.12
11/6/2567	ลูกชิ้นปลา	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
12/6/2567	ลูกชิ้นปลา	55	2.75	2.2	0.28	0.14	0.08	0.06
13/6/2567	ลูกชิ้นปลา	50	1	0.8	0.1	0.05	0.03	0.02
14/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
15/6/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
16/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
17/6/2567	ลูกชิ้นปลา	95	4.75	3.61	0.86	0.14	0.1	0.05
18/6/2567	ลูกชิ้นปลา	65	1.3	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
19/6/2567	ลูกชิ้นปลา	55	1.65	1.4	0.17	0.03	0.03	0.02
20/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21/6/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.52	0.19	0.1	0.06	0.04
22/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
23/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24/6/2567	ลูกชิ้นปลา	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
25/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
26/6/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
27/6/2567	ลูกชิ้นปลา	85	1.7	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
28/6/2567	ลูกชิ้นปลา	130	2.6	1.95	0.26	0.13	0.14	0.12
29/6/2567	ลูกชิ้นปลา	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
30/6/2567	ลูกชิ้นปลา	55	2.75	2.2	0.28	0.14	0.08	0.06
รวม		2580	76.85	59.98	9.76	3.17	2.35	1.59

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนกรกฎาคม 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังตารางที่ ก-10

ตาราง ก-10 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนกรกฎาคม 2567

รายการผลิต เดือน กรกฎาคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อค่า	แห่ง	รูบบิว	น้ำมันไป	ปันเปื้อน
1/7/2567	ลูกชิ้นปลา	60	1.2	0.96	0.12	0.06	0.04	0.02
2/7/2567	ลูกชิ้นปลา	70	2.8	2.1	0.28	0.14	0.15	0.13
3/7/2567	ลูกชิ้นปลา	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
4/7/2567	ลูกชิ้นปลา	55	2.75	2.2	0.28	0.14	0.08	0.06
5/7/2567	ลูกชิ้นปลา	50	1	0.76	0.18	0.03	0.02	0.01
6/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
7/7/2567	ลูกชิ้นปลา	95	3.8	3.23	0.38	0.08	0.08	0.04
8/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
9/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
10/7/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.43	0.19	0.1	0.1	0.09
11/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.37	0.32	0.05	0.04	0.02
12/7/2567	ลูกชิ้นปลา	95	3.8	3.04	0.38	0.19	0.11	0.08
13/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
14/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.38	0.45	0.23	0.25	0.2
15/7/2567	ลูกชิ้นปลา	85	1.7	1.29	0.31	0.05	0.03	0.02
16/7/2567	ลูกชิ้นปลา	130	2.6	2.08	0.26	0.13	0.08	0.05
17/7/2567	ลูกชิ้นปลา	65	1.3	0.99	0.23	0.04	0.03	0.01
18/7/2567	ลูกชิ้นปลา	55	2.2	1.76	0.22	0.11	0.07	0.04
19/7/2567	ลูกชิ้นปลา	50	1.5	1.28	0.15	0.03	0.03	0.02
20/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21/7/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.52	0.19	0.1	0.06	0.04
22/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
23/7/2567	ลูกชิ้นปลา	95	3.8	2.89	0.68	0.11	0.08	0.04
24/7/2567	ลูกชิ้นปลา	150	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
25/7/2567	ลูกชิ้นปลา	60	3	2.4	0.3	0.15	0.09	0.06
26/7/2567	ลูกชิ้นปลา	70	1.4	1.05	0.14	0.07	0.08	0.06
27/7/2567	ลูกชิ้นปลา	65	1.3	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
28/7/2567	ลูกชิ้นปลา	55	1.1	0.83	0.11	0.06	0.06	0.05
29/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
30/7/2567	ลูกชิ้นปลา	95	4.75	3.8	0.48	0.24	0.14	0.1
31/7/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
รวม		2555	79.05	61.97	9.62	3.36	2.44	1.65

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนสิงหาคม 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังตารางที่ ก-11

ตาราง ก-11 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนสิงหาคม 2567

รายการผลิต เดือน สิงหาคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อค่า	แห่ง	รูบบิว	น้ำมันໄป	ปนเปื้อน
1/8/2567	ถุงชิ้นปลา	74	1.48	1.18	0.15	0.07	0.04	0.03
2/8/2567	ถุงชิ้นปลา	60	2.4	1.8	0.24	0.12	0.13	0.11
3/8/2567	ถุงชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
4/8/2567	ถุงชิ้นปลา	120	6	4.8	0.6	0.3	0.18	0.12
5/8/2567	ถุงชิ้นปลา	60	1.2	0.91	0.22	0.04	0.02	0.01
6/8/2567	ถุงชิ้นปลา	85	1.7	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
7/8/2567	ถุงชิ้นปลา	70	2.8	2.38	0.28	0.06	0.06	0.03
8/8/2567	ถุงชิ้นปลา	75	2.25	1.71	0.41	0.07	0.05	0.02
9/8/2567	ถุงชิ้นปลา	75	1.5	1.2	0.15	0.08	0.05	0.03
10/8/2567	ถุงชิ้นปลา	100	2	1.5	0.2	0.1	0.11	0.09
11/8/2567	ถุงชิ้นปลา	180	3.6	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
12/8/2567	ถุงชิ้นปลา	0	0	0	0	0	0	0
13/8/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.95	1.56	0.2	0.1	0.06	0.04
14/8/2567	ถุงชิ้นปลา	60	3	2.25	0.3	0.15	0.17	0.14
15/8/2567	ถุงชิ้นปลา	70	1.4	1.06	0.25	0.04	0.03	0.01
16/8/2567	ถุงชิ้นปลา	50	1	0.8	0.1	0.05	0.03	0.02
17/8/2567	ถุงชิ้นปลา	120	2.4	1.82	0.43	0.07	0.05	0.02
18/8/2567	ถุงชิ้นปลา	150	6	4.8	0.6	0.3	0.18	0.12
19/8/2567	ถุงชิ้นปลา	60	1.8	1.53	0.18	0.04	0.04	0.02
20/8/2567	ถุงชิ้นปลา	70	3.5	2.66	0.63	0.11	0.07	0.04
21/8/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.3	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
22/8/2567	ถุงชิ้นปลา	55	1.1	0.83	0.11	0.06	0.06	0.05
23/8/2567	ถุงชิ้นปลา	50	2	1.52	0.36	0.06	0.04	0.02
24/8/2567	ถุงชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
25/8/2567	ถุงชิ้นปลา	95	4.75	3.8	0.48	0.24	0.14	0.1
26/8/2567	ถุงชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
27/8/2567	ถุงชิ้นปลา	95	1.9	1.52	0.19	0.1	0.06	0.04
28/8/2567	ถุงชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
29/8/2567	ถุงชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
30/8/2567	ถุงชิ้นปลา	85	4.25	3.4	0.43	0.21	0.13	0.09
31/8/2567	ถุงชิ้นปลา	130	2.6	2.08	0.26	0.13	0.08	0.05
รวม		2569	75.58	59.22	9.3	3.21	2.31	1.55

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนกันยายน 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังตารางที่ ก-12

ตาราง ก-12 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนกันยายน 2567

รายการผลิต เดือน กันยายน				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อค่า	แห่ง	รูบบันทึก	น้ำมันไป	ปั๊มน้ำ
1/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
2/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	3.8	2.85	0.38	0.19	0.21	0.17
3/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.05	0.49	0.08	0.05	0.03
4/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
5/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	4.75	3.61	0.86	0.14	0.1	0.05
6/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
7/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.53	0.18	0.04	0.04	0.02
8/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.37	0.32	0.05	0.04	0.02
9/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
10/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.38	0.45	0.23	0.25	0.2
11/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
12/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	2.88	0.36	0.18	0.11	0.07
13/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
14/9/2567	ลูกชิ้นปลา	85	4.25	3.19	0.43	0.21	0.23	0.19
15/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
16/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
17/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
18/9/2567	ลูกชิ้นปลา	65	2.6	2.08	0.26	0.13	0.08	0.05
19/9/2567	ลูกชิ้นปลา	55	1.65	1.4	0.17	0.03	0.03	0.02
20/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.52	0.19	0.1	0.06	0.04
22/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
23/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24/9/2567	ลูกชิ้นปลา	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
25/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
26/9/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
27/9/2567	ลูกชิ้นปลา	85	1.7	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
28/9/2567	ลูกชิ้นปลา	20	0.4	0.3	0.04	0.02	0.02	0.02
29/9/2567	ลูกชิ้นปลา	0	0	0	0	0	0	0
30/9/2567	ลูกชิ้นปลา	0	0	0	0	0	0	0
รวม		2420	73.85	57.5	9.23	3.13	2.36	1.63

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนตุลาคม 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังตารางที่ ก-13

ตาราง ก-13 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนตุลาคม 2567

รายการผลิต เดือน ตุลาคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อค่า	แห่ง	รูบบิว	น้ำมันไป	ปนเปื้อน
1/10/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.3	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
2/10/2567	ถุงชิ้นปลา	55	2.2	1.65	0.22	0.11	0.12	0.1
3/10/2567	ถุงชิ้นปลา	50	1.5	1.14	0.27	0.05	0.03	0.02
4/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
5/10/2567	ถุงชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
6/10/2567	ถุงชิ้นปลา	50	1	0.8	0.1	0.05	0.03	0.02
7/10/2567	ถุงชิ้นปลา	120	4.8	4.08	0.48	0.1	0.1	0.05
8/10/2567	ถุงชิ้นปลา	150	4.5	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
9/10/2567	ถุงชิ้นปลา	60	1.2	0.96	0.12	0.06	0.04	0.02
10/10/2567	ถุงชิ้นปลา	70	1.4	1.05	0.14	0.07	0.08	0.06
11/10/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.3	0.99	0.23	0.04	0.03	0.01
12/10/2567	ถุงชิ้นปลา	55	2.2	1.76	0.22	0.11	0.07	0.04
13/10/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.95	1.56	0.2	0.1	0.06	0.04
14/10/2567	ถุงชิ้นปลา	55	2.75	2.06	0.28	0.14	0.15	0.12
15/10/2567	ถุงชิ้นปลา	50	1	0.76	0.18	0.03	0.02	0.01
16/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
17/10/2567	ถุงชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
18/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	3.6	2.88	0.36	0.18	0.11	0.07
19/10/2567	ถุงชิ้นปลา	95	2.85	2.42	0.29	0.06	0.06	0.03
20/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	4.5	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
22/10/2567	ถุงชิ้นปลา	95	1.9	1.43	0.19	0.1	0.1	0.09
23/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	3.6	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
25/10/2567	ถุงชิ้นปลา	95	4.75	3.8	0.48	0.24	0.14	0.1
26/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
27/10/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.3	1.04	0.13	0.07	0.04	0.03
28/10/2567	ถุงชิ้นปลา	55	1.1	0.83	0.11	0.06	0.06	0.05
29/10/2567	ถุงชิ้นปลา	65	1.95	1.48	0.35	0.06	0.04	0.02
30/10/2567	ถุงชิ้นปลา	55	2.75	2.2	0.28	0.14	0.08	0.06
31/10/2567	ถุงชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
รวม		2435	73.6	57.82	9.13	3.01	2.19	1.45

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนพฤษภาคม 2567 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบนับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังตารางที่ ก-14

ตาราง ก-14 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนพฤษภาคม 2567

รายการผลิต เดือน พฤษภาคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อค่า	แห่ง	รูบบทิว	น้ำมันไป	ปั๊มน้ำ
1/11/2567	ลูกชิ้นปลา	50	1	0.8	0.1	0.05	0.03	0.02
2/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	2.7	0.36	0.18	0.2	0.16
3/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	2.85	2.17	0.51	0.09	0.06	0.03
4/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
5/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.37	0.32	0.05	0.04	0.02
6/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.52	0.19	0.1	0.06	0.04
7/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	3.06	0.36	0.07	0.07	0.04
8/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	2.85	2.17	0.51	0.09	0.06	0.03
9/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
10/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
11/11/2567	ลูกชิ้นปลา	85	2.55	1.94	0.46	0.08	0.05	0.03
12/11/2567	ลูกชิ้นปลา	130	6.5	5.2	0.65	0.33	0.2	0.13
13/11/2567	ลูกชิ้นปลา	50	1	0.8	0.1	0.05	0.03	0.02
14/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
15/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.44	0.34	0.06	0.04	0.02
16/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.16	0.27	0.14	0.08	0.05
17/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	4.75	3.61	0.86	0.14	0.1	0.05
18/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.52	0.19	0.1	0.06	0.04
19/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	2.7	2.3	0.27	0.05	0.05	0.03
20/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.42	0.81	0.14	0.09	0.05
21/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.44	0.18	0.09	0.05	0.04
22/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	1.9	1.43	0.19	0.1	0.1	0.09
23/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	3.6	2.74	0.65	0.11	0.07	0.04
24/11/2567	ลูกชิ้นปลา	95	2.85	2.28	0.29	0.14	0.09	0.06
25/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	4.5	3.6	0.45	0.23	0.14	0.09
26/11/2567	ลูกชิ้นปลา	90	1.8	1.35	0.18	0.09	0.1	0.08
27/11/2567	ลูกชิ้นปลา	85	1.7	1.36	0.17	0.09	0.05	0.03
28/11/2567	ลูกชิ้นปลา	60	1.2	0.9	0.12	0.06	0.07	0.05
29/11/2567	ลูกชิ้นปลา	70	2.1	1.6	0.38	0.06	0.04	0.02
30/11/2567	ลูกชิ้นปลา	50	2.5	2	0.25	0.13	0.08	0.05
รวม		2600	79.95	62.59	10.15	3.27	2.37	1.57

ก-15 การทดสอบระบบการวัด

ในส่วนนี้รวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์ระบบการวัด ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือและความแม่นยำของกระบวนการตรวจสอบคุณภาพก่อนการปรับปรุง ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3.4 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

การทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ Attribute Gage R&R และคงข้อมูลจากการประเมินความสามารถของพนักงานในการตรวจสอบคุณลักษณะ "ลูกชิ้นไม่กลม" ด้วยสายตา เพื่อประเมินความสอดคล้องในการตัดสินใจ (ผ่าน/ไม่ผ่าน) โดยแบบฟอร์มบางส่วน แสดงดังภาพที่ ก-16

ฟอร์มบันทึกผลการประเมินระบบการวัด (Attribute Gage R&R)							
คุณลักษณะที่ตรวจสอบ:	ผู้บันทึก:	คำอธิบายสัญลักษณ์					
		P (Pass): ผ่าน / ยอมรับ F (Fail): ไม่ผ่าน / ปฏิเสธ					
ขั้นตอนตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน	พนักงาน A		พนักงาน B		พนักงาน C	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							

ภาพที่ ก-16 แบบฟอร์มทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ (Attribute Gage R&R)

(ที่มา : ทักษะด้วยและการ, 2568)

ข้อมูลการทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ (Attribute Gage R&R) โดยเป็นข้อมูลที่ได้
จากแบบฟอร์มฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-17

ขึ้นงานตัวอย่าง	ค่ามาตรฐาน	พนักงาน A		พนักงาน B		พนักงาน C	
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
		P	P	P	P	P	P
1	P	P	P	P	P	P	
2	P	P	P	F	P	P	
3	P	P	P	P	P	P	
4	F	F	F	F	F	F	
5	F	F	P	F	F	F	
6	P	P	P	P	P	P	
7	P	P	P	P	P	P	
8	P	P	P	P	F	P	
9	F	F	F	F	F	F	
10	F	F	F	F	F	F	
11	P	P	P	P	P	P	
12	P	P	P	P	P	P	
13	F	F	F	F	F	F	
14	P	P	P	P	P	P	
15	F	F	F	F	F	F	
16	P	P	P	P	P	P	
17	F	F	F	F	F	F	
18	P	P	P	P	P	P	
19	P	P	F	P	P	P	
20	F	F	F	F	F	F	
21	P	P	P	P	P	P	
22	P	P	P	P	P	P	
23	F	F	F	F	F	F	
24	F	F	F	F	F	F	
25	P	P	P	P	P	P	
26	F	F	P	F	F	F	
27	P	P	P	P	P	P	
28	P	P	P	P	P	P	
29	P	P	P	P	P	P	
30	F	F	F	F	F	F	

ภาพที่ ก-17 ผลทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ (Attribute Gage R&R) ฉบับจริง
(ที่มา : ทักษะคนยุคใหม่, 2568)

การทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R) แสดงข้อมูลจากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นด้วยเวอร์เนียคลิปเปอร์ เพื่อประเมินความผันแปรที่เกิดจากเครื่องมือวัด และจากผู้ปฏิบัติงาน แสดงดังภาพที่ ก-18

การทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R)									
คุณลักษณะที่วัด: เส้นผ่านศูนย์กลางลูกชิ้นปลา ผู้บันทึก: เครื่องมือวัด: เวอร์เนียคลิปเปอร์ วันที่ทำการศึกษา: ค่าพิกัด : $26.46 \pm 2 \text{ mm}$.									
จุดวัด 2 ระบุแสดงดังภาพด้านขวามีอยู่ 2 จุด บนผังงานทำการวัดแล้วให้บันทึกผลลงในแบบฟอร์ม 									
ตัวอย่าง	ผู้วัด								
	A			B			C		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

ภาพที่ ก-18 แบบฟอร์มทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R)
(ที่มา : ทักษะนักวิศวกรรมศาสตร์, 2568)

ข้อมูลการทดสอบระบบการวัดแบบคุณลักษณะ (Variable Gage R&R) โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-19

การทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R)									
คุณลักษณะที่วัด:	เส้นผ่านศูนย์กลางถุงรีบบล็อก			ผู้บันทึก:	ภาณุ		เครื่องมือวัด:	เครื่องมือวัด	
วันที่ทำการศึกษา:	1 ข้อว่าด้วย 2568			ค่าพิเศษ:	26.46 ± 2 mm.				
<div style="text-align: center;"> ทดสอบ 2 ชุดแยกตัวกันเพื่อตรวจสอบความแม่นยำ เมื่อ พนักงานทำการวัดแล้วให้บันทึกผลลงในแบบฟอร์ม  </div>									
ตัวอย่าง	ผู้วัด								
	A			B			C		
ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
1	26.48	26.49	26.51	26.47	26.43	26.51	26.51	26.42	26.43
2	26.48	26.47	26.51	26.48	26.51	26.43	26.51	26.46	26.47
3	26.47	26.43	26.51	26.42	26.42	26.44	26.47	26.43	26.47
4	26.52	26.42	26.44	26.48	26.41	26.44	26.43	26.47	26.52
5	26.50	26.42	26.43	26.49	26.42	26.48	26.42	26.52	26.50
6	26.44	26.46	26.47	26.52	26.47	26.46	26.47	26.46	26.41
7	26.46	26.46	26.41	26.47	26.47	26.44	26.48	26.49	26.47
8	26.41	26.43	26.47	26.49	26.52	26.47	26.47	26.43	26.51
9	26.44	26.49	26.42	26.47	26.45	26.48	26.52	26.42	26.51
10	26.45	26.49	26.49	26.47	26.42	26.51	26.49	26.49	26.42

ภาพที่ ก-19 ผลทดสอบระบบการวัดแบบตัวแปร (Variable Gage R&R) ฉบับจริง
(ที่มา : ทักษะด้านยกระดับอาชีวศึกษา, 2568)

ก-20 แบบฟอร์มและข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐาน

ในส่วนนี้แสดงข้อมูลที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างลูกชิ้นคุณภาพดีจำนวน 30 ชิ้นจากสายการผลิต แล้วทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางด้วยวอร์เนียคลิปเปอร์ ข้อมูลนี้ถูกนำมาใช้ในการสร้างกราฟอิสโตแกรม (ภาพที่ 3.34) และคำนวณหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นขนาดเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการกำหนดขอบเขตข้อกำหนดทางวิศวกรรม ที่ใช้วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการต่อไป

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐาน แสดงดังภาพที่ ก-21

แบบฟอร์มและข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐาน		
คุณลักษณะที่วัด: เส้นผ่านศูนย์กลางลูกชิ้นปลา	ผู้บันทึก: _____	
เครื่องมือวัด: เวอร์เนียคลิปเปอร์	วันที่ทำการศึกษา: _____	
ข้อกำหนด	ลำดับที่	ขนาดลูกชิ้นปลา (mm.)
<p>ลูกชิ้นที่ได้มาตรฐานควรมีลักษณะเป็นทรงกลมสมบูรณ์ ไม่มีความบิดเบี้ยวหรือผิดรูป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่สม่ำเสมอ และควรมีขนาดที่คงที่ ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป ใน การเก็บข้อมูล</p> <p>ลักษณะการวัดขนาด</p> <p>จุดวัดสามารถถูกได้ 2 มุมทั้งแนวแกน x และ y โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นปลาแสดงดังภาพด้านล่าง</p>	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	10	
	11	
	12	
	13	
	14	
	15	
	...	
	30	

ภาพที่ ก-21 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐาน

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวนิช, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐาน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก
แสดงดังภาพที่ ก-22

แบบฟอร์มและข้อมูลอินภาระขนาดมาตรฐาน คุณลักษณะที่วัด: เส้นผ่านศูนย์กลางถูกชื่อเป็น <u>ปลา</u> ผู้บันทึก: <u>กวิชา</u> เครื่องมือวัด: <u>เวอร์เนียร์ค่าโน้มปีก</u> วันที่ทำการเก็บข้อมูล: <u>2 ธันวาคม 2567</u>		
ข้อกำหนด ถูกเขียนที่ได้มาตรฐานความเรียบเท่ากับของก่อสร้างที่มีความเรียบเท่ากันที่สุด ไม่มีความบิดเบี้ยวหรือ ติดรูป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่สม่ำเสมอ และควรเน้นขนาดที่คงที่ ไม่เล็กหรือใหญ่ เกินไป ในการเก็บข้อมูล ลักษณะการวัดขนาด ใช้วัดสามารถวัดได้ 2 มุมทั้งแนวแกน x และ y โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ของถูกชื่อเป็นปลาแสดงดังภาพด้านล่าง	ลำดับที่	ขนาดถูกชื่อเป็นปลา (mm)
	1	26.25
	2	26.41
	3	26.59
	4	26.35
	5	26.19
	6	26.98
	7	26.33
	8	25.98
	9	26.15
	10	26.78
	11	26.01
	12	26.19
	13	26.27
	14	26.77
	15	26.07
	16	26.70
	17	26.48
	18	26.70
	19	26.60
	20	26.60
	21	26.42
	22	26.06
	23	26.70
	24	26.71
	25	26.11
	26	26.83
	27	26.61
	28	26.66
	29	26.47
30	26.19	

ภาพที่ ก-22 ผลบันทึกข้อมูลกำหนดขนาดมาตรฐานฉบับจริง
 (ที่มา : ทักษะด้ายและการวัด, 2568)

ก-23 แบบฟอร์มและข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิควบคุม และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ก่อนปรับปรุง

ในส่วนนี้แสดงชุดข้อมูลที่สำคัญซึ่งใช้ในการประเมินประสิทธิภาพและความสามารถของกระบวนการผลิตในสภาพปัจจุบัน (ก่อนการปรับปรุง) โดยเป็นข้อมูลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลูกชิ้นจำนวน 250 ตัวอย่าง ที่เก็บรวบรวมตลอดระยะเวลา 25 วัน ข้อมูลชุดนี้ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ที่สำคัญ 2 ส่วนในบทที่ 3 คือ การสร้างแผนภูมิควบคุม (Control Chart) (ภาพที่ 3.36) เพื่อตรวจสอบความเสถียรของกระบวนการ และการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (Process Capability Analysis) (ภาพที่ 3.37) เพื่อกำหนดค่า C_p และ C_{pk} เริ่มต้น ผลการวิเคราะห์จากข้อมูลนี้เป็นหลักฐานเชิงสถิติที่ยืนยันว่ากระบวนการเดิมขาดความเสถียรและไม่มีความสามารถในการผลิตตามข้อกำหนด

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแพนกูมิคิวคุณ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ แสดงดังภาพที่ ก-24

ภาพที่ ก-24 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุ้ม และวิเคราะห์ความสามารถของ
กระบวนการก่อนการปรับปรุง
(ที่มา : ทักษะคนัยและภาวะต. 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มสำหรับสร้างแผนภูมิความคุณ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ก-25

วัน/เดือน/ปี	กะเข้า					กะน้ำย				
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	ชั้นที่ 6	ชั้นที่ 7	ชั้นที่ 8	ชั้นที่ 9	ชั้นที่ 10
3/12/2567	26.03	24.55	24.16	25.04	26.27	27.31	25.00	26.15	26.28	25.11
4/12/2567	24.82	26.50	25.77	26.86	24.36	26.29	27.08	26.63	26.57	25.68
5/12/2567	27.91	25.75	25.99	26.22	25.56	25.88	24.41	25.89	24.83	23.01
6/12/2567	25.09	26.05	24.64	27.87	26.57	27.39	26.29	24.32	25.12	24.74
7/12/2567	23.15	27.09	26.06	25.71	26.46	25.95	26.36	25.93	25.31	24.52
8/12/2567	26.16	25.75	25.91	27.30	25.77	25.04	26.45	24.66	24.42	25.39
9/12/2567	26.00	25.57	26.78	26.72	25.70	24.41	25.09	26.23	27.84	25.38
10/12/2567	23.61	25.24	25.80	25.65	25.13	26.16	25.04	25.63	25.61	24.66
11/12/2567	26.96	25.14	24.73	27.67	25.80	24.37	26.20	25.10	26.06	23.75
12/12/2567	26.06	27.79	25.99	27.61	26.85	24.69	25.61	25.52	27.25	25.41
13/12/2567	26.37	24.88	25.90	25.10	25.74	25.46	25.68	24.44	26.07	25.44
14/12/2567	25.57	25.45	25.59	26.45	27.36	26.55	26.68	23.67	26.30	23.95
15/12/2567	26.07	25.86	26.06	26.74	25.63	23.71	26.48	24.96	25.24	27.83
16/12/2567	25.71	24.66	26.31	25.59	26.37	24.61	26.66	25.63	24.80	25.48
17/12/2567	26.45	25.22	25.69	26.31	26.64	24.79	27.07	26.82	25.23	26.86
18/12/2567	26.36	24.54	25.76	24.76	24.45	24.99	26.48	24.56	25.20	26.29
19/12/2567	26.63	24.44	26.03	25.87	25.99	25.04	26.05	26.94	25.78	24.11
20/12/2567	26.63	26.07	26.95	26.93	24.79	25.93	24.94	25.95	24.11	24.79
21/12/2567	24.79	25.53	24.93	25.00	23.79	25.96	25.68	26.53	26.39	25.84
22/12/2567	25.15	24.47	26.10	26.20	24.73	25.57	24.80	27.16	24.15	27.32
23/12/2567	24.46	26.33	26.13	25.26	25.27	25.76	23.15	24.66	23.39	25.44
24/12/2567	26.20	25.97	25.95	26.64	26.18	24.83	23.78	26.20	26.47	24.67
25/12/2567	24.65	24.65	26.06	26.04	23.86	25.42	25.06	24.00	25.16	26.26
26/12/2567	24.44	24.00	26.48	25.84	26.17	26.91	25.69	25.78	24.66	25.49
27/12/2567	25.98	26.12	25.56	24.31	26.73	25.60	25.06	26.54	26.93	27.17

**ภาพที่ ก-25 ผลบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุณ และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ก่อนการปรับปรุง ฉบับจริง
(ที่มา : ทักษิณนัยและการ, 2568)**

ภาคผนวก ฯ

เอกสารมาตราฐานและแบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้น

ข-1 แบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ในส่วนนี้แสดงแบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกันฉบับเดิม ที่ถูกจัดทำขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของแนวทางการปรับปรุงค่านิยมของจัดการที่เกี่ยวข้องหัวข้อ 4.3.1.2 แบบฟอร์มนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้พนักงานใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบชั้นส่วนสำคัญของเครื่องบันลุกชิ้นอัตโนมัติตามรอบเวลาที่กำหนดรายเดือน ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.10 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมาตรฐานในการดูแลรักษาเครื่องจักร บันทึกประวัติการบำรุงรักษา และป้องกันความล้มเหลวที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะช่วยรักษาสภาพความเสถียรของกระบวนการผลิตในระยะยาว

แบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน แสดงดังภาพที่ ข-2

บริษัทลูกชิ้นปลาเจ้าท่า				
แบบฟอร์มบันทึกผลการตรวจสอบ รายเดือน				
ชื่อเครื่องจักร:				เอกสารเลขที่:
วันที่ตรวจสอบ:				
ผู้ตรวจสอบ:				
ลำดับ	รายการตรวจสอบ	การตรวจสอบ	ปกติ/ไม่ปกติ	หมายเหตุ
1	ใบพาย	ตรวจสอบความเสียหาย / ความคงทน		
2	บล็อกล็อกใบพาย	ตรวจสอบเน้น/หลวม		
3	บล็อกลูกชิ้น (แม่พิมพ์)	ตรวจสอบร้าว/ความเสียหาย		
4	เพื่องส่งกำลัง	ตรวจสอบอย่างดี / เติมจาระบี		
5	ชินยาง (ชีลยาง)	ตรวจสอบร้าว / เปลี่ยนหากแห้ง		
6	ใบมีด	ลับหรือเปลี่ยนใบมีด		
7	สปริง (แรงดันใบมีด / กลไก)	ตรวจสอบด้าน / ความยืด		
รายละเอียดการบำรุงรักษา				
ปัญหาที่พบ	<hr/> <hr/>			
วิธีการแก้ไข	<hr/> <hr/>			
รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้				
ลำดับ	รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	ราคา

ภาพที่ ข-2 แบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

(ที่มา : ทักษะด้วยและภาคิต, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก เดือนมีนาคม พ.ศ.2568 แสดงดังภาพที่ ข-3

บริษัทอุตสาหกรรมฯ									
แบบฟอร์มบันทึกผลการตรวจสอบ รายเดือน									
ชื่อเครื่องจักร: <u>เครื่องซักอบผ้า</u>		เอกสารเลขที่: <u>01</u>							
วันที่ตรวจสอบ: <u>1/3/2568</u>									
ผู้ตรวจสอบ: <u>ภูวดล พนิพาณิชย์</u>									
ลำดับ	รายการตรวจสอบ	การตรวจสอบ	ปกติ/ไม่ปกติ	หมายเหตุ					
					1	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบความเสียหาย / ความคุม	ปกติ	
					2	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบแม่พิมพ์ / ความแม่นยำ	ปกติ	
					3	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบความเสียหาย / ความแม่นยำ	ปกติ	
					4	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบความเสียหาย / ความแม่นยำ	ปกติ	
					5	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบความเสียหาย / ความแม่นยำ	ปกติ	
					6	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบความเสียหาย / ความแม่นยำ	ปกติ	
					7	ไม่มีไขมัน	ตรวจสอบความเสียหาย / ความแม่นยำ	ปกติ	
รายละเอียดการบำรุงรักษา									
ปัญหาที่พบ <u>ไม่มีไขมัน</u> ที่ส่งผลกระทบต่อการทำงาน									
วิธีการแก้ไข <u>ทำความสะอาดและใส่ไขมัน</u>									
รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้									
ลำดับ	รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	ราคา					
					1	ไม่มีไขมัน	ทำความสะอาดและใส่ไขมัน	1 ตัว	1,800

ภาพที่ ข-3 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนมีนาคม พ.ศ.2568
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มการตรวจสอบนำรุ่งรักษางานชิ่งป้องกัน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก เดือนเมษายน พ.ศ.2568 แสดงดังภาพที่ ข-4

บริษัทสุกี้ชินป่าอ้อห์

ชื่อเครื่องจักร: เครื่องซีฟู้ดกรรชัน		แบบฟอร์มนับพิกัดการตรวจสอบ รายเดือน
วันที่ตรวจสอบ: 1/4/2568		เอกสารเลขที่: 02
ผู้ตรวจสอบ: ชนิชา กลาง น้ำใจงาม		

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	การตรวจสอบ	ปกติ/ไม่ปกติ	หมายเหตุ
1	ใบพาย	ตรวจสอบความสึกหรอ / ความคงทน	ปกติ	
2	บล็อกลือไนพาย	ตรวจสอบเนื้อ/กลิ่น	ปกติ	
3	บล็อกสุกี้ชิน (เม็ดพิมพ์)	ตรวจสอบรูร่อง / ความนิ่มยืด	ปกติ	
4	เพียงชิ้งกำลัง	ตรวจสอบรอยขีด / ความขาวระเร้น	ปกติ	
5	ชีวน้ำ (ซีลบาง)	ตรวจสอบขี้ว / เมล็ดไข่น้ำหนาแข็ง	ปกติ	
6	ใบมีด	ลับน้ำรีอยู่ในมีด	ปกติ	
7	สาปริง (แรงดันไนมีด / กอล์ฟ)	ตรวจสอบแรงดัน / ความยืด	ไม่ปกติ	ตรวจสอบต่อ

รายละเอียดการนำร่องรักษา	
เข้มข้นที่พบ	ตรวจสอบพนักงานที่รับผิดชอบที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ฝ่ายผลิต ตรวจสอบการถอดออกอากาศ ห้องตู้ของตู้อบ ห้องตู้อบต้องสะอาด ไม่มีเศษอาหาร ของพนักงาน
วิธีการแก้ไข	ห้ามการเปิดตู้อบ กดปุ่ม เครื่องซีฟู้ดกรรชันใหม่

รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้				
ลำดับ	รายการอุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน	ราคา
1	ไฟฟ้า	โคมไฟฟ้า รีดิบบ์ แอลอีดี ขนาดชั้น ไฟตอง ทรงกระบอก	10 ตัว	400
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ภาพที่ ข-4 ผลการตรวจสอบบันทุรังรักษายาชิ้งป้องกัน ฉบับจริง เดือนเมษายน พ.ศ.2568 (ที่มา : ทักษ์ดนัยและภาวิต, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มการตรวจสอบนำร่องรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2568 แสดงดังภาพที่ ข-5

**ภาพที่ ข-5 ผลการตรวจสอบนำรุ่งรักษายาชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2568
(ที่มา : ทักษิณย์และภานิต, 2568)**

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก เดือนมิถุนายน พ.ศ.2568 แสดงดังภาพที่ ข-6

ภาพที่ บ-6 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนมิถุนายน พ.ศ.2568
(ที่มา : หักยศนัยและภานิต, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2568 แสดงดังภาพที่ ข-7

**ภาพที่ ข-7 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2568
(ที่มา : หักษ์คณียและภาวิช, 2568)**

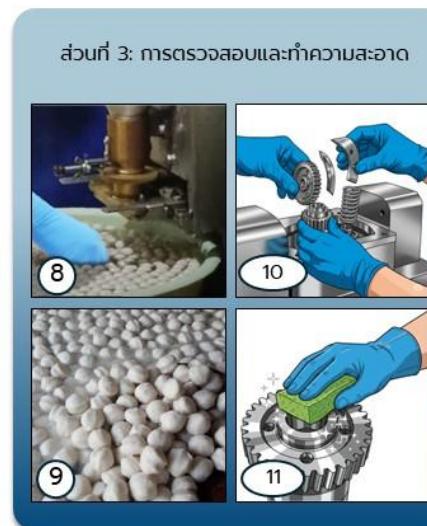
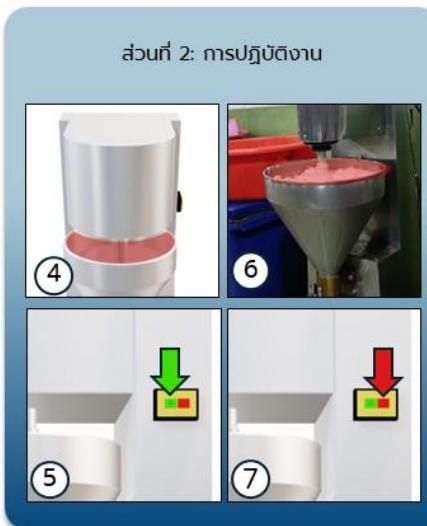
ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก เดือนสิงหาคม พ.ศ.2568 แสดงดังภาพที่ ข-8

**ภาพที่ ข-8 ผลการตรวจสอบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ฉบับจริง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2568
(ที่มา : หักยศนัยและภานิต, 2568)**

ข-9 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน

ในส่วนนี้แสดงคู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐาน ฉบับเต็ม สำหรับขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊น ลูกชิ้นอัตโนมัติ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อแก้ไขสาเหตุรากของปัญหาเรื่อง "การขาดมาตรฐานการปฏิบัติงาน" ตามที่ได้วิเคราะห์ไว้ในบทที่ 4 คู่มือนี้ได้รวมขั้นตอนการทำงานที่ปรับปรุงใหม่ตามหลักการ ECRS โดยอธิบายลำดับการทำงานอย่างละเอียดพร้อมรูปภาพประกอบที่ชัดเจน อ้างอิงจากภาพที่ 4.7 และ 4.8 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นมาตรฐานกลางในการปฏิบัติงานของพนักงานทุกคน และใช้เป็นเครื่องมือหลักในการฝึกอบรม เพื่อลดความผันแปรที่เกิดจากผู้ปฏิบัติงานและรักษาสภาพของกระบวนการที่ปรับปรุงใหม่ให้มีความยั่งยืน แสดงดังภาพที่ ข-10 และ ข-11

คู่มือการทำงาน : ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ



บริษัท ลูกชิ้นปลาเวิ่ง

ผู้ดำเนินการ : นายกัปเปอร์ ทองประภ์

จุดประสงค์ : เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงาน และลดความไม่สม่ำเสมอในการปฏิบัติงานของพนักงาน

ฉบับที่ : 1

หน้าที่ : 1/2

วันที่ บังคับใช้ : 01/01/2568

ภาพที่ ข-10 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 1/2

(ที่มา : หกข์นัยและภาวิต, 2568)

คู่มือการทำงาน : ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊กลูกชิ้นอัตโนมัติ

บริษัท ลูกชิ้นปลาเงี้า	ฉบับที่ : 1
จัดทำโดย : นายก้าบบัดนัย กองประเทือง	หน้าที่ : 2/2
วุฒิประสงค์ : เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงาน และลดความไม่สงบเรียบร้อยในการปฏิบัติงานของพนักงาน	วันที่ บังคับใช้ : 01/01/2568

ลำดับที่	ขั้นตอนการปฏิบัติ	จุดสำคัญ / ข้อควรระวัง
ส่วนที่ 1: การติดตั้งและเตรียมเครื่อง	1.ติดตั้งชุดบล็อกในเบ็ดและใบกว่นให้เข้ากับเครื่อง	ตรวจสอบความคงทนของเบ็ด ต้องไม่มีรอยบิ่น ขันล็อกให้แน่นพอดี ไม่หลวมเกินไป
	2.ใส่สปริงบริเวณใบเบ็ด	ตรวจสอบแรงดึงของสปริง ไม่แข็งหรืออ่อนเกินไป
	3.กดลوبการทำงานของเครื่อง	เปิดเครื่องกดลوبการหมุน 5-10 วินาที- พิงเสียงผิดปกติ หรือสังเกตการสั่นของเครื่อง
ส่วนที่ 2: การปฏิบัติงาน	4.เติมน้ำอุ่นลงในกรวยบรรจุ	เติมครึ่งแรกให้ถึง ขีดสีแดง ที่กำหนด
	5.เปิดเครื่องปั๊กลูกชิ้น	กดสวิตซ์สีเขียวเพื่อเริ่มทำงาน
	6.เติมน้ำอุ่นลงในกรวยต่อเนื่อง	รักษาดับเบิลน้ำอุ่นไว้ยุ่งระหว่าง ขีดสีแดงเสมอ- ห้าม เติมน้ำลับกรวย
	7.ปิดเครื่องเมื่อหมดรอบการผลิต	เมื่อเติมน้ำอุ่นครบกำหนด ให้กดสวิตซ์สีแดงเพื่อหยุดเครื่อง
ส่วนที่ 3: การตรวจสอบและทำความสะอาด	8.ตรวจสอบคุณภาพลูกชิ้น	นำลูกชิ้นที่ได้ ให้ผ่าน อุปกรณ์คัดแยกขนาด- คัดแยกลูกชิ้นที่ไม่ได้ขนาดออกกัน去
	9.รวบรวมลูกชิ้นที่ได้มาตราฐาน	นำลูกชิ้นที่ผ่านการคัดแยกแล้วใส่ในภาชนะเพื่อส่งต่อ
	10.ถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์	ถอดใบเบ็ด ใบกว่น และสปริง ออกจากเครื่อง
	11.ทำความสะอาดและจัดเก็บ	นำชิ้นส่วนทั้งหมดไปล้างทำความสะอาดตามขั้นตอน- วัดเก็บอุปกรณ์เข้าที่ให้เรียบร้อย

ภาพที่ ข-11 คู่มือการปฏิบัติงานมาตรฐานสำหรับติดตั้ง ณ จุดปฏิบัติงานจริง หน้าที่ 2/2

(ที่มา : ทักษะด้ายและภาวิช, 2568)

ภาคผนวก ก

ข้อมูลและแบบฟอร์ม (หลังการปรับปรุง)

ค-1 แบบฟอร์มและข้อมูลเพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์

ในส่วนนี้แสดงข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมตัวอย่างลูกชิ้น ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักร โดยการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่เรียบร้อยแล้ว (ตามหัวข้อ 4.3.1.1) ข้อมูลดังนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลกระทบของแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านเครื่องจักร โดยเฉพาะ และลูกนำไปใช้สร้างแผนภูมิความคุณ (ภาพที่ 4.5) เพื่อยืนยันว่ากระบวนการผลิตกลับมามีเสถียรภาพและอยู่ภายใต้การควบคุมทางสถิติ ซึ่งผลการวิเคราะห์จากข้อมูลนี้พิสูจน์ให้เห็นว่าการเปลี่ยnmอเตอร์เป็นแนวทางที่ถูกต้องและส่งผลให้กระบวนการมีความสม่ำเสมอมากขึ้นอย่างชัดเจน

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยnmอเตอร์ใหม่ แสดงดังภาพที่ ค-2

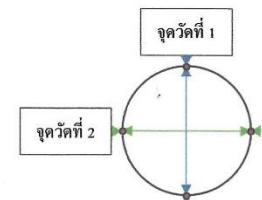
แบบฟอร์มบันทึกขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยnmอเตอร์ใหม่			
คุณลักษณะที่วัด: เส้นผ่านศูนย์กลางลูกชิ้นปลา ผู้บันทึก:		เครื่องมือวัด: เวอร์เนียร์คลิปเปอร์	
ข้อกำหนด	ลำดับที่	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2
ดำเนินการเก็บข้อมูลขนาดลูกชิ้นจากกระบวนการผลิตจริงจำนวน 30 ตัวอย่าง โดยลูกชิ้นแต่ละชิ้นลูกวัดเส้นผ่านศูนย์กลางจำนวน 2 ครั้ง จากนั้นจึงนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างแผนภูมิความคุณเพื่อประเมินความสม่ำเสมอและความเสถียรของกระบวนการหลังการปรับปรุง	1		
สัดยอดการวัดขนาด	2		
จุดวัดสามารถวัด 2 มุมทั้งแนวแกน x และ y โดยวัดขนาดเดือนผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นปลาแสดงดังภาพด้านล่าง	3		
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	...		
	30		

ภาพที่ ค-2 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยnmอเตอร์

(ที่มา : พักษ์นัยและภาวนิช, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-3

แบบฟอร์มบันทึกขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ คุณลักษณะที่วัด: เส้นผ่านศูนย์กลางลูกชิ้นปลา ผู้บันทึก: ๗๑๓ เครื่องมือวัด: เวอร์เนียร์คลิปปอร์				
ข้อกำหนด ดำเนินการเก็บข้อมูลขนาดลูกชิ้นจากกระบวนการผลิตจริง จำนวน 30 ตัวอย่าง โดยลูกชิ้นแต่ละชิ้นถูกวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นจึงนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างแผนภูมิความถี่ เพื่อประเมินความสม่ำเสมอและความเสถียรของกระบวนการผลิต การปรับปรุง	ค่ากัดหานด จุดวัดสามารถวัด 2 มุมที่ตั้งแนวแกน x และ y โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นปลาและคงดังภาพด้านล่าง	ลำดับที่	วัดครั้งที่ 1	วัดครั้งที่ 2
		1	26.46	26.88
		2	26.99	26.57
		3	26.8	26
		4	26.15	26.3
		5	26	26.84
		6	26.49	26.94
		7	26.96	26.38
		8	27.13	27.08
		9	26.46	26.43
		10	26.06	26.43
		11	26	26.74
		12	26.71	26.61
		13	26.09	26.81
		14	26.7	26.98
		15	26.91	26.19
		16	26.28	27.03
		17	26.02	27.01
		18	26.23	26.91
		19	26.78	27.15
		20	26.25	26.44
		21	26.53	26.34
		22	26.26	27.08
		23	26.28	26.49
		24	27.07	26.97
		25	26.69	26.61
		26	27.07	26.19
		27	26.98	26.77
		28	26.04	26.3
		29	26.34	26.99
30	26.46	26.93		



ภาพที่ ค-3 ผลบันทึกข้อมูลขนาดลูกชิ้นปลา เพื่อประเมินหลังการเปลี่ยนมอเตอร์นับจริง
 (ที่มา : ทักษะคณิตและภาษาไทย, 2568)

ค-4 ใบตรวจสอบข้อมูลของเสีย หลังการปรับปรุง

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มกราคม 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-5

ใบบันทึกรายการผลิต และจำนวนของเสีย ประจำเดือน มกราคม 2568								
(หน่วยเป็น กิโลกรัม) หากไม่มีการผลิตในวันนั้น ให้ใส่เป็น 0								
วันที่	รายการ	ประเภทของเสีย						
		จำนวนผลิต	ของเสีย	ไม่洁净	แห้ง	รูบคลิว	น้ำมันเกินไป	ปนเปื้อน
1	สูงชั้นป่า	120	0.60	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
2	สูงชั้นป่า	60	0.72	0.11	0.18	0.14	0.14	0.14
3	สูงชั้นป่า	99	0.26	0.05	0.03	0.04	0.06	0.05
4	สูงชั้นป่า	70	0.38	0.07	0.09	0.07	0.07	0.05
5	สูงชั้นป่า	75	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
6	สูงชั้นป่า	75	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
7	สูงชั้นป่า	100	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8	สูงชั้นป่า	140	0.54	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
9	สูงชั้นป่า	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10	สูงชั้นป่า	120	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
11	สูงชั้นป่า	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
12	สูงชั้นป่า	60	0.19	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
13	สูงชั้นป่า	70	0.21	0.04	0.04	0.04	0.06	0.02
14	สูงชั้นป่า	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
15	สูงชั้นป่า	75	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
16	สูงชั้นป่า	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
17	สูงชั้นป่า	90	0.16	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
18	สูงชั้นป่า	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
19	สูงชั้นป่า	50	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
20	สูงชั้นป่า	99	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
21	สูงชั้นป่า	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22	สูงชั้นป่า	60	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
23	สูงชั้นป่า	70	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
24	สูงชั้นป่า	65	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
25	สูงชั้นป่า	80	0.16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26	สูงชั้นป่า	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27	สูงชั้นป่า	80	0.16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
28	สูงชั้นป่า	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
29	สูงชั้นป่า	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
30	สูงชั้นป่า	90	0.18	0.04	0.05	0.04	0.02	0.04
31	สูงชั้นป่า	90	0.18	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04
รวม		2715	7.22	1.39	1.53	1.43	1.46	1.41

ภาพที่ ค-5 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มกราคม 2568

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิศ, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กุมภาพันธ์ 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
ไปตรวจสอบบัญชีพนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-6

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่กลม	แท่ง	รูบเรียว	นิ่มเกินไป	ปนเปื้อน
1	สูตรน้ำยา	100	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2	สูตรน้ำยา	180	2.16	0.32	0.54	0.43	0.43	0.43
3	สูตรน้ำยา	50	0.15	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03
4	สูตรน้ำยา	120	0.60	0.12	0.15	0.12	0.12	0.09
5	สูตรน้ำยา	150	0.36	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
6	สูตรน้ำยา	60	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7	สูตรน้ำยา	70	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
8	สูตรน้ำยา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
9	สูตรน้ำยา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
10	สูตรน้ำยา	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
11	สูตรน้ำยา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12	สูตรน้ำยา	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
13	สูตรน้ำยา	90	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
14	สูตรน้ำยา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
15	สูตรน้ำยา	65	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
16	สูตรน้ำยา	130	0.33	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
17	สูตรน้ำยา	100	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18	สูตรน้ำยา	160	0.36	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
19	สูตรน้ำยา	30	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
20	สูตรน้ำยา	45	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
21	สูตรน้ำยา	130	0.39	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22	สูตรน้ำยา	100	0.40	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
23	สูตรน้ำยา	70	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
24	สูตรน้ำยา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
25	สูตรน้ำยา	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26	สูตรน้ำยา	50	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
27	สูตรน้ำยา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28	สูตรน้ำยา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
29								
30								
31								
รวม		2470	8.17	1.53	1.77	1.63	1.65	1.60

ภาพที่ ค-6 ไปตรวจสอบบัญชี เดือน กุมภาพันธ์ 2568

(ที่มา : ทักษิณนัยและภาควิช, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มีนาคม 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
ตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-7

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่กลม	แหว่ง	รูบกิ่ว	น้ำกินไป	ปนเปื้อน
1	สูตรชั้นป้า	150	0.75	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
2	สูตรชั้นป้า	60	0.72	0.11	0.18	0.14	0.14	0.14
3	สูตรชั้นป้า	70	0.21	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04
4	สูตรชั้นป้า	65	0.33	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05
5	สูตรชั้นป้า	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6	สูตรชั้นป้า	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
7	สูตรชั้นป้า	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
8	สูตรชั้นป้า	50	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
9	สูตรชั้นป้า	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10	สูตรชั้นป้า	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11	สูตรชั้นป้า	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
12	สูตรชั้นป้า	140	0.35	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
13	สูตรชั้นป้า	0	0	0	0	0	0	0
14	สูตรชั้นป้า	0	0	0	0	0	0	0
15	สูตรชั้นป้า	0	0	0	0	0	0	0
16	สูตรชั้นป้า	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
17	สูตรชั้นป้า	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18	สูตรชั้นป้า	60	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
19	สูตรชั้นป้า	70	0.21	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
20	สูตรชั้นป้า	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
21	สูตรชั้นป้า	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
22	สูตรชั้นป้า	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
23	สูตรชั้นป้า	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24	สูตรชั้นป้า	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
25	สูตรชั้นป้า	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
26	สูตรชั้นป้า	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27	สูตรชั้นป้า	65	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28	สูตรชั้นป้า	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
29	สูตรชั้นป้า	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
30	สูตรชั้นป้า	96	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
31	สูตรชั้นป้า	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
รวม		2476	6.93	1.35	1.44	1.37	1.40	1.37

ภาพที่ ค-7 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มีนาคม 2568

(ที่มา : หักย์ด้นย์และภาวิช, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน เมษายน 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบ
ตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-8

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่ก่อครม	แห่วง	รูบบิว	น้ำมันเกินไป	ปนเปื้อน
1	กรองน้ำ	150	0.75	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
2	กรองน้ำ	60	0.72	0.11	0.18	0.14	0.14	0.14
3	กรองน้ำ	70	0.21	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
4	กรองน้ำ	65	0.33	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05
5	กรองน้ำ	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
6	กรองน้ำ	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7	กรองน้ำ	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8	กรองน้ำ	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
9	กรองน้ำ	90	0.16	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10	กรองน้ำ	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11	กรองน้ำ	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12	กรองน้ำ	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13	กรองน้ำ	85	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
14	กรองน้ำ	130	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
15	กรองน้ำ	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
16	กรองน้ำ	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
17	กรองน้ำ	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18	กรองน้ำ	90	0.14	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
19	กรองน้ำ	95	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
20	กรองน้ำ	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
21	กรองน้ำ	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
22	กรองน้ำ	90	0.36	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
23	กรองน้ำ	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24	กรองน้ำ	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
25	กรองน้ำ	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
26	กรองน้ำ	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27	กรองน้ำ	85	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
28	กรองน้ำ	130	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
29	กรองน้ำ	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
30	กรองน้ำ	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
31								
รวม		2755	7.71	1.51	1.62	1.53	1.53	1.52

ภาพที่ ค-8 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน เมษายน 2568
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

**ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน พฤษภาคม 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จาก
ใบตรวจสอบบัญชีจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-9**

รายการผลิต				ประเภทของเสีย				
วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ไม่กลม	แหล่ง	รูปแบบ	น้ำมันกันเปื้อน	ปันเปื้อน
1	ถุงซีลปลา	60	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
2	ถุงซีลปลา	70	0.84	0.13	0.21	0.17	0.17	0.17
3	ถุงซีลปลา	65	0.20	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04
4	ถุงซีลปลา	55	0.28	0.06	0.07	0.06	0.06	0.04
5	ถุงซีลปลา	50	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
6	ถุงซีลปลา	90	0.14	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7	ถุงซีลปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8	ถุงซีลปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
9	ถุงซีลปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10	ถุงซีลปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11	ถุงซีลปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12	ถุงซีลปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13	ถุงซีลปลา	90	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
14	ถุงซีลปลา	90	0.16	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
15	ถุงซีลปลา	65	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
16	ถุงซีลปลา	130	0.33	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
17	ถุงซีลปลา	65	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
18	ถุงซีลปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
19	ถุงซีลปลา	50	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
20	ถุงซีลปลา	90	0.14	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
21	ถุงซีลปลา	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22	ถุงซีลปลา	90	0.36	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
23	ถุงซีลปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24	ถุงซีลปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
25	ถุงซีลปลา	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
26	ถุงซีลปลา	95	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27	ถุงซีลปลา	130	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
28	ถุงซีลปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
29	ถุงซีลปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
30	ถุงซีลปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
31	ถุงซีลปลา	90	0.23	0.05	0.07	0.05	0.02	0.05
รวม		2600	7.03	1.36	1.48	1.40	1.40	1.39

**ภาพที่ ค-9 ใบตรวจสอบบัญชีจริง เดือน พฤษภาคม 2568
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาควิช, 2568)**

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-10

วันที่	รายการ	จำนวนผลิต	ของเสีย	ประเภทของเสีย				
				ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบเนื้อ	น้ำมันไปรษณีย์	ปั๊มน้ำ
1	ถุงชิ้นปว.	95	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2	ถุงชิ้นปว.	90	0.96	0.14	0.24	0.19	0.19	0.19
3	ถุงชิ้นปว.	88	0.26	0.05	0.05	0.04	0.07	0.05
4	ถุงชิ้นปว.	90	0.45	0.09	0.11	0.09	0.09	0.07
5	ถุงชิ้นปว.	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03
6	ถุงชิ้นปว.	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7	ถุงชิ้นปว.	98	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8	ถุงชิ้นปว.	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
9	ถุงชิ้นปว.	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10	ถุงชิ้นปว.	90	0.16	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11	ถุงชิ้นปว.	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12	ถุงชิ้นปว.	95	0.21	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
13	ถุงชิ้นปว.	130	0.07	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
14	ถุงชิ้นปว.	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
15	ถุงชิ้นปว.	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
16	ถุงชิ้นปว.	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
17	ถุงชิ้นปว.	140	0.54	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
18	ถุงชิ้นปว.	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
19	ถุงชิ้นปว.	120	0.60	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
20	ถุงชิ้นปว.	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
21	ถุงชิ้นปว.	60	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
22	ถุงชิ้นปว.	55	0.22	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
23	ถุงชิ้นปว.	50	0.15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
24	ถุงชิ้นปว.	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
25	ถุงชิ้นปว.	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26	ถุงชิ้นปว.	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27	ถุงชิ้นปว.	90	0.16	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28	ถุงชิ้นปว.	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
29	ถุงชิ้นปว.	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
30	ถุงชิ้นปว.	90	0.23	0.05	0.07	0.05	0.02	0.05
31								
รวม		2758	7.82	1.52	1.66	1.55	1.56	1.54

ภาพที่ ค-10 ใบตรวจสอบฉบับจริง เดือน มิถุนายน 2568

(ที่มา : ทักษิณย์และภาควิช, 2568)

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มกราคม 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
รวบรวมและถอดข้อมูล จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก ดังตารางที่ ค-11

ตาราง ค-11 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนมกราคม 2568

รายการผลิต เดือน มกราคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบน้ำ	น้ำมันໄป	ปนเปื้อน
1/1/2568	ถุงชิ้นปลา	120	0.60	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
2/1/2568	ถุงชิ้นปลา	60	0.72	0.11	0.18	0.14	0.14	0.14
3/1/2568	ถุงชิ้นปลา	85	0.26	0.05	0.05	0.04	0.06	0.05
4/1/2568	ถุงชิ้นปลา	70	0.35	0.07	0.09	0.07	0.07	0.05
5/1/2568	ถุงชิ้นปลา	75	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
6/1/2568	ถุงชิ้นปลา	75	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
7/1/2568	ถุงชิ้นปลา	100	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8/1/2568	ถุงชิ้นปลา	180	0.54	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
9/1/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10/1/2568	ถุงชิ้นปลา	120	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
11/1/2568	ถุงชิ้นปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
12/1/2568	ถุงชิ้นปลา	60	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
13/1/2568	ถุงชิ้นปลา	70	0.21	0.04	0.04	0.04	0.06	0.02
14/1/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
15/1/2568	ถุงชิ้นปลา	75	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
16/1/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
17/1/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
18/1/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
19/1/2568	ถุงชิ้นปลา	50	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
20/1/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
21/1/2568	ถุงชิ้นปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22/1/2568	ถุงชิ้นปลา	60	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
23/1/2568	ถุงชิ้นปลา	70	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
24/1/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
25/1/2568	ถุงชิ้นปลา	80	0.16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26/1/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27/1/2568	ถุงชิ้นปลา	80	0.16	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
28/1/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
29/1/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
30/1/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.05	0.04	0.02	0.04
31/1/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.02	0.05	0.04	0.04	0.04
รวม		2715	7.22	1.39	1.53	1.43	1.46	1.41

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน กุมภาพันธ์ 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวมและถอดข้อมูล จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้มั่นทึก ดังตารางที่ ค-12

ตาราง ค-12 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนกุมภาพันธ์ 2568

รายการผลิต เดือน กุมภาพันธ์				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบน้ำ	น้ำมันໄป	ปนเปื้อน
1/2/2568	ลูกชิ้นปลา	100	0.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2/2/2568	ลูกชิ้นปลา	180	2.16	0.32	0.54	0.43	0.43	0.43
3/2/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.15	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03
4/2/2568	ลูกชิ้นปลา	120	0.60	0.12	0.15	0.12	0.12	0.09
5/2/2568	ลูกชิ้นปลา	150	0.38	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
6/2/2568	ลูกชิ้นปลา	60	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
7/2/2568	ลูกชิ้นปลา	70	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
8/2/2568	ลูกชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
9/2/2568	ลูกชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
10/2/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
11/2/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12/2/2568	ลูกชิ้นปลา	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
13/2/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
14/2/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
15/2/2568	ลูกชิ้นปลา	85	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
16/2/2568	ลูกชิ้นปลา	130	0.33	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
17/2/2568	ลูกชิ้นปลา	100	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18/2/2568	ลูกชิ้นปลา	180	0.36	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
19/2/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
20/2/2568	ลูกชิ้นปลา	85	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
21/2/2568	ลูกชิ้นปลา	130	0.39	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
22/2/2568	ลูกชิ้นปลา	100	0.40	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
23/2/2568	ลูกชิ้นปลา	70	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
24/2/2568	ลูกชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
25/2/2568	ลูกชิ้นปลา	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26/2/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
27/2/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28/2/2568	ลูกชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
รวม		2470	8.18	1.53	1.77	1.63	1.65	1.60

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มีนาคม 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
รวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก ดังตารางที่ ค-13

ตาราง ค-13 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนมีนาคม 2568

รายการผลิต เดือน มีนาคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบน้ำ	น้ำมันໄป	ปนเปื้อน
1/3/2568	ถุงชิ้นปลา	150	0.75	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
2/3/2568	ถุงชิ้นปลา	60	0.72	0.11	0.18	0.14	0.14	0.14
3/3/2568	ถุงชิ้นปลา	70	0.21	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04
4/3/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.33	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05
5/3/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
6/3/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
7/3/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
8/3/2568	ถุงชิ้นปลา	50	0.15	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
9/3/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10/3/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11/3/2568	ถุงชิ้นปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
12/3/2568	ถุงชิ้นปลา	140	0.35	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
13/3/2568	ถุงชิ้นปลา	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14/3/2568	ถุงชิ้นปลา	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15/3/2568	ถุงชิ้นปลา	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16/3/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
17/3/2568	ถุงชิ้นปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18/3/2568	ถุงชิ้นปลา	60	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
19/3/2568	ถุงชิ้นปลา	70	0.21	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
20/3/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
21/3/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
22/3/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
23/3/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24/3/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
25/3/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
26/3/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27/3/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28/3/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
29/3/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
30/3/2568	ถุงชิ้นปลา	96	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
31/3/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
รวม		2476	6.93	1.35	1.44	1.37	1.40	1.37

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน เมษายน 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการ
รวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก ดังตารางที่ ค-14

ตาราง ค-14 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนเมษายน 2568

รายการผลิต เดือน เมษายน				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่洁	แห้ง	รูบ珀	น้ำมันໄป	ปนเปื้อน
1/4/2568	ลูกชิ้นปลา	150	0.75	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
2/4/2568	ลูกชิ้นปลา	60	0.72	0.11	0.18	0.14	0.14	0.14
3/4/2568	ลูกชิ้นปลา	70	0.21	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04
4/4/2568	ลูกชิ้นปลา	65	0.33	0.07	0.08	0.07	0.07	0.05
5/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
6/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
9/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13/4/2568	ลูกชิ้นปลา	85	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
14/4/2568	ลูกชิ้นปลา	130	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
15/4/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
16/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
17/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
18/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
19/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
20/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
21/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
22/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.36	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
23/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
25/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
26/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27/4/2568	ลูกชิ้นปลา	85	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
28/4/2568	ลูกชิ้นปลา	130	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
29/4/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
30/4/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.07	0.05	0.02	0.05
รวม		2755	7.71	1.51	1.62	1.53	1.53	1.52

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน พฤษภาคม 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและถอดข้อมูล จากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้มั่นทึก ดังตารางที่ ค-15

ตาราง ค-15 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน พฤษภาคม 2568

รายการผลิต เดือน พฤษภาคม				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อภัย	แห้ง	รูบน้ำ	น้ำมันกึ่ง	ปืนเชือด
1/5/2568	ถุงชิ้นปลา	60	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
2/5/2568	ถุงชิ้นปลา	70	0.84	0.13	0.21	0.17	0.17	0.17
3/5/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.20	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04
4/5/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.28	0.06	0.07	0.06	0.06	0.04
5/5/2568	ถุงชิ้นปลา	50	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
6/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7/5/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
9/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10/5/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12/5/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
13/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
14/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
15/5/2568	ถุงชิ้นปลา	85	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
16/5/2568	ถุงชิ้นปลา	130	0.33	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
17/5/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.20	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
18/5/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
19/5/2568	ถุงชิ้นปลา	50	0.25	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
20/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
21/5/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.29	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
22/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.36	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
23/5/2568	ถุงชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
24/5/2568	ถุงชิ้นปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
25/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
26/5/2568	ถุงชิ้นปลา	85	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27/5/2568	ถุงชิ้นปลา	130	0.26	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
28/5/2568	ถุงชิ้นปลา	65	0.13	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
29/5/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
30/5/2568	ถุงชิ้นปลา	55	0.11	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
31/5/2568	ถุงชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.07	0.05	0.02	0.05
รวม		2600	7.03	1.36	1.48	1.40	1.40	1.39

ข้อมูลสรุปจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือน มิถุนายน 2568 โดยเป็นข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและถอดข้อมูล มาจากใบตรวจสอบฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้มั่นทึก ดังตารางที่ ค-16

ตาราง ค-16 แสดงจำนวนยอดการผลิต และของเสียเดือนมิถุนายน 2568

รายการผลิต เดือน มิถุนายน				ประเภทของเสีย				
วัน เดือน ปี	รายการ	จำนวน (กิโลกรัม)	ของเสีย	ไม่ก่อภัย	แห้วง	รูบันผิว	นิ่มเกินไป	ปนเปื้อน
1/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
2/6/2568	ลูกชิ้นปลา	80	0.96	0.14	0.24	0.19	0.19	0.19
3/6/2568	ลูกชิ้นปลา	88	0.26	0.05	0.05	0.04	0.07	0.05
4/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.45	0.09	0.11	0.09	0.09	0.07
5/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
6/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
7/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
8/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
9/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
10/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
11/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
12/6/2568	ลูกชิ้นปลา	85	0.21	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
13/6/2568	ลูกชิ้นปลา	130	0.07	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
14/6/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
15/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
16/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.24	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
17/6/2568	ลูกชิ้นปลา	180	0.54	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
18/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
19/6/2568	ลูกชิ้นปลา	120	0.60	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
20/6/2568	ลูกชิ้นปลา	150	0.30	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
21/6/2568	ลูกชิ้นปลา	60	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
22/6/2568	ลูกชิ้นปลา	55	0.22	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
23/6/2568	ลูกชิ้นปลา	50	0.10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
24/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
25/6/2568	ลูกชิ้นปลา	55	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
26/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.27	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
27/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
28/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
29/6/2568	ลูกชิ้นปลา	95	0.19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
30/6/2568	ลูกชิ้นปลา	90	0.23	0.05	0.07	0.05	0.02	0.05
รวม		2758	7.82	1.52	1.66	1.55	1.56	1.54

គ-17 ខែមុន 250 ពាណិជ្ជកម្ម លេងប្រាំប្រឈរ

ในส่วนนี้แสดงชุดข้อมูลที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพและยืนยันความสำเร็จของกระบวนการผลิตในขั้นสุดท้าย (หลังการปรับปรุง) โดยเป็นข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกชิ้นจำนวน 250 ตัวอย่าง ที่เก็บรวบรวมภายหลังจากที่ได้ดำเนินมาตรการปรับปรุงทั้ง 3 ด้าน เรียบร้อยแล้วข้อมูลชุดนี้ถูกนำมาใช้สร้างแผนภูมิควบคุม (ภาพที่ 4.23) เพื่อพิสูจน์ความเสถียรของกระบวนการใหม่ และใช้วิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ (ภาพที่ 4.24) เพื่อกำหนดหาค่า C_p และ C_{pk} สุดท้าย ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้เป็นเครื่องยืนยันเชิงสถิติว่ากระบวนการที่ปรับปรุงใหม่นั้นมีทั้งเสถียรภาพและความสามารถในระดับสูง

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุ้ม และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ แสดงดังภาพที่ ค-18

ภาพที่ ค-18 แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุ้ม และวิเคราะห์ความสามารถของ
กระบวนการหลังการปรับปรุง
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

ข้อมูลที่ได้จากแบบฟอร์มสำหรับสร้างแผนภูมิความคุ้ม และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ หลังการปรับปรุง ฉบับจริงที่พนักงานเป็นผู้บันทึก แสดงดังภาพที่ ค-19

รัน/เดือน/ปี	กะเร้า					กะนำย				
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4	ชั้นที่ 5	ชั้นที่ 6	ชั้นที่ 7	ชั้นที่ 8	ชั้นที่ 9	ชั้นที่ 10
1/7/2568	26.69	26.57	26.02	26.14	26.08	26.63	27.02	26.91	26.27	26.95
2/7/2568	26.79	25.99	26.79	26.36	26.72	26.49	26.49	26.54	26.49	26.18
3/7/2568	26.73	26.92	26.81	26.02	26.77	26.93	26.10	26.41	26.40	27.14
4/7/2568	25.90	26.56	26.04	25.78	26.37	26.45	26.30	26.93	26.48	23.17
5/7/2568	26.03	26.36	26.69	26.42	26.03	26.94	26.13	26.91	26.33	26.59
6/7/2568	25.82	26.40	26.45	27.26	25.68	26.55	25.87	26.47	26.32	25.85
7/7/2568	26.76	27.00	26.88	26.78	26.72	25.73	26.70	25.84	26.63	26.57
8/7/2568	26.59	26.79	26.72	26.64	27.05	26.16	26.73	26.36	26.58	26.78
9/7/2568	25.81	26.83	25.67	27.01	26.55	26.10	25.82	26.41	26.56	27.14
10/7/2568	26.83	26.56	25.91	26.11	27.09	26.02	27.19	26.06	26.56	26.38
11/7/2568	26.95	27.08	26.23	27.26	26.92	26.35	26.64	27.13	27.25	26.93
12/7/2568	26.63	26.33	26.46	26.56	26.91	26.46	26.43	25.80	26.64	26.43
13/7/2568	26.40	26.51	26.59	26.33	26.34	26.46	26.06	25.72	26.59	26.30
14/7/2568	26.53	27.21	25.93	25.83	26.14	26.72	26.63	26.62	26.24	26.97
15/7/2568	26.34	26.47	26.92	26.14	25.54	26.06	26.69	26.81	25.99	26.24
16/7/2568	26.19	26.38	25.43	26.27	26.68	26.41	26.03	26.1	27.09	27.09
17/7/2568	26.26	25.48	26.99	25.60	26.99	26.41	26.46	26.25	26.44	26.67
18/7/2568	26.20	26.10	26.16	27.01	26.46	26.79	27.36	26.16	25.78	26.33
19/7/2568	25.87	26.95	26.96	26.55	26.78	26.08	26.02	26.46	26.00	26.02
20/7/2568	26.50	25.95	25.96	27.24	26.49	25.97	26.00	27.00	26.66	26.96
21/7/2568	26.29	26.67	26.07	26.56	26.59	26.72	26.66	26.66	25.62	26.22
22/7/2568	26.41	25.42	25.66	25.82	26.91	26.35	26.30	26.02	26.41	26.20
23/7/2568	26.69	26.19	26.67	26.9	26.98	25.98	25.96	26.13	26.44	26.60
24/7/2568	27.44	26.24	26.52	26.67	26.67	25.79	26.57	25.9	26.42	26.06
25/7/2568	26.30	26.63	26.70	26.47	27.65	26.91	27.19	26.17	26.74	27.00

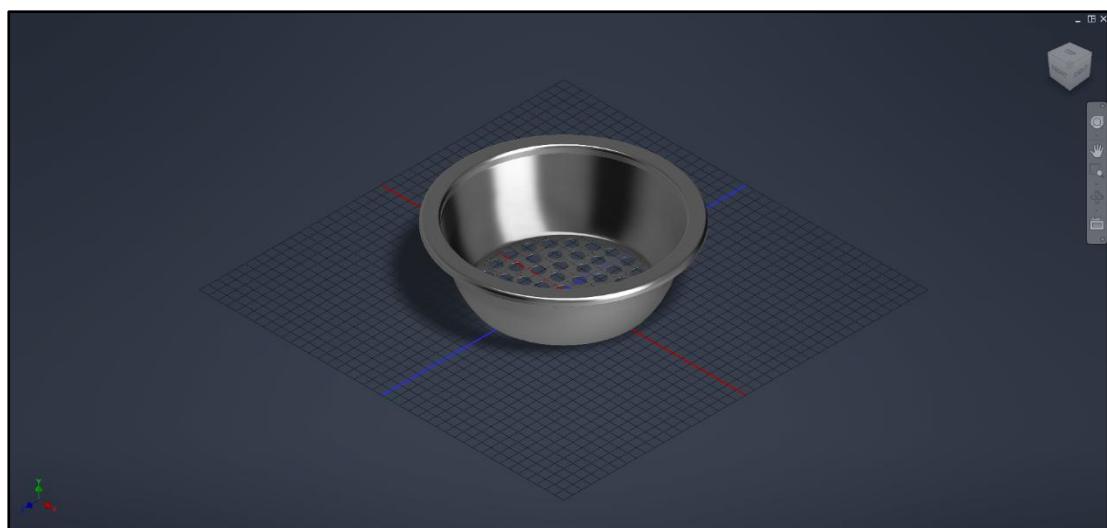
ภาพที่ ค-19 ผลบันทึกข้อมูลสำหรับสร้างแผนภูมิความคุ้ม และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ ก่อนการปรับปรุง ฉบับจริง
(ที่มา : ทักษิณนัยและภาวิช, 2568)

ภาคผนวก ง

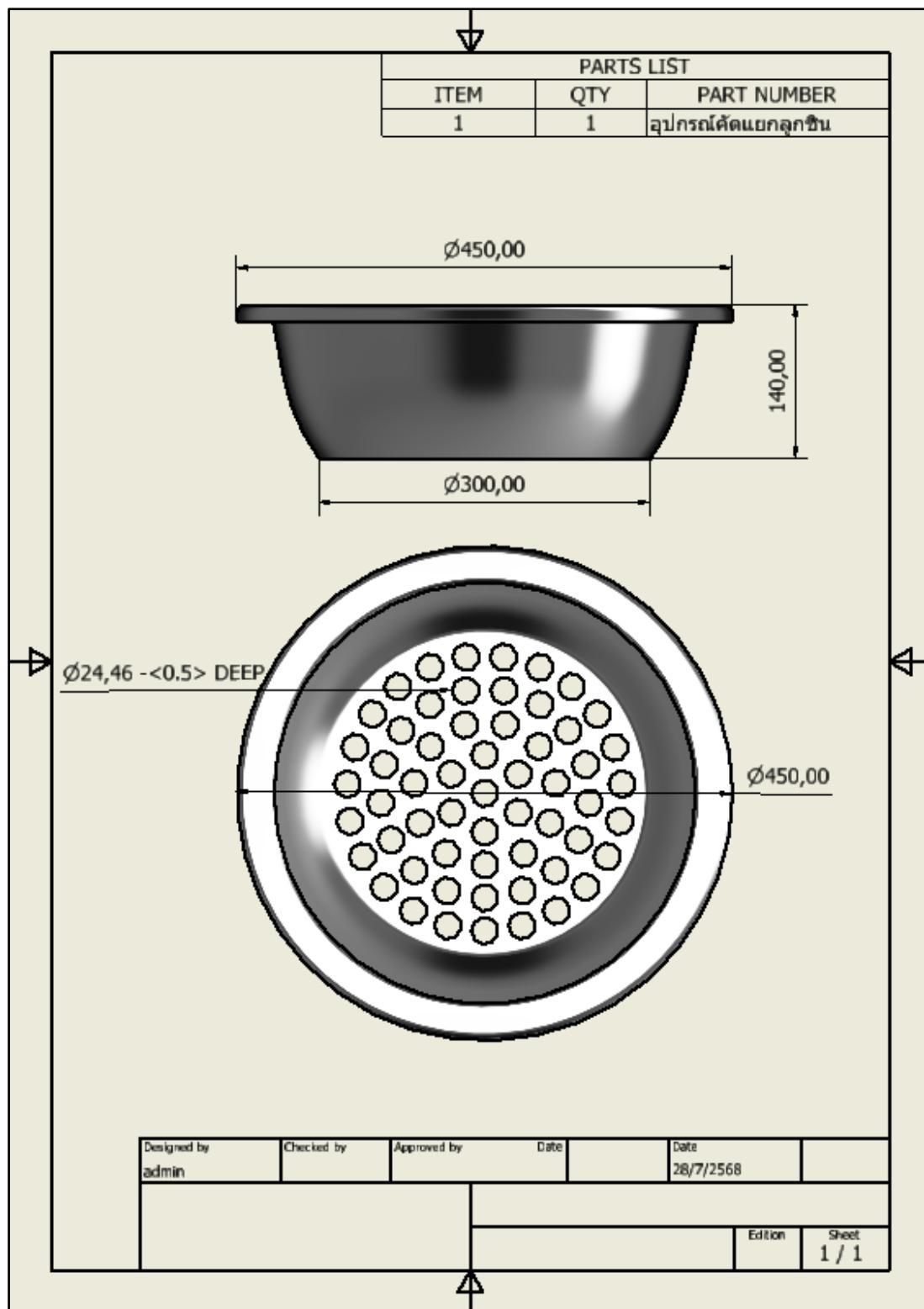
แบบทางวิศวกรรมสำหรับอุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นปลา

ภาคผนวก ง-1 แบบทางวิศวกรรมสำหรับอุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นปลา

ในภาคผนวนกนี้ นำเสนอบนแบบทางวิศวกรรมฉบับสมบูรณ์สำหรับ "อุปกรณ์คัดแยกขนาดลูกชิ้นปลา" ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาความคลาดเคลื่อนและความไม่สม่ำเสมอของระบบการวัดผลแบบเดิมที่อาศัยการตรวจสอบด้วยสายตา แบบที่แสดงในภาคผนวนกนี้ได้ถูกจัดทำขึ้นโดยใช้โปรแกรม Autodesk Inventor เพื่อสร้างแบบสั่งผลิต (Shop Drawing) สำหรับคัดแปลงกระยะมังสแตนเลสเกรดอาหาร ที่มีจำนวนทั่วไป โดยแบบดังกล่าวได้ระบุรายละเอียดเชิงเทคนิคที่สำคัญ คือ ตำแหน่งและขนาดของรูเจาะ สำหรับให้เจ้าหน้าที่นำไปใช้กับเครื่องตัดเลเซอร์ในการสร้างอุปกรณ์ตามหลักการ "เก่งผ่าน/ไม่ผ่าน" ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการปรับปรุงระบบการวัดในงานวิจัย โดยแสดงดังภาพที่ ง-2 และ ง-3



ภาพที่ ง-2 ภาพจำลองสามมิติจากโปรแกรม Autodesk Inventor
(ที่มา : ทักษ์ดันยและภาวิตร, 2568)



ภาพที่ ๙-๓ แบบสั่งผลิต (Shop Drawing)

(ที่มา : ทักษ์ดันย์และภาวิช, 2568)

ภาคผนวก จ

หลักฐานการนำเสนอผลงานวิจัยในเวทีการประกวด

จ-1 ได้เข้าร่วมนำเสนอเรื่องความใน การประชุมวิชาการฯ

จัดโดย สมาคมเครือข่ายราชมงคลด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ (RNMT) ร่วมกับ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น งานวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อการพัฒนาองค์
ความรู้ด้านเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการสู่ความยั่งยืน ให้ไว ณ วันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2568



ภาพที่ จ-2 ประกาศนียบัตรเข้าร่วมนำเสนอความใน การประชุมวิชาการฯ
(ที่มา : RMTC, 2568)



R MTC 2025

การประชุมวิชาการร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 10
28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่

การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสีย ด้วยเทคนิค Lean Six-Sigma กรณีศึกษา ธุรกิจลูกชิ้นปลาอินทรี

**Improving the production process to reduce waste using Lean Six-Sigma
techniques: Case study: Intree fish ball business**

ธรรมวิชช์ ประเสริฐ¹ อรุณ พิพิธศรีราษฎร์² มนตรี อารีย์³ ศุภสิทธิ์ ประเสริฐรุจ្យา⁴

ทักษิณนัย ทองประทีวงศ์⁵ ภาวดี วัฒนาภักดี⁵ ศิริชัย สมแสน⁵ ศิริวรรณ อ่อนเกต^{5*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

² สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

³ สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และซัพพลายเชนดิจิตอล คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออก

⁴ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล, ⁵ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์

สำนักวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออก

E-mail: siriwan_on@rmutt.ac.th*

Thammawit Prasert¹ Yingyos Thipsirach² Montri aree³ Supasit Prasertlarp⁴

Thakdanai Thongpratueng⁵ Phawit Watthanakangchai⁵ Sirichai Somsaen⁵ and Siriwan Onket^{5*}

¹ Department of Industrial Engineering and Management,

Faculty of Engineering and Industrial Technology, Silpakorn University

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Integrated Engineering and Technology,

Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus

³ Department of management and supply chain digital logistics,

Faculty human and social, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

⁴ Department of Mechanical Engineering, ⁵ Department of Industrial Engineering and Logistics,

School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

E-mail: siriwan_on@rmutt.ac.th*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาอินทรี โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 Quality Tools และการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการมาศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลิต ซึ่งพบว่าในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤษจิกายน พ.ศ.2567 มีของเสียรวม 458.88 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 3.03 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยสาเหตุของเสียหลักคือ ปัญหาลูกชิ้นไม่กลม คิดเป็นร้อยละ 78.25 ของของเสียทั้งหมด การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้ Why-Why Analysis และ FMEA พบว่าเกิดจากปัจจัยหลัก 4 ด้าน ได้แก่ เครื่องจักร บุคลากร วิธีการและการรักษาโดยค่าความสามารถของกระบวนการ Cp, Cpk เท่ากับ 0.73, 0.44 ตามลำดับ

ภาพที่ จ-3 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 1

(ที่มา : RMTC, 2568)



R MTC 2025

การประชุมวิชาการขนาดใหญ่และการนำเสนอผลิตภัณฑ์ ครั้งที่ 10

28 – 30 พฤศจิกายน 2568 ณ อาวนา ขอนแก่น ประเทศไทย ตอนบนชั้น เชียงใหม่ จ.ขอนแก่น

แสดงให้เห็นว่ากระบวนการรักษามีความสามารถในการควบคุมอย่างเหมาะสม จากผลการวิจัยได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ เช่น การซ่อมบำรุงเครื่องจักร การอบรมพนักงาน การจัดทำคู่มือการทำงานและการออกแบบ เครื่องมือคัดแยกใหม่ ซึ่งช่วยลดของเสียลงถอยละ 0.334 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยคำนึงถึงความสามารถของกระบวนการ Cp, Cpk เท่ากับ 1.88, 1.81 ตามลำดับ และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ค่าหลัก ลูกชิ้นปลาอินทรี, ของเสีย, FMEA, ความสามารถกระบวนการ, เครื่องมือคุณภาพ

Abstract

This research aims to reduce defects in the fish ball production process of Fish Ball business by applying the 7 Quality Control Tools and process capability analysis. The study was based on real production data collected from June to November 2024, during which a total of 458.88 kilograms of defective products were recorded, representing 3.03% of the total production volume. The primary defect was identified as misshapen (non-spherical) fish balls, accounting for 78.25% of all defects. Using Why-Why Analysis and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), the root causes were identified as problems related to machines, manpower, working methods, and measurement. Process capability indices Cp, Cpk equal to 0.73, 0.44 respectively, indicating an incapable and unstable process. Based on these findings, improvement measures were proposed, including machinery maintenance, employee training, development of standard operating procedures, and the design of a new manual sorting device. As a result of these improvements, waste was reduced by 0.334% of the total production, and the process capability indices improved significantly to Cp = 1.88 and Cpk = 1.81, indicating that the process now meets quality standards and produces more consistent and reliable results.

Keywords: Intree fish ball, Defect, FMEA, Process Capability, Quality Tools

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมลูกชิ้นปลาในประเทศไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง เป็นจากการกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนและใช้เงินลงทุนน้อยต้นไม่สูงมากนัก ทำให้มีผู้ประกอบการรายใหม่เข้าสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้รัฐดีบุรุษเข็งขันภายในอุตสาหกรรม เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผู้ประกอบการจำเป็นต้องปรับกลยุทธ์ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ ราคา และประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดที่มีความเข้มข้นสูง [1] อุตสาหกรรมอาหารทะเลแปรรูปของไทยระหว่างปี 2566-2568 มีแนวโน้มการหดตัวทั้งในด้านปริมาณการผลิตและการส่งออก โดยคาดว่าปริมาณการผลิตจะลดลงในอัตราเฉลี่ยประมาณ 0.5-1.5% ต่อปี และการส่งออกจะลดลงในอัตราเฉลี่ย 1.0-2.0% ต่อปี ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรม

ลูกชิ้นปลาโดยตรง สาเหตุจากวัตถุดิบหลัก เช่น เนื้อปลา อาจมีปริมาณลดลง หรือมีต้นทุนที่สูงขึ้นจากปัจจัยด้านห่วงโซ่อุปทานและต้นทุนการผลิต เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมลูกชิ้นปลา จำเป็นต้องหันมาศึกษาถึงการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ การลดต้นทุนการผลิต และการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต [2]

บริษัททุรกิจลูกชิ้นปลาอินทรีเป็นหนึ่งในผู้ผลิตลูกชิ้นปลารายย่อย SMEs [3] ที่ดำเนินกิจกรรมมานานกว่า 13 ปี โดยมีผลิตภัณฑ์หลักคือลูกชิ้นปลาอินทรี ซึ่งได้รับความนิยมในตลาดท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลการผลิตยอดหลัง 6 เดือน (มิถุนายน–พฤษจิกายน 2567) พบว่า มีปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตถึง 458.88 กก./ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 3.03 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยปัญหา

ภาพที่ จ-4 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 2

(ที่มา : RMTC, 2568)



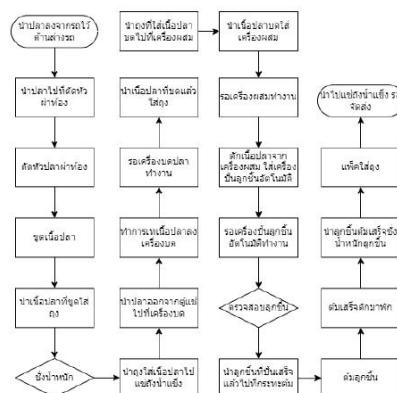
การประชุมวิชาการรำลึกถึงเด็กนักเรียนเสียการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 10
28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ วิภาวดี อโศกเก能在 ห้องประชุมชั้น 3 เซ็นทรัล จ.อโศกเกນ

หลักที่พับคือ ลูกชิ้นไม่กลม คิดเป็น 78.25% ของของเสีย ทั้งหมด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน ลูกปูเสื่อจาก ลูกค้า ส่งผลต่อภาพลักษณ์ของรีชัทในระยะยาว [4]

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ การเกิดขึ้นของเสียอย่างเบื้องต้น โดยอาศัยเครื่องมือคุณภาพ เช่น Pareto Diagram, Fishbone Diagram, Why-Why Analysis และ FMEA รวมถึงการวิเคราะห์ค่าความสามารถ ของกระบวนการ (Process Capability) เพื่อวางแผน ปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลด ต้นทุน และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรใน ระยะยาว [7]

2. วิธีการดำเนินงาน

ในกระบวนการผลิตถุงขึ้นปلا จะเริ่มตั้งแต่การสั่งซื้อวัสดุคุณภาพจากค้า ซึ่งถือทางคุณค่าเป็นผู้นำหน้า ประเมินของถุงขึ้นปลา หลังจากได้รับค้าสั่งซื้อมาแล้วก็จะมาส่องตนอนให้อีกกระบวนการผลิตถุงขึ้นปลา แสดงจังหวัดที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา

ในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมา จะมีการตรวจสอบและคุ้มครองภายในทุกขั้นตอน เพื่อให้แน่ใจว่าสูญเสียไปที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามมาตรฐานของบริษัท ที่ได้กำหนด เอาไว้ ในการทำจ่ายน้ำ



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงเบอร์เซ็นต์ของเสียที่พบ

จากภาพที่ 2 ปริมาณการผลิตแต่เดือนอยู่ระหว่าง 2,420 – 2,600 กิโลกรัม บริโภคนของเสียงอยู่ในช่วง 2.94% – 3.09% ของการผลิต เดือนที่มีอัตราของเสียงน้อยที่สุดคือ สิงหาคม 2.94% เดือนที่มีอัตราของเสียงสูงที่สุด คือ กรกฎาคม 3.09% ค่าเฉลี่ยของเสียงต่อเดือนอยู่ที่ 3.03%

ในภารกิจข้อมูลของลูกชิ้นปลาที่เป็นของเสียในกระบวนการผลิต เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียจากภารกิจ พบว่ามีลักษณะของชิ้นส่วนที่เสียแตกต่างกันออกไปโดยแยกเป็นลักษณะของการเสียได้ 5 ลักษณะ คือ ไม่กลมหมายถึง ลูกชิ้นมีรูปร่างผิดปกติ, ไม่เป็นทรงกลมตามมาตรฐานที่กำหนด, แห้ง หมายถึง พื้นผิวของลูกชิ้นมี

ภาพที่ จ-5 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 3

(ที่มา : RMTC, 2568)



R MTC 2025

การประชุมวิชาการร่วมกับมหาวิทยาลัยเชียงใหม่และการจัดการ ครั้งที่ 10

28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ อาวารี ชอนแก่น ไฮเทค แอนด์ คอนเวนชัน เซ็นเตอร์ จ.ชลบุรี

ลักษณะขวดหอยไม่สมบูรณ์, รูบันผิด หมายถึง ลูกชิ้นมีรูปร่างเป็นร่องหรือช่องว่างบนผิว, นิ่งเกินไป หมายถึง ลูกชิ้น มีลักษณะเนื้อไม่แน่นพอ, บานເຂົ້ານ หมายถึง ลูกชิ้นที่มีส่วนล่างแบกลอกлом เช่น มีหนังปลาผสมอยู่

จากจำนวนของเสียทั้ง 6 เดือน จำนวนการผลิตรวม และของเสียรวม มาทำรายการสร้างแผนภูมิพารेटอี้เพื่อแสดง สัดส่วนของเสีย แสดงดังภาพที่ 3



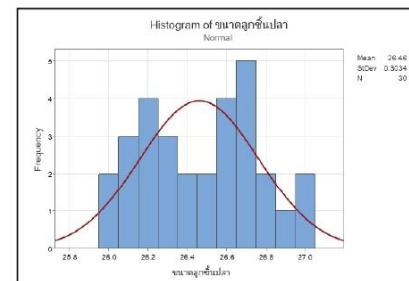
ภาพที่ 3 แผนภูมิพาร์โนดแสดงจำนวนของเสียเฉลี่ย

จากการที่ 3 ปริมาณการผลิตรวม 15,159 กิโลกรัม ของเสียรวม 458.88 กิโลกรัม คิดเป็น 3.03% ของการผลิต ประเภทของเสียที่พบมากที่สุดคือ ไม่洁净 จำนวน 359.09 กิโลกรัม หรือ 78.25% ของของเสียทั้งหมด ประเภทของเสีย ที่น้อยที่สุดคือ บานເຂົ້ານ จำนวน 9.43 กิโลกรัม หรือ 2.06% สองประเภทหลัก ไม่洁净 และ แห้ง รวมกันคิดเป็น กว่า 90% ของของเสียทั้งหมด

2.2 การวิเคราะห์ปัญหา

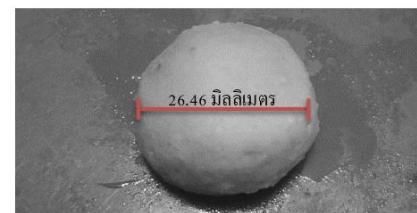
จากการที่ผู้เขียน ได้ทำการวิเคราะห์ของเสียโดย รวบรวมข้อมูลของเสียจากกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา จะพบว่า ประเภทของเสียที่พบมากที่สุดคือ ไม่洁净 จำนวน เฉลี่ยถึง 59.85 กิโลกรัมต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 78.25 ของ ปริมาณของเสีย ซึ่งในเดือนพฤษภาคมเกิดขึ้นมากที่สุด จาก การตรวจสอบเบื้องต้นการผลิตบางส่วนเป็นสาเหตุ หลักของปัญหานี้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาและหาแนว ทางแก้ไขเพื่อยลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

ผลิตลูกชิ้นปลา ซึ่งลูกชิ้นที่ได้มาตรฐานต้องเป็นทรงกลม สมบูรณ์ ไม่มีความบิดเบี้ยวผิดรูป เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ สม่ำเสมอ นอกจากนี้ ขนาดของลูกชิ้นควรมีความสม่ำเสมอ ไม่เล็กหรือใหญ่เกินไป เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน ผู้วิจัยได้ ดำเนินการเก็บตัวอย่างลูกชิ้นที่มีลักษณะกลมสมบูรณ์ การ ตรวจสอบด้วยสายตา เพื่อบันทึกความต้องการ จำนวน 30 ตัวอย่าง จาก กระบวนการผลิต จากการวัดขนาดของลูกชิ้นโดยใช้ เวอร์เนียคอลิปเปอร์ผลการวัดขนาดลูกชิ้นแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟอิสโตร์โนดของขนาดลูกชิ้นปลา

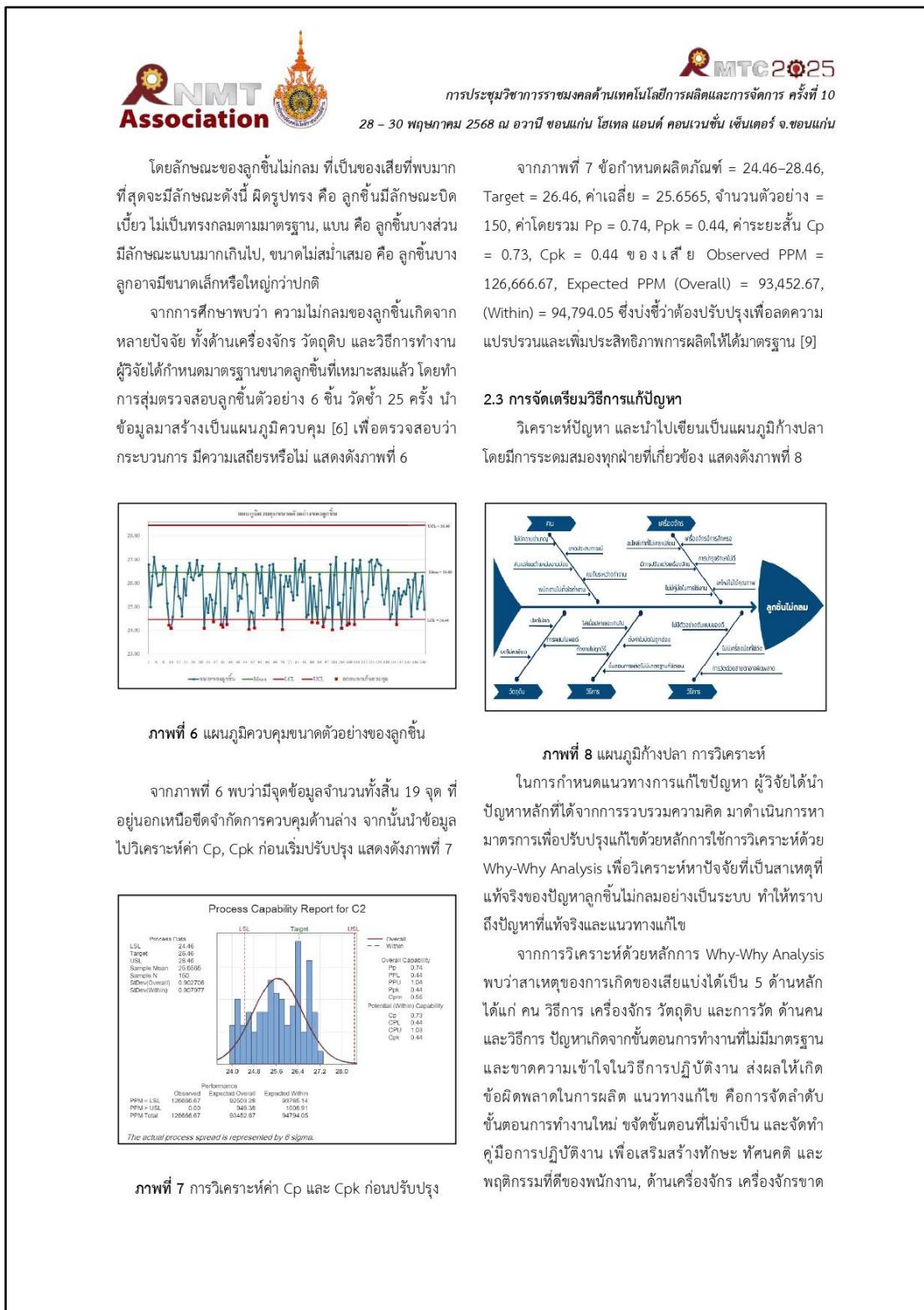
จากการวิเคราะห์อิสโตร์โนดพบว่าขนาดลูกชิ้นปลา มีค่าเฉลี่ย 26.46 มิลลิเมตร และกว่าเบนมาตรฐาน 0.3034 มิลลิเมตร โดยบริษัทกำหนดช่วงยอมรับที่ ± 2 มิลลิเมตร (24.46-28.46 มิลลิเมตร) ซึ่งไว้สำหรับ ควบคุมคุณภาพ และคัดแยกลูกชิ้นที่เบี่ยงเบนจากมาตรฐาน ลักษณะลูกชิ้นที่ ได้ขนาดที่กำหนดตามมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกชิ้นที่กลมมาตรฐาน

ภาพที่ จ-6 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 4

(ที่มา : RMTA, 2568)

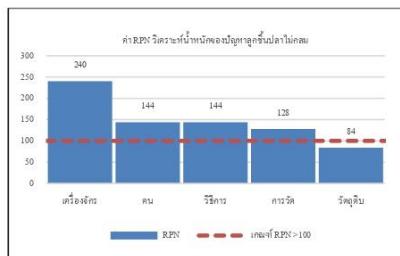
**ภาพที่ 7-7 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 5****(ที่มา : RMTA, 2568)**



การประชุมวิชาการร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 10
28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ อาคาร โอลิมปิก ห้องเรียนชั้น ชั้นต่อชั้น จ.ขอนแก่น

การบำรุงรักษา และไม่มีผู้รับผิดชอบดูแล ส่งผลให้เกิดปัญหา ซ้ำซ้อน แก้ไขโดยจัดทำช่างซ่อมซึ่งขาดความชำนาญในการตรวจสอบ ซ่อมแซม และให้คำแนะนำเพื่อวิเคราะห์ใช้งาน และบำรุงรักษา ซึ่งจะช่วยลดภาระงาน ด้านวัสดุดับปัญหาที่ดูดบันไดไม่มีคุณภาพเกิดจากการจัดเก็บที่ไม่เหมาะสม และการตรวจสอบที่ไม่ได้มาตรฐาน แนวทางแก้ไขคือการตรวจสอบกระบวนการจัดหัวดูดบันไดจากผู้ซื้อหน้า门外 เพื่อให้ได้วัสดุดูดที่ต้องตามคุณภาพที่ต้องการ ด้านการดัด การขาด เครื่องมือวัดที่เหมาะสม และไม่มีบุคลากรซึ่งขาดความชำนาญในการควบคุมคุณภาพ ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบ แนวทางแก้ไขคือการจัดทำอุปกรณ์คัดแยกที่แม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพ เมื่อทราบสาเหตุที่แท้จริงแล้ว จะสามารถกำหนดแนวทางในการปรับปรุงและตัดสินใจเลือกปัจจัยที่ควรได้รับการแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก คือ หลักการ FMEA

จากการการวิเคราะห์ปัญหาลูกชิ้นปลาไม่กลม ด้วยหลักการ Why-Why Analysis จึงทำให้ทราบถึงปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา ในแต่ละปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปัญหาลูกชิ้นไม่กลม จึงได้นำหลักการ FMEA มาใช้ในการตัดสินใจเลือกปัจจัย เพื่อวัดว่าปัญหาลูกชิ้นไม่กลม เกิดจากปัจจัยใดมากที่สุด โดยพิจารณาเลือกปัจจัยจากค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน เพื่อรับปรุง แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แผนภูมิค่า RPN ของการวิเคราะห์น้ำหนักปัญหา

จากการประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ FMEA เพื่อกำหนดน้ำหนักของปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่มีค่า RPN สูงกว่า 100 คะแนน พบว่า มีปัญหาหลักที่จำเป็นต้องได้รับการ

แก้ไขอย่างเร่งด่วน ที่มีน้ำหนักสูงอยู่ 4 รายการ โดยเรียงลำดับจากน้ำหนักของปัญหาที่มากที่สุดและน้อยลงไปตามลำดับ

ปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาและไม่มีพนักงานรับผิดชอบตรวจสอบ ส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยจัดทำช่างเฉพาะทางจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความชำนาญในการตรวจสอบและซ่อมบำรุง จากการตรวจสอบเครื่องบันลือกุชชั่นอัตโนมัติ โดยช่าง พบร่วมมือเดอร์ของเครื่องมีสภาพเสื่อมลง เนื่องมาจากใช้งานมาเป็นระยะเวลา长 โดยจากการตรวจสอบช่างได้เสนอแนะ ทางแก้ไขปัญหามาก 2 แนวทาง ได้แก่ เปลี่ยนอะไหล่ใหม่ และพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ โดยแสดงการเปลี่ยนแปลงแนวทางการแก้ไขปัญหานอเดอร์สืบสาน ให้กับบุรุษที่ได้เสียกันมา ทางการแก้ไขโดยการเปลี่ยนอะไหล่ใหม่ เพราะเปลี่ยนอะไหล่ใหม่ ใช้ระยะเวลาการเปลี่ยนน้อยกว่า และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า 10-15 ปี มีประสิทธิภาพดีกว่าและเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว

ปัญหาที่เกิดจากคนและวิธีการสามารถแก้ไขและปรับปรุงควบคู่กันได้ โดยการจัดลำดับขั้นตอนการใช้งาน เครื่องบันลือกุชชั่นอัตโนมัติใหม่ การเพิ่มเครื่องมือในการตรวจสอบ เพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการ ให้มีความสม่ำเสมอและลดลงเสี่ยงในกระบวนการผลิต นอกจากนี้ ยังมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานให้ชัดเจน เพื่อให้การใช้งานเครื่องจักรเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยศึกษาขั้นตอนการใช้งานเครื่องบันลือกุชชั่นอัตโนมัติ ก่อนการปรับปรุง พบว่า ขั้นตอนเดิมยังมีความสูญเปล่า จึงนำหลักการ ECRS มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยมุ่งเน้นไปที่การลดความสูญเปล่า เพิ่มประสิทธิภาพ และยกระดับคุณภาพในการผลิต ใช้วิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการ ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น โดยจัดทำเป็นแผนภูมิกระบวนการทำงาน แสดงดังภาพที่ 10

ภาพที่ จ-8 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 6

(ที่มา : RMTC, 2568)

RMT Association  **การประชุมวิชาการร่วมกับศัลามเทคโนโลยีและการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 10**
28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ อาวานี ขอนแก่น ไฮแอท แอนด์ คุโนเวนชัน เซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น

แบบสำรวจความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการประชุม		การดำเนินการ			
ประเด็น	รายละเอียด	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก
1. ห้องประชุม: บริการดีมาก	○ ดีมาก	11	-	1	-
2. ห้องประชุม: ใช้สีสดใสและสวยงาม	○ ดีมาก	8	-	1	-
3. ห้องประชุม: ไม่ต้องเดินทางไกลมาก	○ ดีมาก	8	-	1	-
4. ห้องประชุม: ขนาดห้องที่พอเหมาะ	○ ดีมาก	3	-	1	-
5. ห้องประชุม: ห้องน้ำอยู่ใกล้ห้องประชุม	△ ดีมาก	0	-	1	-
6. ห้องประชุม: ห้องอาหารและเครื่องดื่มอยู่ใกล้ห้องประชุม	△ ดีมาก	0	-	1	-
7. ห้องประชุม: ห้องน้ำอยู่ห่างห้องประชุม	△ ดีมาก	11	-	0	-
รวม		41/14	-	0	-

ภาพที่ 10 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ ก่อนทำการปรับปรุง

จากภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนทั้งหมดของการบวนการทำงาน มีระยะเวลา 13 เมตร เวลารวม 489.16 วินาที ผู้วิจัยวิเคราะห์กระบวนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้น อัตโนมัติด้วยหลัก MUDA (7 Waste) พบรความสูญเปล่า ได้แก่ การรอคอย 2 ขั้นตอน, การเคลื่อนไหวเกินจำเป็น 2 ขั้นตอน และการทำงานเกินความจำเป็น 4 ขั้นตอน จึงนำหลัก ECRS มาใช้ปรับปรุง โดยรวมขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน เช่น การตรวจสอบสิ่วที่ไม่เกิดการทดสอบเครื่อง, ปรับอุปกรณ์ใหม่ ปลาให้มีคุณภาพดีกว่าเดิม รวมถึงการซ่อมแซม ลูกชิ้น และรวมขั้นตอนที่ความสะอาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพลดเวลาและแรงงาน หลังทำการปรับปรุง มีระยะเวลา รวม 12.80 เมตร เวลารวม 473.65 วินาที เนื่องจากปัญหารายการขาดเครื่องเมื่อวัดที่เหมาะสม เกิดจากการขาดการวิจัยหาเครื่องมือที่เหมาะสม การไม่มีบุคลากรที่เชี่ยวชาญทางด้านตรวจสอบคุณภาพ และการไม่พัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยจึงดำเนินการออกแบบอุปกรณ์ คัดแยกใหม่ เพื่อแก้ปัญหาขาดเครื่องเมื่อวัดที่เหมาะสม โดยเน้นเพิ่มความแม่นยำ ลดข้อผิดพลาดจากการตรวจสอบด้วยสายตา และสามารถปรับใช้ในสายการผลิตได้อย่างยึดหยุ่น อุปกรณ์ถูกออกแบบตามหลักวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน บำรุงรักษา และตรวจสอบคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ

4. อกีปัลยาผล

จากผลการวิจัยพบว่า ปัญหาหลักของการเกิดของเสียงในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทกรณีศึกษา คือ ปัญหาลูกชิ้นไม่กลม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมดในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 สาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากการหล่ายปั๊มซ้าย ได้แก่ เครื่องจักรที่เสื่อมสภาพ การขาดมาตรฐานในการทำงาน, ความผิดพลาดจากมนุษย์, วัสดุดิบที่ไม่ได้คุณภาพ และเครื่องมือวัดที่ไม่เหมาะสม หลังจากดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่เสนอ เห็นการเปลี่ยนผ่านเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ การอบรมพนักงาน การจัดทำมาตรฐานคุณภาพ และการออกแบบอุปกรณ์คัดแยกใหม่ พบร่วมระยะเวลา 0.20 เมตร เวลารวมลดลง 15.51 วินาที และในเดือน มกราคม ถึงเมษายน ประเมินการผลิตรวม 10,838 กิโลกรัมของเสียงรวม 36.21 กิโลกรัม คิดเป็น 0.334% ของการผลิต ผลลัพธ์จากการปรับปรุงนี้ สะท้อนให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือคุณภาพร่วมกับหลักการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นระบบ สามารถลดเสียงและแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดของเสียงและต้นทุนที่เกิดจากของเสียงก่อนปรับปรุง ยังเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนของธุรกิจในระยะยาว การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือคุณภาพและกระบวนการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง พบว่าค่า Cp = 0.73 และ Cpk = 0.44 ซึ่งแสดงว่ากระบวนการยังไม่มีความสามารถเพียงพอในการควบคุมคุณภาพ ส่งผลให้เกิดความไม่สงบและมีของเสียงมาก หลังทำการปรับปรุง ทำการสุ่มตรวจสอบลูกชิ้นตัวอย่าง 6 ชิ้น วัดซ้ำ 25 ครั้ง นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุม และดังภาพที่ 11



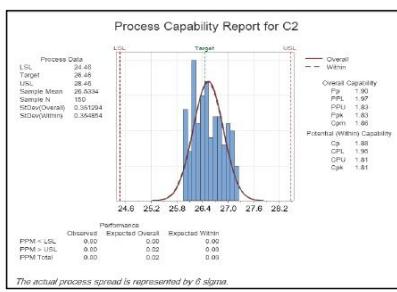
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั๊มลูกชิ้นอัตโนมัติ

**ภาพที่ 9 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 7
(ที่มา : RMTA, 2568)**


การประชุมวิชาการร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 10
28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ อาวนา ขอนแก่น ไฮเทค แอนด์ คอนเวนชัน เซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น

ภาพที่ 11 แผนภูมิควบคุมขนาดของลูกชิ้น หลังปรับปรุง

จากภาพที่ 11 ไม่มีจุดที่อยู่นอกเหนือขีดจำกัดการควบคุม และทำการวิเคราะห์ค่าความสามารถกระบวนการ C_p และ C_{pk} หลังปรับปรุงแสดงดังภาพที่ 12



Process Data		Overall	Overall Capability
USL	LSL		
24.48	28.48	26.44	P _U : 1.90
Target	26.48	26.46	P _L : 1.83
Upper	28.48		P _{PK} : 1.83
Sample Mean	26.0334		Cpm: 1.86
Sample N	150		
StDev(Overall)	0.365124		
StDev(Within)	0.354654		

The actual process spread is represented by δ sigma.

ภาพที่ 12 การวิเคราะห์ค่า C_p และ C_{pk} หลังปรับปรุง

จากภาพที่ 12 ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 24.46 – 28.46, Target = 26.46, ค่าเฉลี่ย = 26.5334, จำนวนตัวอย่าง = 150, StDev(Overall) = 0.365124, StDev(Within) = 0.354654 ค่าความสามารถกระบวนการโดยรวม: $P_p = 1.90$, $P_{pk} = 1.87$, $C_{pm} = 1.86$ ค่าความสามารถกระบวนการระยะสั้น: $C_p = 1.88$, $C_{pk} = 1.81$ ของเสียง Observed PPM = 0.00, Expected PPM ≈ 0.03 กระบวนการมีความสามารถสูง ควบคุมได้ดี ของเสียงต่ำมาก เนماะสมต่อการรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์

5.สรุป

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียงในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทธุรกิจลูกชิ้นปลาอินทรี โดยใช้เครื่องมือคุณภาพและการวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าปัญหาหลัก คือ ลูกชิ้นไม่กลม คิดเป็นร้อยละ 78.25 ของของเสียงทั้งหมด สาเหตุเกิดจากเครื่องจักรเสื่อมสภาพ วิธีการทำงานที่ไม่มีมาตรฐาน ความผิดพลาดจากพนักงาน วัสดุคุณภาพที่ไม่มีคุณภาพ และเครื่องมือวัดที่ไม่เหมาะสม

จากการวิเคราะห์และดำเนินการปรับปรุง เช่น การเปลี่ยนไนโมเตอร์เครื่องซักร กระบวนการหั่นน้ำกุ้ง การซักห้าครั้ง การออกแบบอุปกรณ์คัดแยกใหม่ ทำให้สามารถลดปริมาณของเสียงได้จากเดิม 458.88 กิโลกรัม เป็น 36.21 กิโลกรัม 92.11% ลดต้นทุนของเสียงก่อนปรับปรุง คิดเป็น 73,420.80 บาท หลังปรับปรุง 5,793.60 บาท ลดลงจากเดิม 67,627.20 บาท และเพิ่มความสามารถของผลิตภัณฑ์ ช่วยให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสนับสนุนการพัฒนาองค์กรอย่างยั่งยืน

6.กิจกรรมประจำค

คณะกรรมการฯขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออก และบริษัทเจ้าลูกชิ้นปลา ที่สนับสนุนการวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

7.เอกสารอ้างอิง

- [1] ขัยพร กวินธร์ภาพ, “การเพิ่มยอดขายธุรกิจลูกชิ้นปลา บริษัทธีรภาพ จังหวัดสมุทรปราการ”, วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต, วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, (2558). สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2568.
- [2] ม.ป.บ., “แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรม ปี 2566-2568: อุตสาหกรรมอาหารทะเลและประมง”, [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก <https://www.krungsri.com>, สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ 2568.
- [3] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), “แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสำหรับ SMEs อุตสาหกรรมอาหาร”, (2565), [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก <https://www.nstda.or.th>, สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน 2568.
- [4] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, “The Implementation of Lean Six Sigma Approach to Minimize Waste at a Food Manufacturing Industry,” Journal of Engineering Research, 2024

ภาพที่ จ-10 บทความวิจัยในการประชุมวิชาการฯ หน้าที่ 8

(ที่มา : RMTC, 2568)



R MTC 2025

การประชุมวิชาการราชมงคลล้านนาเรื่องการผลิตและการจัดการ ครั้งที่ 10

28 – 30 พฤษภาคม 2568 ณ อาวานี ขอนแก่น ไฮแอท แอนด์ คอนเวนชัน เซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น

- [5] S. V. Crowder and M. D. Hamilton, "An EWMA for monitoring a process standard deviation," *Journal of Quality Technology*, vol. 24, no. 1, pp. 12–21, 1992.
- [6] W. A. Shewhart, *Economic Control of Quality of manufactured Product*. D. Van Nostrand Company, Inc., 1931.
- [7] R. Shah and P. T. Ward, "Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance," *Journal of Operation Management*, vol. 21, pp. 129-149, 2003.
- [8] กิตติศักดิ์ พโลยพานิชเจริญ. (2551). การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ. กรุงเทพฯ : ส.เอชียเพรส. พิมพ์ครั้งที่ 5.
- [9] กิตติศักดิ์ พโลยพานิชเจริญ. (2543). ระบบควบคุมคุณภาพที่กำหนดงาน : คิวซีเซอร์ เกิด. กรุงเทพฯ : ส.เอชียเพรส. พิมพ์ครั้งที่ 3. (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3)

จ-12 การประกวดโครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3 ประจำปี 2568

ในภาคผนวกนี้ แสดงหลักฐานการเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยจากปริญญาบัตร ในหัวข้อ "การประกวดโครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน ครั้งที่ 3 ประจำปี 2568" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประกวดวิชาการ "งานวิศวกรรมแห่งชาติ ประจำปี 2568 (National Engineering 2025)" จัดโดยคณะกรรมการสาขาวิชาศึกกรรมอุตสาหการ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม 2568 ณ ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์



ภาพที่ จ-13 ประกาศนียบัตรการประกวดโครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อนภาคที่ยังยืน ครั้งที่ ๓ ประจำปี ๒๕๖๘ (ทักษิณ ท่องเทือก)
(ที่มา : วสท, 2568)



ກາພທີ ຈ-14 ປະກາຄນີຍບັດກາຮປະກາດໂຄຮງຈານວິສາກຣມອຸດສາຫກາກ ເພື່ອອາຄາດທີ່ຢັ້ງຢືນ ຄັ້ງທີ່ 3 ປະຈຳປີ 2568 (ກວົມ ວັດນາກັ້ງຂໍ້ມູນ)
(ທີ່ມາ : ວສທ, 2568)



“โครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่ออนาคตที่ยั่งยืน” ครั้งที่ 3

24 กรกฎาคม 2568 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์



การปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อลดของเสีย ด้วยเทคนิคลีน ซิกม่า-ซิกม่า กรณีศึกษา ธุรกิจลูกชิ้นปลาอินทรี

Improving the production process to reduce waste using Lean Six-Sigma
techniques: Case study: Intree fish ball business

ทักษิณ พากเพียรทิ้ง¹ ภานุวัฒน์ กังข่าย¹

สุกสรร หนูบัวร์² ศิริชัย สมแสง² ศุภารัตน์ ศิลาโลย² ปานธ์ เว่องไวร์² ศิริวรรณ อ่อนเกตุ²

¹ นักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์

² อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์

สำนักวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

Thakdanai Thongpratueng¹ Phawit Watthanakangchai¹
Supattra Muparang² Sirichai Somsaen² Supat Silaloy² Panithee Rungsi² Siriwan Onket²

¹ Student Department of Industrial Engineering and Logistics,

² Lecturer, Department of Industrial Engineering and Logistics,

School of Engineering and Innovation, Rajamangala University of Technology Tawan-ok

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของธุรกิจลูกชิ้นปลาอินทรี โดยใช้เครื่องมือคุณภาพ 7 Quality Tools และการวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการมาศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสายการผลิต ซึ่งพบว่าในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤษภาคม พ.ศ.2567 มีของเสียรวม 2,753.88 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 9.55 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยสาเหตุของเสียหลักคือ ปัญหาลูกชิ้นไม่กลม คิดเป็นร้อยละ 84.65 ของของเสียทั้งหมด การวิเคราะห์สาเหตุโดยใช้ Why-Why Analysis และ FMEA พบว่าเกิดจากปัจจัยหลัก 4 ด้าน ได้แก่ เครื่องจักร บุคลากร วิธีการและการวัด โดยค่าความสามารถของกระบวนการ Cp, Cpk เท่ากับ 0.73, 0.44 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ากระบวนการยังไม่มีความสามารถในการควบคุมอย่างเหมาะสม จากผลการวิจัยได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการ เช่น การซ่อมบำรุงเครื่องจักร การอบรมพนักงาน การจัดทำคู่มือการทำงานและการออกแบบเครื่องมือตัดแยกใหม่ ซึ่งช่วยลดของเสียลงร้อยละ 1.58 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด โดยท่าความสามารถของกระบวนการ Cp, Cpk เท่ากับ 1.88, 1.81 ตามลำดับ และเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

คำหลัก ลูกชิ้นปลาอินทรี, ของเสีย, FMEA, ความสามารถกระบวนการ, เครื่องมือคุณภาพ

Abstract

This research aimed to reduce waste in the Indo-Pacific mackerel fish ball production using the 7 Quality Tools and process capability analysis. Between June and November 2024, total waste was 2,753.88 kg (9.55%), mainly from non-spherical fish balls (84.65%). Root causes identified through Why-Why Analysis and FMEA were machinery, personnel, methods, and measurement. The initial process capability indices ($C_p =$

ภาพที่ จ-15 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 1

(ที่มา : วสท, 2568)

0.73, Cpk = 0.44) indicated inadequate control. Improvement actions—including machine maintenance, staff training, development of standard work instructions, and the design of a new sorting tool—reduced waste to 1.58% of total production. The process capability indices improved to Cp = 1.88 and Cpk = 1.81, indicating that the process became capable and the product quality met the required standards.

Keywords: Intree fish ball, Defect, FMEA, Process Capability, Quality Tools

1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมลูกชิ้นปลาในประเทศไทยเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูปที่มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่ซับซ้อนและใช้เงินลงทุนเริ่มต้นไม่สูงมากนัก ทำให้มีผู้ประกอบการรายใหม่เข้าสู่ตลาดเป็นจำนวนมาก ส่งผลให้รัฐดับเบิลยูดีเข้ามายังในอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งผู้ประกอบการจำเป็นต้องรับกับภาระด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์ ราคา และประสิทธิภาพการผลิต เพื่อให้สามารถแข่งขันได้ในตลาดที่มีความเข้มข้น [1] อุตสาหกรรมอาหารไทยแปรรูปของไทยระหว่างปี 2566-2568 มีแนวโน้มการลดตัวทั้งในด้านปริมาณการผลิตและการส่งออก โดยคาดว่าปริมาณการผลิตจะลดลงในอัตราเฉลี่ยประมาณ 0.5-1.5% ต่อปี และการส่งออกจะลดลงในอัตรา 1.0-2.0% ต่อปี ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมลูกชิ้นปลาโดยตรง สาเหตุจากวัตถุคงเหลือ เช่น เนื้อปลา อาจมีปริมาณลดลง หรือมีต้นทุนที่สูงขึ้นจากปัจจัยด้านต่างๆ เช่น อุปทานและต้นทุนการผลิต เพื่อรักษาความสามารถในการแข่งขันในระยะยาว ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมลูกชิ้นปลาจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ การลดต้นทุนการผลิต และการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต [2]

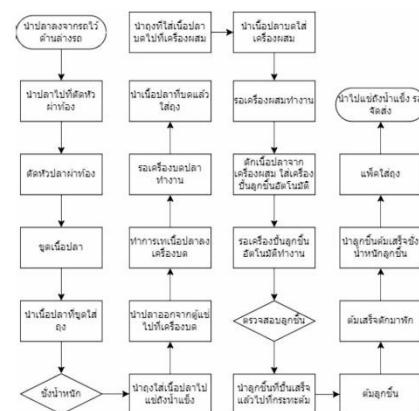
บริษัทธุรกิจลูกชิ้นปลาอินทรีเป็นหนึ่งในผู้ผลิตลูกชิ้นปลารายย่อย SMEs [3] ที่ดำเนินกิจกรรมมานานกว่า 13 ปี โดยมีศักยภาพที่ดีอยู่ในภาคอุตสาหกรรมที่ซึ่งได้รับความนิยมในตลาดท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลการผลิตต่อห้องห้อง 6 เดือน (มิถุนายน-พฤษจิกายน 2567) พบว่า ปริมาณการผลิตเท่ากับ 28,847 กิโลกรัม มีปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตถึง 2,753.88 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 9.55 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด ต้นทุนของเสียคิดเป็น 385,543 บาทโดยปัญหาหลักที่พบคือ ลูกชิ้นไม่กลม คิดเป็น 78.25% ของของเสียทั้งหมด ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้มาตรฐาน คุณภาพเชื่อมต่อ

จากลูกค้า ส่งผลต่อภาพลักษณ์ของบริษัทในระยะยาว [4]

ดังนั้น งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของ การเกิดของเสียอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยเครื่องมือคุณภาพเช่น Pareto Diagram, Fishbone Diagram, Why-Why Analysis และ FMEA รวมถึงการวิเคราะห์ค่าความสามารถของกระบวนการ (Process Capability) เพื่อวางแผนปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลดต้นทุน และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในระยะยาว [8]

2. วิธีการดำเนินงาน

ในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา จะเริ่มตั้งแต่การสั่งซื้อวัสดุคุณภาพจากลูกค้า ซึ่งโดยทางลูกค้าเป็นผู้กำหนด ปริมาณของลูกชิ้นปลา หลังจากได้รับคำสั่งซื้อมาแล้วก็จะมีจัดซื้อต้นตอนหรือกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลา

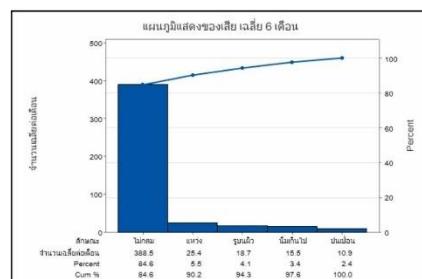


ในการผลิตลูกชิ้นปลา มีการตรวจสอบคุณภาพทุกขั้นตอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานของบริษัท โดยงานนี้มีผู้ดูแลทุกขั้นตอนการบันทึกข้อมูลที่สำคัญ ซึ่งพบร่วมมือกับผู้เชี่ยวชาญจากภาคการใช้เครื่องปั้นลูกชิ้น อัตโนมัติ สังเกตให้เกิดต้นทุนที่สูง ขั้นตอนดังล่ามีมาจากการตักน้ำปลาจากเครื่องผสม ใส่ลิ้นในตัว และส่งต่อเข้าสู่เครื่องปั้นลูกชิ้น ก่อนตรวจสอบลูกชิ้นที่ปั้นเสร็จ

2.1 ศึกษาและวิเคราะห์ที่สภาพการผลิต

ในการเก็บข้อมูลของลูกชิ้นปลาที่เป็นของเสียในกระบวนการผลิต เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลของเสียจากการผลิต พบร่วมมีลักษณะของชิ้นส่วนที่เสียแตกต่างกันออกไปโดยแยกเป็นลักษณะของการเสียได้ 5 ลักษณะ คือ ไม่กลม หมายถึง ลูกชิ้นมีรูปร่างเป็นรอยฟางของว่างบนผิว, นิ่มเกินไป หมายถึง ลูกชิ้น มีลักษณะเนื้อไม่แน่นพอ, ปานปื้น หมายถึง ลูกชิ้นที่มีลักษณะคล้ายหอยหรือไม่สมบูรณ์, รูบผิด หมายถึง ลูกชิ้นมีรูปร่างเป็นรอยฟางของว่างบนผิว, นิ่มเกินไป หมายถึง ลูกชิ้น มีลักษณะเนื้อไม่แน่นพอ, ปานปื้น หมายถึง ลูกชิ้นที่มีลักษณะคล้ายหอยหรือไม่สมบูรณ์,

จากการจำแนกของเสียทั้ง 6 เดือน จำนวนการผลิตรวม และของเสียรวม มาทำการสร้างแผนภูมิพาร์เตอเพื่อแสดงสัดส่วนของเสีย แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 แผนภูมิพาร์เตอแสดงจำนวนของเสียเฉลี่ย

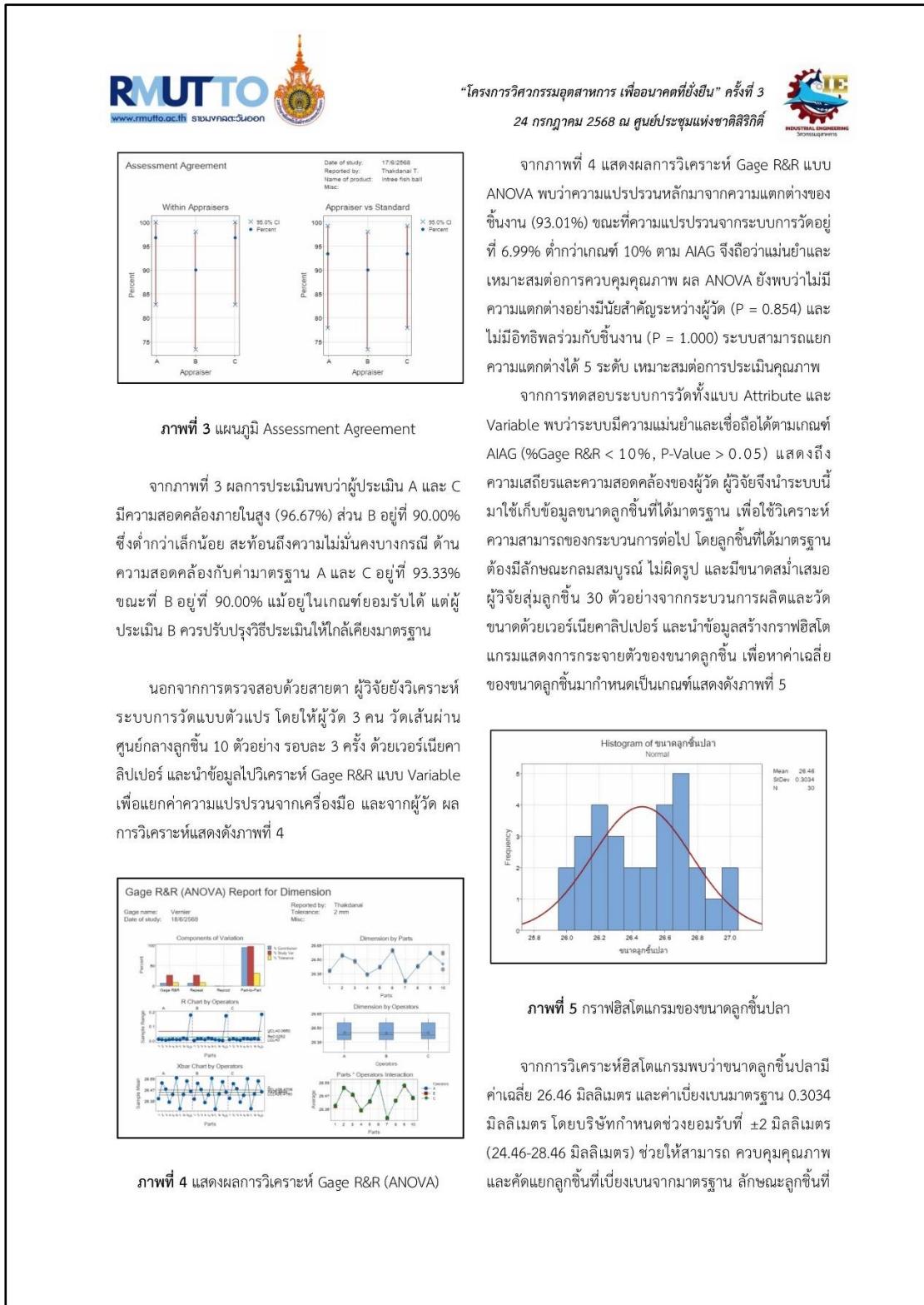
จากราคาที่ 2 บิมานการผลิตรวม 28,847 กิโลกรัมของเสียรวม 2,753.88 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 9.55 ของการผลิต

ประเภทของเสียที่พบมากที่สุดคือ ไม่กลม จำนวน 2331.03 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 84.65 ของของเสียทั้งหมด ประเภทของเสียที่น้อยที่สุดคือ ปานปื้น จำนวน 65.41 กิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 2.38 ของของเสียทั้งหมด

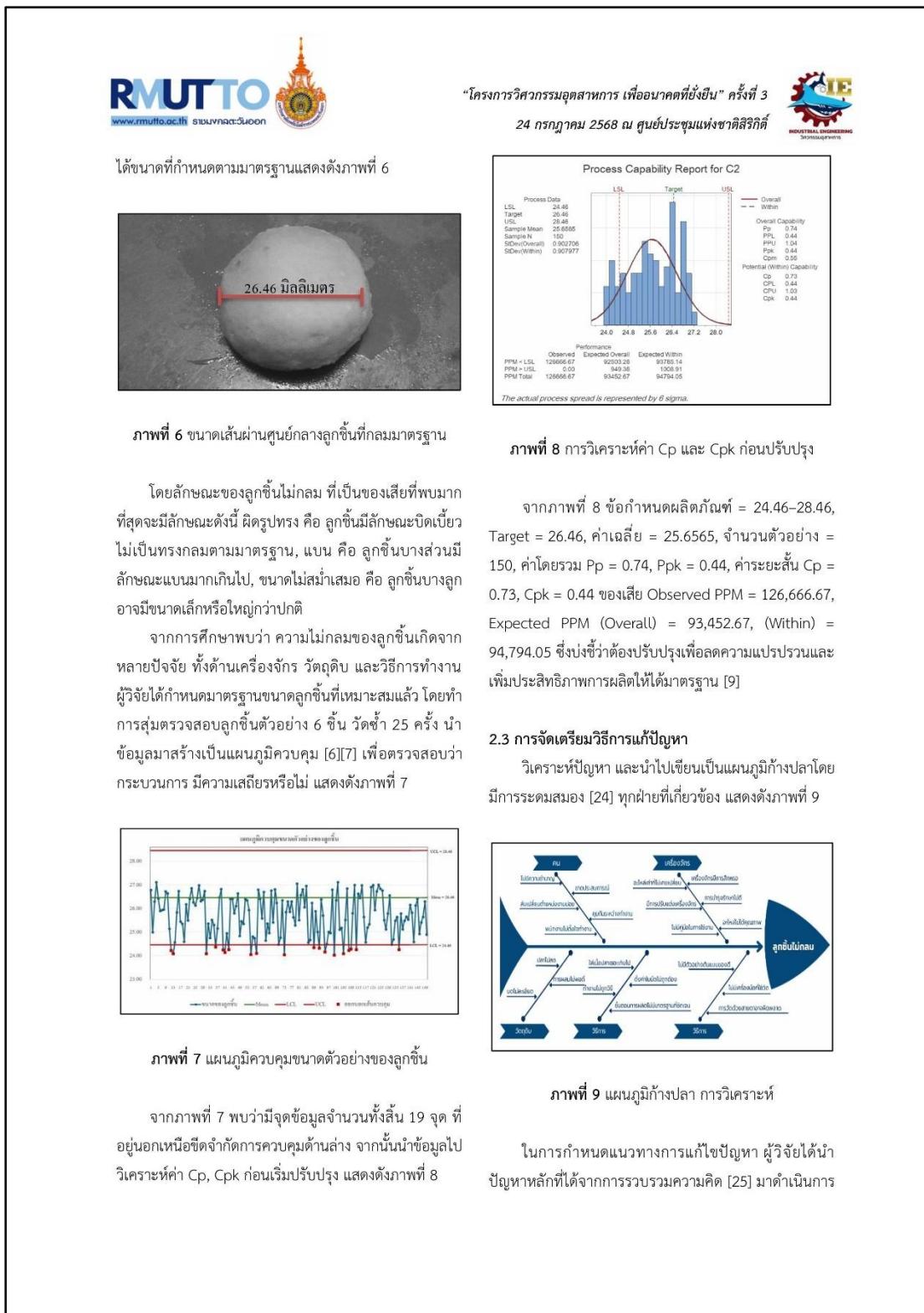
2.2 การวิเคราะห์ปัญหา

จากการวิเคราะห์ของเสีย พบร่วมลูกชิ้นไม่กลม เป็นของเสียที่พบมากที่สุด เฉลี่ย 388.51 กิโลกรัมต่อเดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 84.65 ของของเสียทั้งหมด โดยเดือนตุลาคม ปี พ.ศ.2567 มีปริมาณสูงสุด สาเหตุหลักมาจากการกระบวนการผลิตบางส่วน ผู้วิจัยจึงศึกษาหาแนวทางลดของเสียดังกล่าว ลูกชิ้นที่ได้มาตรฐานต้องมีรูปร่างกลมสมบูรณ์และขนาดสม่ำเสมอ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทดสอบระบบการวัด เพื่อประเมินความแม่นยำและความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการควบคุมคุณภาพ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบระบบการวัด เพื่อประเมินความเชื่อถือได้ของระบบการวัด ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA) โดยใช้วิธี Gage R&R [5] ทั้งแบบ Attribute และ Variable โดยการตรวจสอบความกลมหรือไม่กลมของลูกชิ้น ซึ่งใช้การประเมินด้วยสายตา จัดเป็นการวัดแบบ Attribute โดยผู้วิจัยได้สุ่มลูกชิ้นปลา 30 ตัวอย่าง (ของตี 45%, ของเสีย 45%, ก้าวที่ 10%) ให้ผู้ตรวจสอบ 3 คน ประเมินแบบไม่เรียงลำดับ จำนวน 2 ครั้ง โดยใช้ผล “ผ่าน (P)” และ “ไม่ผ่าน (F)” เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสามารถของระบบการวัด Attribute ทั้งในด้านความสม่ำเสมอของแต่ละคน ความสอดคล้องระหว่างกัน และร้อยละของความเที่ยงตรงกัน โดยผลการวิเคราะห์จะใช้ประเมินความน่าเชื่อถือของ การตรวจสอบด้วยสายตา และเป็นแนวทางควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิตต่อไป ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาพที่ 3

**ภาพที่ จ-18 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 4**

(ที่มา : วสท, 2568)



ภาพที่ จ-19 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 5

(ที่มา : วสท, 2568)



“โครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อนำมาคิดที่อย่างถูกต้อง” ครั้งที่ 3

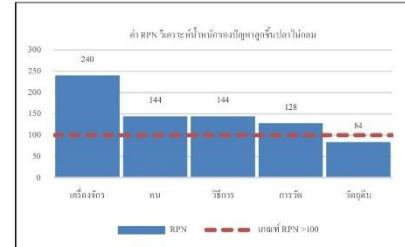
24 กรกฎาคม 2568 ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์



หมายเหตุการเพื่อปรับปรุงแก้ไขด้วยหลักการใช้วิเคราะห์ด้วย Why-Why Analysis [13] เพื่อวิเคราะห์ที่ทำปัจจัยที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาลูกขึ้นไม่กลมอย่างเป็นระบบ ทำให้ทราบถึงปัญหาที่แท้จริงและแนวทางแก้ไข

จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการ Why-Why Analysis [13] พบว่าสาเหตุของการเกิดของเรียงแบบนี้ได้เป็น 5 ด้านหลัก ได้แก่ คน วิธีการ เครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์ และการรักษาด้านคนและวิธีการ ปัญหาเกิดจากขั้นตอนการทำงานที่ไม่มีมาตรฐาน และขาดความเข้าใจในวิธีการปฏิบัติงาน ส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการผลิต แนวทางแก้ไข คือการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานที่ไม่มีมาตรฐาน และจัดทำคำมีการปฏิบัติงานเพื่อเสริมสร้างขั้นตอน ทัศนคติ และพฤติกรรมที่เชื่อมโยงกับงาน ด้านคนเครื่องจักร เครื่องจักรขาดการบำรุงรักษา และไม่มีผู้รับผิดชอบดูแล ส่งผลให้เกิดปัญหาลูกขึ้น แก้ไขโดยจัดทำชาร์ตเพื่อวิเคราะห์เข้ามาร่วมกับการตรวจสอบ ซ่อมแซม และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานและบำรุงรักษา ซึ่งจะช่วยยืดอายุการใช้งาน ด้านวัสดุอุปกรณ์ ปัญหาวัสดุดีปิมไม่มีคุณภาพเกิดจากการจัดเก็บที่ไม่เหมาะสม และการตรวจสอบที่ไม่ได้มาตรฐาน แนวทางแก้ไขคือการตรวจสอบกระบากการจัดทำวัสดุอุปกรณ์จากผู้จำหน่าย เพื่อให้ได้วัสดุอุปกรณ์ที่ตรงตามคุณภาพที่ต้องการ ด้านการรักษาด้านคนเครื่องมืออวัต์ที่เหมาะสม และไม่มีมีบุคลากรผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมคุณภาพ ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบ แนวทางแก้ไขคือการจัดทำอุปกรณ์คัดแยกที่แม่นยำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพ เมื่อทราบสาเหตุที่แท้จริงแล้ว จะสามารถกำหนดแนวทางในการปรับปรุงและตัดสินใจเลือกปัจจัยที่ควรให้รับการแก้ไขก่อนเป็นลำดับแรก คือ หลักการ FMEA [16]

จากการวิเคราะห์ปัญหาลูกขึ้นไม่กลม ด้วยหลักการ Why-Why Analysis จึงทำให้ทราบถึงปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหา ในแต่ละปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดปัญหาลูกขึ้นไม่กลม จึงได้ดำเนินการจัดกลุ่มคุณภาพ เพื่อระดมสมอง ประเมินปัญหาที่ส่งผลกระทบตามหลักการ FMEA มาใช้ในการตัดสินใจเลือกปัจจัย เพื่อวัดว่าปัญหาลูกขึ้นไม่กลม เกิดจากปัจจัยใดมากที่สุด โดยพิจารณาเลือกปัจจัยจากค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน [16] วาระที่ ปัญญาภาร ให้ค่า RPN มากกว่า 100 คะแนน เพื่อปรับปรุง แสดงดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แผนภูมิค่า RPN ของการวิเคราะห์น้ำหนักปัญหา

จากการประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ FMEA [29] เพื่อกำหนดน้ำหนักของปัญหาและคัดเลือกปัญหาที่มีค่า RPN สูงกว่า 100 คะแนน พบว่า มีปัญหาหลักที่จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ที่มีน้ำหนักสูงอยู่ 4 รายการ โดยเรียงลำดับจากน้ำหนักของปัญหาที่มากที่สุดและน้อยลงไปตามลำดับ

ปัญหาที่เกิดจากเครื่องจักรขาดการบำรุงรักษาและไม่มีพนักงานรับผิดชอบตรวจสอบ ส่งผลให้เกิดของเสียในกระบวนการผลิต ผู้วิจัยจึงแก้ไขโดยจัดทำชาร์ตเพื่อพยากรณ์จากร้านซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่เข้าตรวจสอบและซ่อมบำรุง จากการตรวจสอบเครื่องบันคุณชั้นต่อไปนี้ด้วยตัวเอง โดยช่าง พบว่ามอเตอร์ของเครื่องมีสภาพเสื่อมลง เนื่องจาก การใช้งานมาเป็นระยะเวลาเวลานาน โดยจากการตรวจสอบช่างได้เสนอแนวทางแก้ไขปัญหามา 2 แนวทาง ได้แก่ เปรี้ยวนมอเตอร์ใหม่ และพันหุนคลอดใหม่ โดยแสดงการเปลี่ยนพันหุนคลอด แนวทางแก้ไขปัญหามอเตอร์เสื่อมสภาพ เจ้าของบริษัทได้เลือกแนวทางการแก้ไขโดยการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ เพราะเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ใช้ระยะเวลาการเปลี่ยนน้อยกว่า และมีอุปกรณ์ใช้งานที่มีความต้องการกว่า 10-15 ปี มีประสิทธิภาพดีกว่าและเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว

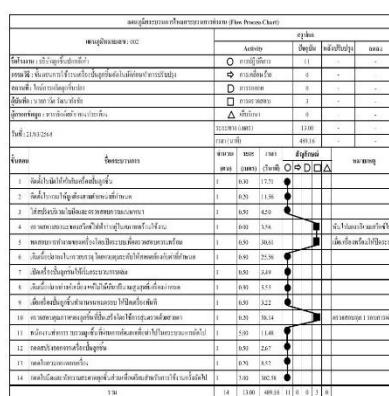
ปัญหาที่เกิดจากคนและวิธีการสามารถแก้ไขและปรับปรุงควบคู่กันได้ โดยการจัดลำดับขั้นตอนการใช้งาน เครื่องปั้นลูกขึ้นอัตโนมัติใหม่ การเพิ่มเครื่องมือในการตรวจสอบ เพื่อควบคุมคุณภาพในกระบวนการ ให้มีความสม่ำเสมอและลดของเสียในกระบวนการผลิต และยังมีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของพนักงานให้ชัดเจน เพื่อให้การใช้งานเครื่องรีบเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ จ-20 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 6

(ที่มา : วสท, 2568)



ผู้จัดศึกษาขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ ก่อนการปรับปรุง พบว่า ขั้นตอนเดิมยังมีความสูญเปล่า จึงนำหลักการ ECRS [19] มาใช้เพื่อ ปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยยุ่งเหย้วยังไงที่การลดความสูญเปล่า เพิ่มประสิทธิภาพ และยกระดับคุณภาพในการผลิต ให้วิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการ ลดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น โดยจัดทำเป็นแผนภูมิกระบวนการทำงาน แสดงดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ ก่อนทำการปรับปรุง

จากภาพที่ 11 แสดงขั้นตอนทั้งหมดของกระบวนการทำงาน มีระยะเวลารวม 13 เมตร เวลารวม 489.16 วินาที

ผู้จัดวิเคราะห์กระบวนการใช้งานเครื่องปั้นลูกชิ้น อัตโนมัติด้วยหลัก MUDA (7 Waste) [25] พบรความสูญเปล่าได้แก่ การรอคอย 2 ขั้นตอน, การเคลื่อนไหวเกินจำเป็น 2 ขั้นตอน และการท่างานกินความจำเป็น 4 ขั้นตอน จึงนำหลัก ECRS มาใช้ปรับปรุง โดยรวมขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน เช่น การตรวจสอบสวิตช์ไฟกับกราฟท์สอบเคื่อง, ปรับกิจิเดิมเนื้อปลาให้ดีก็มีความคุ้มปริมาณ, พัฒนาเครื่องมือตรวจสอบลูกชิ้น และรวมขั้นตอนทำความสะอาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดเวลาและแรงงาน หลังทำการปรับปรุง มีระยะเวลารวม 12.80 เมตร เวลารวม 473.65 วินาที

เนื่องจากปัญหาการขาดเครื่องมือวัดที่เหมาะสม

เกิดจากการขาดการวิจัยหาเครื่องมือที่เหมาะสม การไม่มีบุคลากรเชี่ยวชาญทางด้านตรวจสอบคุณภาพ และการไม่พัฒนาอย่างเป็นระบบ ผู้จัดจึงดำเนินการออกแบบอุปกรณ์คัดแยกใหม่ เพื่อแก้ปัญหาขาดเครื่องมือวัดที่เหมาะสม โดยเน้นเพิ่มความแม่นยำ ลดข้อดีดพลาดาจากการตรวจสอบวัสดุ และสามารถปรับใช้ในสายการผลิตได้อย่างยั่งยืน อุปกรณ์ถูกออกแบบตามหลักวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อความสะดวกในการใช้งาน บำรุงรักษา และตรวจสอบคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. อภิปัจจัยผล

จากการวิจัยพบว่า ปัญหาหลักของการเกิดของเสียในกระบวนการผลิตลูกชิ้นปลาของบริษัทกรณีศึกษา คือปัญหาลูกชิ้นไม่กลม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 84.65 ของของเสียทั้งหมด ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2567 สาเหตุของปัญหาดังกล่าวมาจากการหลายปั๊มจ่าย ได้แก่ เครื่องจักรที่เสื่อมสภาพ การขาดมาตรฐานในการทำงาน, ความไม่ดีพลาดาจากมนุษย์, วัตถุกัดพิษที่ไม่ได้คุณภาพ และเครื่องมือวัดที่ไม่เหมาะสม

หลังจากดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางที่เสนอ เช่น การเปลี่ยนมอเตอร์เครื่องปั้นลูกชิ้นอัตโนมัติ การอบรมพนักงาน การจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน และการออกแบบอุปกรณ์คัดแยกใหม่ พบว่าระยะทางลดลง 0.20 เมตร เวลารวมลดลง 15.51 วินาที และในเดือน ธันวาคม ถึงพฤษภาคม ปริมาณการผลิตรวม 28,904 กิโลกรัม ของเสียรวม 447.31 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 1.58 ของการผลิต ผลลัพธ์จากการปรับปรุงนี้ สะท้อนให้เห็นว่าการใช้เครื่องมือคุณภาพร่วมกับหลักการวิเคราะห์สาเหตุที่เป็นระบบ สามารถระบุและแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งนอกจากจะช่วยลดของเสียและต้นทุนที่เกิดจากของเสียก่อนปรับปรุง ยังเป็นแนวทางที่ส่งเสริมการพัฒนาอย่างยั่งยืนของธุรกิจในระยะยาว การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือคุณภาพและการวิเคราะห์ที่ความสามารถของกระบวนการก่อนปรับปรุง พบว่าค่า Cp = 0.73 และ Cpk = 0.44 ซึ่งแสดงว่ากระบวนการจัดไม่มีความสามารถเพียงพอในการควบคุมคุณภาพ ส่งผลให้เกิดความแปรปรวนสูงและมีของเสียมาก หลังทำการปรับปรุง ทำการสุ่มตรวจสอบลูกชิ้น



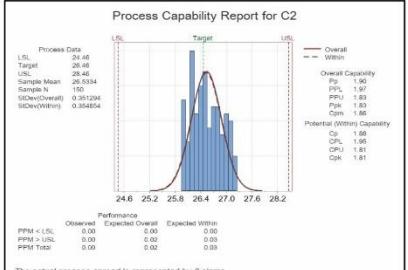
“โครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อนภาคที่อยู่ใน” ครั้งที่ 3
24 กรกฎาคม 2568 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์


ตัวอย่าง 6 ชั้น วัดชั้้า 25 ครั้ง นำข้อมูลมาสร้างเป็นแผนภูมิควบคุม และแสดงดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 แผนภูมิควบคุมขนาดของลูกชิ้น หลังปรับปรุง

จากการที่ 12 ไม่มีจุดที่อยู่นอกเหนือขีดจำกัด Cp และ Cpk หลังปรับปรุงแสดงดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13 การวิเคราะห์ค่า Cp และ Cpk หลังปรับปรุง

จากการที่ 13 ข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 24.46 – 28.46, Target = 26.46, C_aเฉลี่ย = 26.5334, จำนวนตัวอย่าง = 150, StDev(Overall) = 0.365124, StDev(Within) = 0.354654 ค่าความสามารถกระบวนการโดยรวม: P_p = 1.90, P_{pk} = 1.87, C_{pm} = 1.86 ค่าความสามารถกระบวนการระยะสั้น: C_p = 1.88, C_{pk} = 1.81 ของเสีย Observed PPM = 0.00, Expected PPM ≈ 0.03 กระบวนการมีความสามารถสูง ควบคุมได้ดี ของเสียต่ำมาก

5.สรุป

6.กิจกรรมประจำ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และโลจิสติกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และวัสดุกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลภาคตะวันออก และบริษัทเจ้าลูกชิ้นปลา ที่สนับสนุนการวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

7.เอกสารอ้างอิง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- [1] ธนาคารกรุงศรีอยุธยา. (ม.ป.ป.). แนวโน้มธุรกิจอุตสาหกรรม ปี 2566–2568: อุตสาหกรรมอาหารและบรรจุภัณฑ์ [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/3lLXWRC>
- [2] ชัยพร กวินธรีภาพ. (2558). การเพิ่มยอดขายธุรกิจลูกชิ้นปลา บริษัทธีรภาพ จังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจสำหรับผู้บริหาร, วิทยาลัยพานิชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาพที่ จ-22 บทความวิจัยที่ได้ไปนำเสนอ หน้าที่ 8

(ที่มา : วสท, 2568)



“โครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อนำมาคิดที่อย่างอื่น” ครั้งที่ 3

24 กรกฎาคม 2568 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์



INDUSTRIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING

- [3] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.), “แนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตสำหรับ SMEs อุตสาหกรรมอาหาร”, (2565), [ออนไลน์], เข้าถึงได้จาก <https://www.nstda.or.th>.
- [4] I. T. B. Widiwati, S. D. Liman, and F. Nurprihatin, "The Implementation of Lean Six Sigma Approach to Minimize Waste at a Food Manufacturing Industry," Journal of Engineering Research, 2024
- [5] AIAG. (2010). Measurement systems analysis (MSA) reference manual (4th ed.). Automotive Industry Action Group.
- [6] S. V. Crowder and M. D. Hamilton, "An EWMA for monitoring a process standard deviation," Journal of Quality Technology, vol. 24, no. 1, pp. 12–21, 1992.
- [7] W. A. Shewhart, Economic Control of Quality of manufactured Product. D. Van Nostrand Company, Inc., 1931.
- [8] R. Shah and P. T. Ward, "Lean Manufacturing: context, practice bundles and performance," Journal of Operation Management, vol. 21, pp. 129-149, 2003.
- [9] กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ. (2551). การวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ. กรุงเทพฯ : ส.เอเชียเพรส. พิมพ์ครั้งที่ 5.
- [10] กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ. (2543). ระบบควบคุมคุณภาพที่ทำหน้างาน : คิวซีเอชร์เคิล. กรุงเทพฯ : ส.เอเชียเพรส. พิมพ์ครั้งที่ 3. (ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 3)
- [11] ภัทร์วุธ บุญกลาง. (2553). การลดความสูญเสียของสายการผลิตทั้งแพรรูปชิ้นแข็งโดยใช้แนวทางลีนจิกส์ ซึ่งม่า [สารนิพนธ์ปริญญาตรี]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/6rivx>
- [12] เสนอสรอง นกใหญ่. (2551). การลดปริมาณของเสียในกระบวนการผลิตอาร์ดิสก์ไดรฟ์: กรณีศึกษาบริษัท พูจิตส์ (ประเทศไทย) จำกัด [สารนิพนธ์ปริญญาโท]. สถาบัน
- เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/3ZPxbla>
- [13] ประสิทธิ์ ใจรมสม และคณะ. (2567). การลดอัตราส่วนของเสียงในกระบวนการผลิตลูกชิ้นสำหรับวิสาหกิจขนาดย่อม. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/44o0hmK>
- [14] ปิยมัน โภคลักษย. (2557). การออกแบบและพัฒนาเครื่องบรรจุน้ำที่่อเพิ่มผลิตภาพในกระบวนการผลิต: กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำนมข้าวโพด. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/3ZSF87r>
- [15] อภิวิชญ์ สายตี. (2555). การลดของเสียงจากกระบวนการผลิตเพื่อความ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/3ThdLY>
- [16] มาลิษา มะกำทิน. (2565). การลดของเสียงในกระบวนการบรรจุ: กรณีศึกษาโรงงานผลิตยาแพนปั๊บบันสำหรับมนุษย์. มหาวิทยาลัยสยาม. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/3G2ZKyt>
- [17] วชารุทธ ศรีสุธรรม. (2553). การปรับปรุงความแข็งของแยมและลดเวลาสูญเปล่าของกระบวนการผลิตแยม. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/3ZOejfp>
- [18] ศิริกฤต บุญกอง. (2566). การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตตามแนวคิดแบบลีน: กรณีศึกษาโรงงานผลิตเฟโนร์นิจโรสี. มหาวิทยาลัยอนุรุธ. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/44pNjoA>
- [19] ศุภลักษณ์ สุวรรณ. (2567). การลดความเสียหายของกำไรในกระบวนการผลิตด้วยหลักการ ECRS. มหาวิทยาลัยอรุณ-夷ี่ใหม่. เข้าถึงได้จาก <https://bit.ly/4nnFcRW>
- [20] บันพิชิต อินทรีมีศักดิ์. (2567). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อลดต้นทุน. มหาวิทยาลัยอนุรุธ. เข้าถึงได้จาก <http://bit.ly/44C60q5>



“โครงการวิศวกรรมอุตสาหการ เพื่อนักศึกษาที่อยู่ใน” ครั้งที่ 3

24 กรกฎาคม 2568 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์



INDUSTRIAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING

[21] เกวลิน สำราญทอง. (2567). การประยุกต์ใช้หลักการเชิงซึมไปเพื่อผลลัพธ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในกระบวนการบรรจุเรื่องเดิม. มหาวิทยาลัยศิลปากร. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/3geik>

[22] อุนวงศ์ ภาคีฉาย. (2567). แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาสู่การเพิ่มประสิทธิภาพงานในส่วนวิศวกรรมด้วยหลักการ ECRS ของบริษัทแห่งหนึ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/et4afm>

[23] ติ่วพร แนะนำ. (2565). การลดของเสียในกระบวนการผลิตตัวอย่างกลุ่มประปุ่มผลิตทางการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/omco9x>

[24] สาวิตรี ยุพยากรณ์. (2564). การศึกษาแนวทางการลดต้นทุนของกระบวนการผลิตบ้ามนานาหารชุดพลาสติกใส: กรณีศึกษาบริษัท บ้านมานะ จำกัด. มหาวิทยาลัยรังสิต. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/dq721b>

[25] ชิตชนุ ภักดีวนิช. (2564). การเพิ่มอัตราการทำงานของเครื่องจักรปั๊มโลหะแผ่นด้วยหลักการ ECRS. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/57g5q>

[26] ประภาพรรณ เกษราพงศ์. (2562). การลดข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตตู้เย็นอาหารด้วยเทคนิคเชิงซึม. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/urad7q>

[27] ชาริต มณีศรี. (2562). การลดของเสียในกระบวนการผลิตเตี้ือนสูงของคอมเพรสเซอร์ระบบปรับอากาศรถยนต์. มหาวิทยาลัยศรีปทุม. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/t8nog6>

[28] กันพงศ์ ศรีปฐมสวัสดิ์. (2561). การลดน้ำสูญเสียในโรงงานผลิตน้ำประปาด้วยการควบคุมความเข้มข้นของตะกอน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เข้าถึงได้จาก <https://n9.cl/wrqt>

[29] วรารช ปัญญาภรณ์. (2559). การจัดทำระบบการบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยเทคนิค FMEA: กรณีศึกษา

ประวัติผู้จัดทำปริญญาอิพนธ์



ชื่อ – นามสกุล

นายภาติ วัฒนาภักดี

รหัสนักศึกษา

016641114603-7

วัน - เดือน - ปีเกิด

1 เมษายน พ.ศ.2540

ที่อยู่ปัจจุบัน

11/4 บ้านคริรากา หมู่ 1 ตำบลชลบุรี จังหวัดชลบุรี 20110

ประวัติการศึกษา

2555

ระดับมัธยม ศึกษาตอนปลาย

สาขาวิชา ศิลป์คำนวณ

โรงเรียนเทศบาลวัดรายภูร์นิยมธรรม

อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

2558

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.)

สาขาวิชา เทคนิคยานยนต์

วิทยาลัยเทคโนโลยีชลบุรี อำเภอเมือง

จังหวัดชลบุรี

2566

ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์

สำนักวิชาศึกษาดูงานและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลชั้นอุดม



ชื่อ – นามสกุล

นายทักษ์ดันย์ ทองประทีวงศ์

รหัสนักศึกษา

016641114641-7

วัน - เดือน - ปีเกิด

13 เมษายน พ.ศ.2546

ที่อยู่ปัจจุบัน

66/4 หมู่ 10 ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอศรีราชา
จังหวัดชลบุรี 20230

ประวัติการศึกษา

2560

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคแม่วงศ์ อำเภอแม่วงศ์

นครสวรรค์

2563

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.)

สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคแม่วงศ์ อำเภอแม่วงศ์

นครสวรรค์

2566

ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการและโลจิสติกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก