# การปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันสำหรับรถมอเตอร์ไซด์รุ่น ZR650 ด้วยหลักการลีน ซิกซ์ ซิกม่า

ชนนะที ดวงชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

# การปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันสำหรับรถมอเตอร์ไซด์รุ่น ZR650 ด้วยหลักการลีน ซิกซ์ ซิกม่า

ชนนะที ดวงชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

# AN IMPROVEMENT OF ASSEMBLY PROCESS OF MOTORCYCLE CAP TANK MODEL ZR650 WITH LEAN SIX SIGMA CONCEPT

CHONNATEE DUANGCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER DEGREE OF ENGINEERING
IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
BURAPHA UNIVERSITY
2023

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ชนนะที ดวงชัย ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรหาญ ลิลา)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุนาริน จันทะ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรหาญ ลิลา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤฎูวัลย์ จันทรสา)

..... กรรมการ
(ดร.จักรวาล คุณะดิลก)

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณยศ คุรุกิจโกศล)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทวัส แจ้งเอี่ยม)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

61920201: สาขาวิชา: วิศวกรรมอุตสาหการ; วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ)
คำสำคัญ: ลีน-ซิกซ์ ซิกม่า/ กระบวนการประกอบ/ อัตราการผลิตและการปรับปรุงคุณภาพ

ชนนะที ดวงชัย : การปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันสำหรับรถมอเตอร์ไซด์รุ่น ZR650 ด้วยหลักการลีน ซิกซ์ ซิกม่า . (AN IMPROVEMENT OF ASSEMBLY PROCESS OF MOTORCYCLE CAP TANK MODEL ZR650 WITH LEAN SIX SIGMA CONCEPT) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: บรรหาญ ลิลา ปี พ.ศ. 2566.

การวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์หลักการของลีน-ซิกซ์ ซิกม่าในการปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันของมอเตอร์ไซด์รุ่น ZR650 เพื่อเพิ่มอัตราการผลิตและลดความสูญเปล่าที่เกี่ยวข้อง ด้วยขั้นตอนของ DMAIC โดยขั้นตอนแรกสามารถบ่งชี้ปัญหาแยกเป็น 2 ประเด็นได้แก่ 1) อัตราการผลิตต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ 600 ชิ้นต่อวัน และ 2) สัดสัดส่วนชิ้นงานเสียสูงกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้ซึ่งกำหนดไว้ 10,000 ppm ผลจากการวัดบ่งชี้ว่ารอบเวลาการประกอบเท่ากับ 45.54 วินาทีต่อชิ้น สูงเป้าหมายที่กำหนดเท่ากับ 42.00 วินาทีต่อชิ้น ทำให้มีอัตราการประกอบเพียง 550 ชิ้นต่อวัน และมีสัดส่วนชิ้นงานเสีย 28,440 ppm การดำเนินการในขั้นตอนการวิเคราะห์ สามารถบ่งชี้สาเหตุของปัญหาซึ่งนำไปสู่การกำหนดแนวทางการปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS และการปรับแผนการสุ่มตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนนำเข้าสู่กระบวนการ และการกำหนดอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างวัตถุดิบใหม่กับวัตถุดิบใช้ซ้ำในการหล่อขึ้นรูปชิ้นส่วนที่ผลิตเอง จากการติดตามผลพบว่าสามารถลดเวลาการประกอบลงเหลือ 34.31 วินาทีต่อชิ้น อัตราการประกอบเพิ่มเป็น 804 ชิ้นต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 33.67 สัดส่วนชิ้นงานเสียลดลงเหลือ 1,997 ppm ทีมงานจัดทำเอกสารวิธีการทำงานของสายการประกอบและใช้แผนภูมิควบคุม p เพื่อตรวจติดตามสัดส่วนชิ้นงานเสียเพื่อควบคุมกระบวนการ และสรุปได้ว่าการประยุกต์ขั้นตอน DMAIC กับแนวทาง ลีน-ซิกซ์ ซิกม่าสามารถนำไปสู่การปรับปรุงที่สัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายที่กำหนดและใช้เป็นแนวทางการสำหรับการปรับปรุงกระบวนการอื่นได้ต่อไป

61920201: MAJOR: INDUSTRIAL ENGINEERING; M.Eng. (INDUSTRIAL ENGINEERING)

KEYWORDS: Lean Six Sigma/ Assembly Process/ Productivity and Quality Improvement

CHONNATEE DUANGCHAI : AN IMPROVEMENT OF ASSEMBLY PROCESS OF MOTORCYCLE CAP TANK MODEL ZR650 WITH LEAN SIX SIGMA CONCEPT. ADVISORY COMMITTEE: BANHAN LILA, 2023.

This paper presents the application of Lean Six Sigma principles in improving the cap tank assembly process of the ZR650 motorcycle model with the objectives of increasing production rates and reducing associated waste using the DMAIC methodology. Two main issues were identified from the D phrase: 1) Production rates were lower than the target of 600 pieces per day, and 2) The proportion of defective products exceeded the acceptable threshold of 10,000 ppm. The M phrase indicated that the assembly cycle time was 45.54 seconds/unit, exceeding the 42.00 seconds/unit target. This resulted in a production rate of only 550 units/day, and the proportion of defective was determined to be 28,440 ppm. The A and I phrases revealed the causes of the problems and subsequently led to the rearrangement of the production line using the ECRS approach, and the revision of sampling plans for components that were purchased from suppliers. In addition, the appropriate material mix between the new and used ingots for the casting process was determined for in-house components. The results showed a reduction in assembly cycle time to 34.31 seconds/unit resulting in a production rate of 804 units/day (33.67% impressment), and decrement in defective rate to 1,997 ppm. The work instruction was established for assembly operations and the p chart was used to monitor the proportion of defectives in the C phrase. In conclusion, the application of the DMAIC methodology for the Lean Six Sigma principles led to significant improvements in productivity and quality, achieving the desired goals which can also serve as guidelines for improving others' processes.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ. ดร. บรรหาญ ลิลา อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน รศ. ดร. สุนาริน จันทะ ผศ. ดร. ฤภูวัลย์ จันทรสา และ ดร. จักรวาล คุณะดิลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบรวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพและเป็นตัวอย่างกรณีศึกษาให้แก่รุ่นน้องต่อไป

นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากท่านผู้บริหารบริษัทที่ผู้ทำการวิจัย คุณ มิชิโอะ โคซากะ และพนักงานทุกคน ขอบคุณที่ให้ความเมตตาในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สาเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสีลา คุณแม่อนงค์ ดวงชัย น.ส. อมรรัตน์ ศรีอุปตะ และเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ชนนะที ดวงชัย

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ ..... 14

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 15

วัตถุประสงค์การวิจัย ..... 18

ประโยชน์ที่จะได้รับคือ ..... 18

ขอบเขตการวิจัย ..... 19

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ..... 19

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 21

ระบบการผลิต ..... 21

การลดความสูญเปล่า (Waste Reduction) ..... 22

ทฤษฎีการศึกษาเวลา ..... 24

การจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing) ..... 26

ระบบการผลิตแบบลีน ..... 28

ประวัติความเป็นมาของ Six Sigma ..... 35

การรวมแนวคิดลีนและซิกซ์ ซิกม่า ..... 40

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 41

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....48
ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์....48
ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย....56
วิธีการดำเนินงานวิจัย....57
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....59
การระบุปัญหา (Define Phase)....59
การวัดกระบวนการ (Measurement Phase)....62
การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)....80
การปรับปรุง (Improve Phase)....84
ติดตามผลและการควบคุม (Control Phase)....120
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ....123
สรุปผลการวิจัย....123
อภิปรายผลการดำเนินงาน....124
ข้อดีและข้อเสียในการดำเนินงานแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า....124
ข้อเสนอแนะ....125
บรรณานุกรม....126
ประวัติย่อของผู้วิจัย....129

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น ระหว่าง ม.ค. 2562 -มี.ค. 2563 .....15
ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราของเสีย (PPM) ที่ระดับคุณภาพซิกม่าต่าง ๆ .....36
ตารางที่ 3 Six Sigma Green Belt improvement model.....39
ตารางที่ 4 แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัยและแนวทางการดำเนินการ .....57
ตารางที่ 5 รายละเอียดแต่ละสถานีของการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 (ก่อนปรับปรุง) .....62
ตารางที่ 6 สัดส่วนงานเสีย (ก่อนปรับปรุง).....64
ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการคัดแยกงานดี-เสีย ก่อนปรับปรุงระบบ .....65
ตารางที่ 8 เกณฑ์การตัดสินใจดัชนีแสดงประสิทธิผลจาก AIAG .....70
ตารางที่ 9 ผลการทดสอบการคัดแยกงานดี-เสีย หลังการปรับปรุงระบบ .....74
ตารางที่ 10 ผลการทดลองความเห็นพ้องระหว่างพนักงานกับมาตรฐาน .....79
ตารางที่ 11 ผลการทดลองความเห็นพ้องระหว่างพนักงานกับมาตรฐาน .....80
ตารางที่ 12 สรุปสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา .....83
ตารางที่ 13 ส่วนสูงของพนักงานสายการประกอบฝาถังน้ำมันจักรยานยนต์รุ่น ZR650.....86
ตารางที่ 14 แสดงรายละเอียดการประกอบชิ้นงานย่อยในกระบวนการ Assembly 1 .....92
ตารางที่ 15 ข้อมูลของงานย่อยที่ 1 ทั้งหมด 10 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง .....93
ตารางที่ 16 ข้อมูลของงานย่อยที่ 2 ทั้งหมด 30 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง .....95
ตารางที่ 17 ข้อมูลของงานย่อยที่ 3 ทั้งหมด 30 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง .....96
ตารางที่ 18 ข้อมูลของงานย่อยที่ 4 ทั้งหมด 30 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง .....98
ตารางที่ 19 เวลาปกติและเวลามาตรฐานการปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง .....100

ตารางที่ 20 ข้อมูลระยะห่างระหว่างระยะข้อศอกพนักงานและระยะ Jig ของชิ้นงานในพนักงาน จำนวน 60% ของพนักงานทั้งหมด .....102

ตารางที่ 21 ระยะการเคลื่อนย้ายมือของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (ก่อนการปรับปรุง).....103

ตารางที่ 22 ระยะการเคลื่อนย้ายมือของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง) .....104

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1).....112

ตารางที่ 24 แสดงผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ Zinc Alloy.....114

ตารางที่ 25 ผลการทดลองยืนยันหลังจากกำหนดอัตราส่วนผสมของ Zinc Alloy ในช่วง 15 เดือน ก่อนและหลังการปรับปรุง.....114

ตารางที่ 26 จำนวนชิ้นส่วนงานเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง .....115

ตารางที่ 27 ตารางแสดงมาตรฐานการการสุ่มตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง .....116

ตารางที่ 28 การกำหนดมาตรฐานสำหรับสุ่มตรวจสอบกระบวนการรับเข้า.....117

ตารางที่ 29 ผลการปรับปรุงวิธีมาตรฐานการสุ่มตรวจ ในช่วง 15 เดือน ก่อนและหลังการปรับปรุง .....118

ตารางที่ 30 จำนวนชิ้นส่วนเสียจากผู้ผลิตภายนอกที่พบ ก่อน-หลัง การปรับปรุงการสุ่มตรวจ .....118

ตารางที่ 31 ผลการควบคุมความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพชิ้นงาน (Leakage and Appearance NG) ในช่วงก่อน-หลังทำการปรับปรุง.....120

ตารางที่ 32 ผลการควบคุมความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพชิ้นงาน (Leakage and Appearance NG) ในช่วงก่อนและหลังทำการปรับปรุง .....121

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นที่ผลิตในปัจจุบัน....15
ภาพที่ 2 ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นที่ผลิตในปัจจุบัน....16
ภาพที่ 3 เปรียบเทียบ Cycle time & Line Efficiency ของฝาถังน้ำมันทุกร่น....17
ภาพที่ 4 สัดส่วนงานเสียของฝาถังน้ำมันทุกรุ่น....18
ภาพที่ 5 สายการประกอบฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ร่น ZR650....19
ภาพที่ 6 ตัวอย่างแสดงรอบเวลาการทำงาน (Cycle time)....28
ภาพที่ 7 วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีนและลักษณะเฉพาะตัว (เกียรติขจร)....30
ภาพที่ 8 สัดส่วนของกิจกรรมที่เพิ่มและไม่เพิ่มคุณค่า (เกียรติขจร, 2550)....31
ภาพที่ 9 แผนภาพแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน (เกียรติขจร, 2550)....32
ภาพที่ 10 เส้นโค้งกระจายตัวตามปกติ ที่มา:(จิรภา ลิ่มศิลา, 2549)....35
ภาพที่ 11 bodies of knowledge เรียกว่า Boks ของ Lean Six Sigma....40
ภาพที่ 12 ฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 และ Motorcycle Kawasaki....48
ภาพที่ 13 ตัวอย่างแสดงการไหลของกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650....49
ภาพที่ 14 กระบวนการ Inner Case Comp. ....50
ภาพที่ 15 กระบวนการ Sub Assembly: Case Comp. ....50
ภาพที่ 16 กระบวนการ Body Cap, Front Cover Comp. ....51
ภาพที่ 17 กระบวนการ Base S/A ....51
ภาพที่ 18 ตัวอย่างชิ้นส่วนฝาถังน้ำมันกระบวนการ Assembly 1....52
ภาพที่ 19 Semi F/G กระบวนการ Assembly 2....52
ภาพที่ 20 เครื่องตรวจสอบประสิทธิภาพและฟังก์ชั่นการใช้งานของฝาถังน้ำมัน....53
ภาพที่ 21 เครื่องตรวจสอบ Air Tightening (Leakage) ....53

ภาพที่ 22 เครื่องยิง Spring Pin และชิ้นงานตัวอย่าง.....54
ภาพที่ 23 เครื่องยิงสกรูและชิ้นงานตัวอย่าง.....54
ภาพที่ 24 เครื่องยิงสกรูและชิ้นงานตัวอย่าง.....55
ภาพที่ 25 การตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายและบรรจุชิ้นงานลงกล่อง.....55
ภาพที่ 26 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....56
ภาพที่ 27 ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นที่ผลิตในปัจจุบัน.....59
ภาพที่ 28 Cycle time & Line Efficiency ทุกรุ่น .....60
ภาพที่ 29 กราฟแสดงสัดส่วนงานเสียของฝาถังน้ำมันทุกรุ่น.....60
ภาพที่ 30 ลักษณะงานเสียของลักษณะภายนอก .....61
ภาพที่ 31 แสดงกราฟตัวอย่างชิ้นงานรั่วและตัวอย่างชิ้นส่วนงานฉีด Inner Case NG .....61
ภาพที่ 32 แสดงกราฟตัวอย่างชิ้นงานไม่มีการรั่วและตัวอย่างชิ้นส่วนงานฉีด Inner Case OK.....62
ภาพที่ 33 เวลามาตรฐานของสถานีการประกอบ (ก่อนปรับปรุง).....63
ภาพที่ 34 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนับก่อนปรับปรุง.....67
ภาพที่ 35 การประมาณค่าแบบช่วงของร้อยละรีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน (With Appraisers) และร้อยละความไม่ไบอัสของพนักงาน (Appraiser vs Standard) ที่ช่วงความเชื่อมั่น %95 ก่อนปรับปรุง .....69
ภาพที่ 36 มาตรฐานเกณฑ์การตัดสินลักษณะงานเสีย.....72
ภาพที่ 37 การฝึกอบรมพนักงานและการประเมินซ้ำ.....73
ภาพที่ 38 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนับหลังการปรับปรุง .....76
ภาพที่ 39 การประมาณค่าแบบช่วงของร้อยละรีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน (With Appraisers) และร้อยละความไม่ไบอัสของพนักงาน (Appraiser vs Standard) ที่ช่วงความเชื่อมั่น %95 หลังปรับปรุง .....78
ภาพที่ 40 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาประสิทธิภาพสายการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 ต่ำ .....82
ภาพที่ 41 ความสูงของโต๊ะทำงานและสภาพการทำงานก่อนการปรับปรุง.....85

ภาพที่ 42 การออกแบบการเพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงาน.....85
ภาพที่ 43 พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (ก่อนการปรังปรุง).....87
ภาพที่ 44 การออกแบบพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง).....87
ภาพที่ 45 การออกแบบกล่องพลาสติก (หลังการปรับปรุง).....88
ภาพที่ 46 การออกแบบการลำเลียงชิ้นงานที่ประกอบเสร็จในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) (หลังการปรับปรุง).....88
ภาพที่ 47 การออกแบบพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน (หลังการปรับปรุง).....89
ภาพที่ 48 พื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน (หลังการปรับปรุง).....90
ภาพที่ 49 พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง).....91
ภาพที่ 50 ระยะการเคลื่อนย้ายมือในการประกอบชิ้นงานสถานีงาน Assembly 1 จำนวน 1 ชิ้น ...105
ภาพที่ 51 แผนภูมิมือซ้ายมือขวาในการประกอบชิ้นงานก่อนการปรับปรุง.....106
ภาพที่ 52 แผนภูมิมือซ้ายมือขวาในการประกอบชิ้นงานหลังการปรับปรุง.....109
ภาพที่ 53 การเปรียบเทียบการปฏิบัติงานของมือซ้ายมือขวาก่อนและหลังการปรับปรุง.....112
ภาพที่ 54 Cycle time ของสถานี Assembly 1 (หลังการปรับปรุง).....113
ภาพที่ 55 เครื่องตรวจสอบ Air Tightening (Leakage) และชิ้นงานตัวอย่าง.....113
ภาพที่ 56 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดย P Chart ข้อมูลช่วงเดือนก่อนและหลังการปรับปรุง 15 เดือน.....116
ภาพที่ 57 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดย P Chart ข้อมูลช่วงเดือนก่อนและหลังการปรับปรุง 15 เดือน.....120
ภาพที่ 58 ผลการตรวจติดตาม เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง.....122

# บทที่ 1
# บทนำ

การเข้ามาลงทุนตั้งฐานการผลิตเพื่อส่งออกของผู้ผลิตรถโดยเฉพาะผู้ผลิตสัญชาติญี่ปุ่นตั้งแต่ปี 2510 ทำให้เกิดการพัฒนาของอุตสาหกรรมการผลิตรถในประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง ในช่วงแรกเป็นการนำเข้าชิ้นส่วนครบชุดสมบูรณ์ (Completely Knock-Down: CKD) มาประกอบเป็นรถสำเร็จรูปเพื่อจำหน่ายในประเทศ ในปี พ.ศ. 2514 ประเทศไทยมีประกาศนโยบายส่งเสริมการผลิตรถในประเทศพร้อมทั้งกำหนดสัดส่วนการใช้ชิ้นส่วนรถที่ผลิตภายในประเทศ (Local Content Requirement) ร้อยละ 70 ของชิ้นส่วนทั้งหมดพร้อมทั้งกำหนดมาตรการส่งเสริมผู้ประกอบการที่ได้ลงทุนในประเทศไทยแล้วให้พัฒนาศักยภาพการผลิตให้มีประสิทธิภาพและต้นทุนต่ำ ส่งผลให้ผู้ผลิตในประเทศไทยสามารถผลิตมอเตอร์ไซด์และชิ้นส่วนสำหรับมอเตอร์ไซด์ขนาดเล็ก (Lightweight มีความจุกระบอกสูบไม่เกิน 250 ซีซี) ได้ทั้งเพื่อการขายภายในประเทศและการส่งออก ต่อมาผู้ผลิตบางรายได้ลงทุนเพิ่มเพื่อการผลิตมอเตอร์ไซด์ขนาดใหญ่ (Big Bike มีความจุกระบอกสูบเกิน 250 ซีซี) จึงทำให้สามารถแบ่งประเภทของมอเตอร์ไซด์ที่ผลิตในประเทศตามขนาดเครื่องยนต์ ได้เป็น 4 ประเภท ประกอบด้วย 1) รถขนาดเล็ก (Lightweight) มีความจุกระบอกสูบ 50-250 cc. 2) รถขนาดกลาง (Middleweight) มีความจุกระบอกสูบ 251-500 cc. 3) รถขนาดใหญ่ (Heavyweight) มีความจุกระบอกสูบ 501-800 cc.และ 4) รถขนาดใหญ่มาก (Super Heavyweight) มีความจุกระบอกสูบมากกว่า 800 cc

ข้อมูลจากแนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2562-2564 ระบุว่าในปี 2559 ในประเทศไทยมีโรงงานผลิตมอเตอร์ไซด์ยี่ห้อ Honda, Yamaha, Suzuki, Kawasaki, SYM, Benelli, KeeWay, Ryuka, GPX, Triumph, BMW และ Ducati โรงงานเหล่านี้ใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตในประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่จึงเครือข่ายโซ่อุปทานที่มีสมาชิกเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนจำนวนมาก

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตทั้งด้านความสามารถในการผลิตและด้านคุณภาพของชิ้นงานในโรงงานกรณีศึกษาซึ่งเป็นผู้ผลิตฝาถังน้ำมัน (Cap Tank) ของมอเตอร์ไซด์ขนาดใหญ่ รุ่น ZR650 ของ Big Bike ยี่ห้อหนึ่ง โดยพบว่าในกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรุ่นนี้มีความสามารถในการผลิตเพียง 550 ชิ้นต่อวัน และมีประสิทธิภาพสายการประกอบเท่ากับร้อยละ 79.76 ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้เท่ากับ 600 ชิ้นต่อวัน และประสิทธิภาพสายการประกอบกำหนดไว้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 จากการวิเคราะห์เบื้องต้นพบว่ามีสาเหตุมาจากรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ของกระบวนการประกอบสูงกว่ารอบเวลาการผลิตเป้าหมาย (Takt Time) และปัญหาคุณภาพของ Tank Cap ที่ประกอบสำเร็จมีอัตราการรั่ว (Leakage)

ร้อยละ 61.2 ของจำนวนที่ประกอบทั้งหมด ส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการ เพื่อแก้ปัญหาทั้งด้านอัตราการผลิต และด้านความผันแปรของคุณลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญ ผู้วิจัยประยุกต์แนวทางของลีน-ซิกซ์ ซิกม่า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มอัตราการผลิตและลดความสูญเปล่าในกระบวนการซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินงานดังอธิบายในหัวข้อต่อไป

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

### 1. ความเป็นมาของปัญหา

โรงงานกรณีศึกษาตั้งอยู่ในภาคตะวันออกของระเทศไทย เป็นผู้ผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ขนาดกลางรายเดียวที่ส่งให้กับโรงงานผู้ผลิตรถจักรยานยนต์ชั้นนำของโลกสัญชาติญี่ปุ่น โดยผลิตฝาถังน้ำมันทั้งหมด 5 รุ่น ได้แก่ L43TA, L84TA, L98TA, L105TA, ZR650 มีลักษณะดังภาพที่ 1 ทั้งนี้แต่ละรุ่นมีปริมาณการผลิตรายเดือน ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึงมีนาคม พ.ศ. 2563 ดังตารางที่ 1 และกำลังการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นดังภาพที่ 2

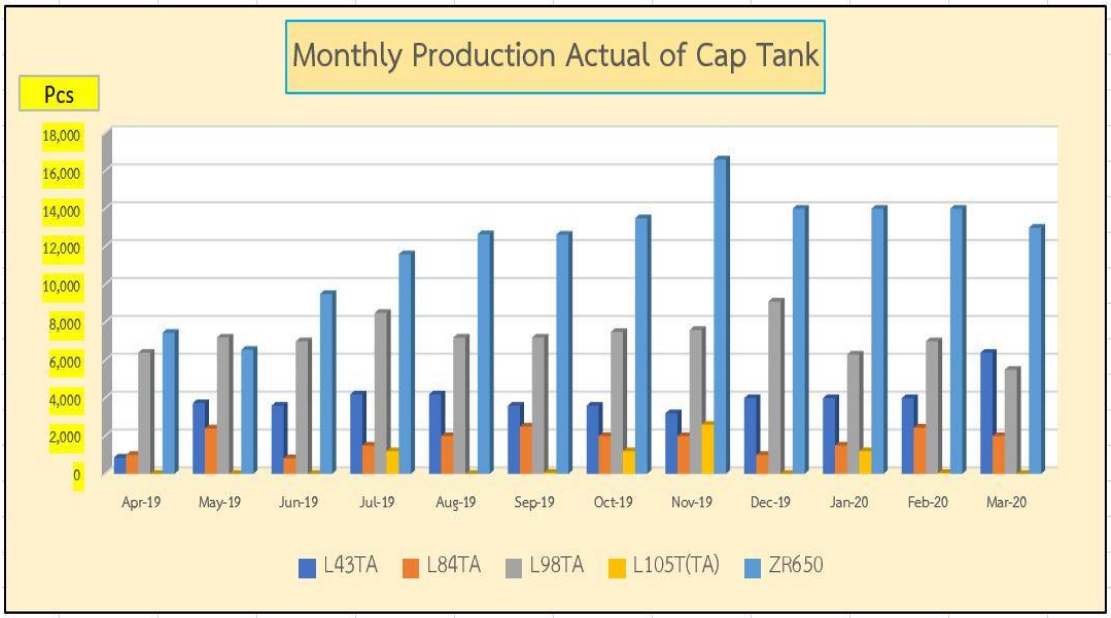
ภาพที่ 1 ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นที่ผลิตในปัจจุบัน

ตารางที่ 1 ปริมาณการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น ระหว่าง ม.ค. 2562 -มี.ค. 2563

| Model | L43TA | L84TA | L98TA | L105T(TA) | ZR650 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jan-19 | 5,000 | - | 5,100 | 3,300 | 11,600 | 25,000 |
| Feb-19 | 5,600 | 1,500 | 3,800 | 1,200 | 11,400 | 23,500 |
| Mar-19 | 7,600 | 1,500 | 6,200 | 0 | 7,000 | 22,300 |
| Apr-19 | 860 | 1,000 | 6,400 | 0 | 7,450 | 15,710 |

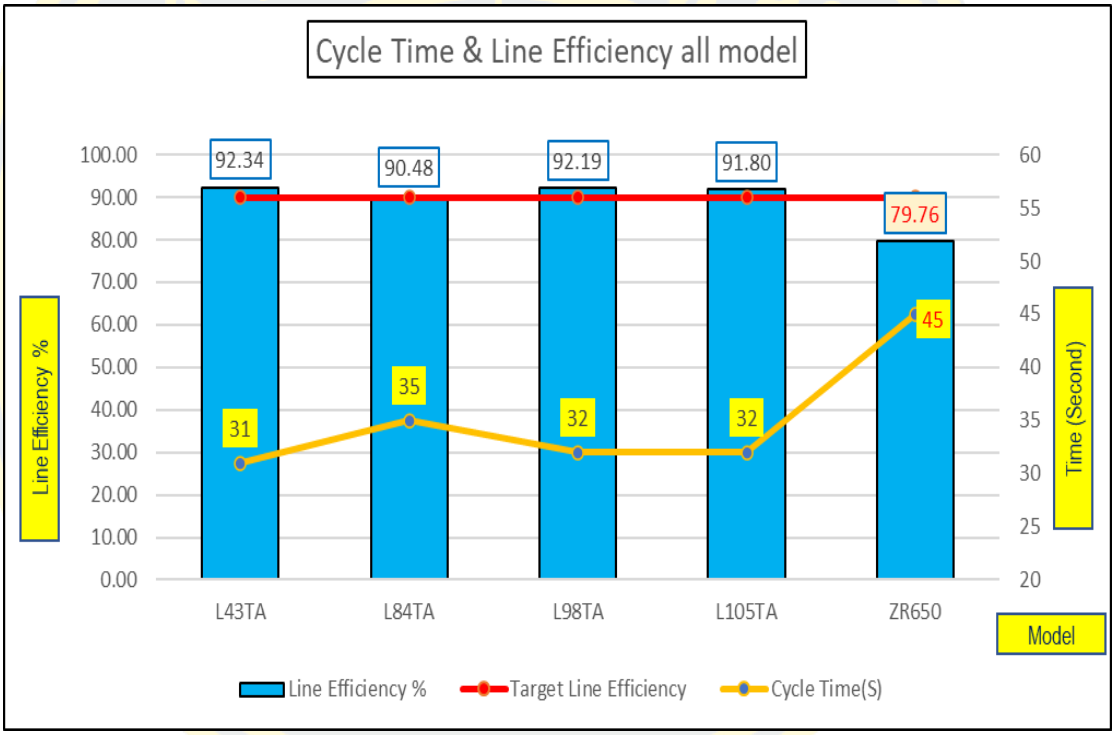
ตารางที่ 1 (ต่อ)

| Model | L43TA | L84TA | L98TA | L105T(TA) | ZR650 | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| May-19 | 3,740 | 2,400 | 7,200 | 0 | 6,550 | 19,890 |
| Jun-19 | 3,600 | 825 | 7,000 | 0 | 9,500 | 20,925 |
| Jul-19 | 4,200 | 1,500 | 8,500 | 1,200 | 11,600 | 27,000 |
| Aug-19 | 4,200 | 2,000 | 7,200 | 0 | 12,657 | 26,057 |
| Sep-19 | 3,600 | 2,500 | 7,200 | 60 | 12,635 | 25,995 |
| Oct-19 | 3,600 | 2,000 | 7,500 | 1,200 | 13,500 | 27,800 |
| Nov-19 | 3,200 | 2,000 | 7,600 | 2,600 | 16,600 | 32,000 |
| Dec-19 | 4,000 | 1,000 | 9,100 | 0 | 14,000 | 28,100 |
| Jan-20 | 4,000 | 1,500 | 6,300 | 1,200 | 14,000 | 27,000 |
| Feb-20 | 4,000 | 2,440 | 7,000 | 50 | 14,000 | 27,490 |
| Mar-20 | 6,400 | 2,000 | 5,500 | 0 | 13,000 | 26,900 |



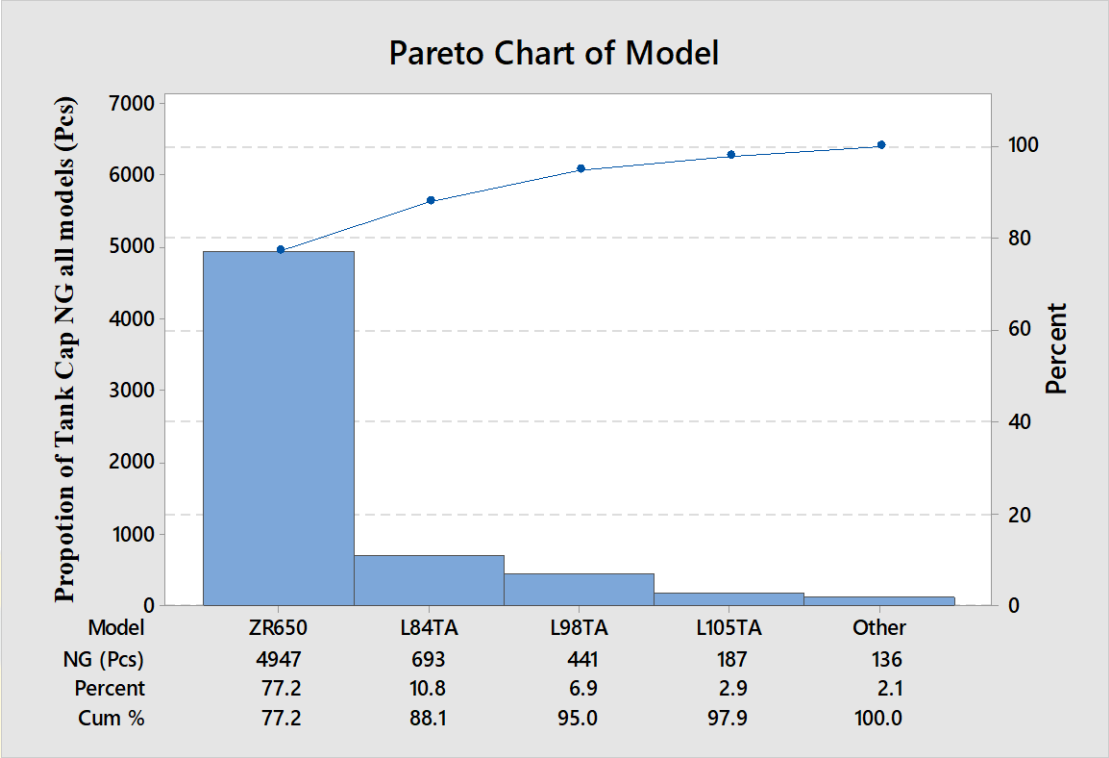

ภาพที่ 2 ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นที่ผลิตในปัจจุบัน

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 2 กราฟพาเรโตแสดงได้ว่าโรงงานกรณีศึกษามีการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ZR650, L98TA, L43TA, L84TA, L105TA โดยรุ่น ZR650 ซึ่งมีปริมาณการผลิตสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 47% ของจำนวนที่ผลิตทั้งหมด ในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันทุกรุ่นและจากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ประสิทธิภาพกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันมอเตอร์ไซค์ที่สถานประกอบการผลิตทั้ง 5 รุ่น พบว่าการผลิตของฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 มีประสิทธิภาพเพียง 79.76% ซึ่งต่ำที่สุด และต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้เท่ากับ 90% เมื่อเทียบกับฝาถังน้ำมันรุ่นอื่นๆ ดังภาพที่ 3




ภาพที่ 3 เปรียบเทียบ Cycle time & Line Efficiency ของฝาถังน้ำมันทุกรุ่น

ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่น จะมีการตรวจสอบ 100% ทั้งลักษณะภายนอก (Appearances) และการรั่ว (Leakage) จากข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2563 พบจำนวนฝาถังน้ำมันที่ผลิตไม่ผ่านการตรวจสอบและแยกตามรุ่นของฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ ดังภาพที่4




ภาพที่ 4 สัดส่วนงานเสียของฝาถังน้ำมันทุกรุ่น

จากข้อมูลในภาพที่ 4 จะเห็นได้ว่าฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650 มีความสูญเปล่าจากปัญหาจากคุณภาพชิ้นงานเสียสูงถึง 77.2% เมื่อเทียบกับของเสียจากฝาถังน้ำมันทุกรุ่น งานวิจัยนี้จึงเลือกทำการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ด้วยการประยุกต์หลักการของ ลีน-ซิกซ์ ซิกม่า

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ลดความสูญเปล่าของกระบวนการประกอบด้วยหลักการลีน ซิกซ์ ซิกม่า
2. เพิ่มความสามารถของกระบวนการประกอบด้วยหลักการซิกซ์ ซิกม่า

## ประโยชน์ที่จะได้รับคือ

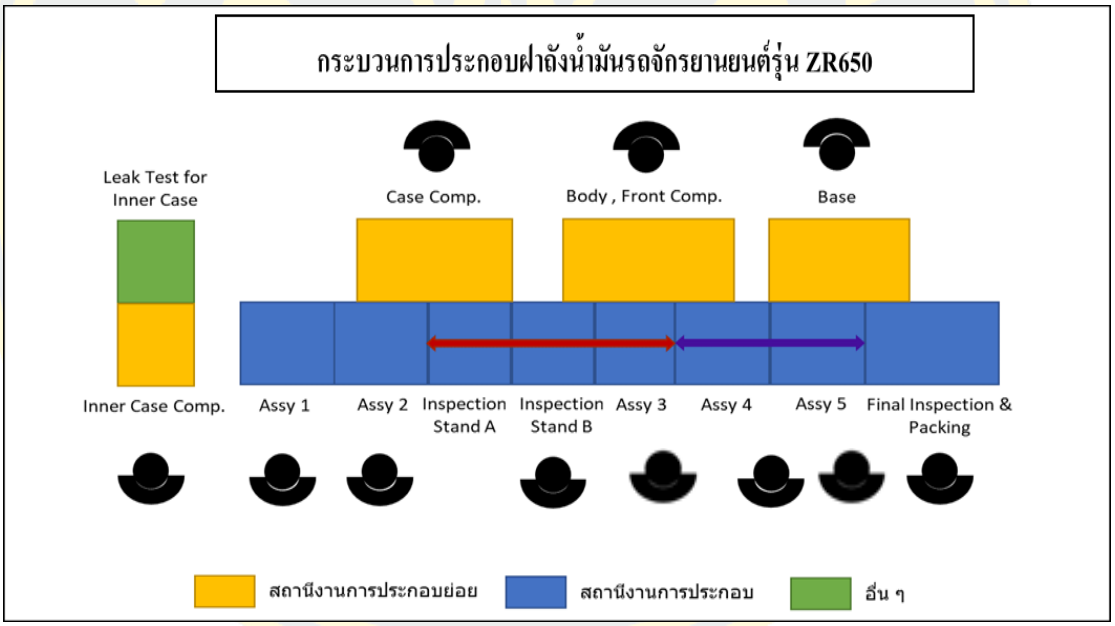
1. ลดต้นทุนความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650
2. เพิ่มความสามารถในการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650

3. เพิ่มความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์

4. เป็นแนวทางขยายผลเพื่อปรับปรุงคุณภาพไปยังผลิตภัณฑ์ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่นอื่น ๆ เช่น รุ่น L98TA, L105TA

## ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยฉบับนี้ จะทำการวิจัยเฉพาะผลิตภัณฑ์ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650 รหัส 51049-0735 ในกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ (Assembly Line) ดังแสดงโดยภาพที่ 5 โดยมีการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลาดำเนินงานทั้งสิ้น 15 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม 2562 ถึง เดือนมีนาคม 2563




ภาพที่ 5 สายการประกอบฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650

## ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

สามารถแบ่ง ตามแนวทางของเทคนิค ลีน ซิกซ์ ซิกม่า มีดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตย้อนหลังของบริษัท
2. กำหนดปัญหา (Define phase)
3. การวัดกำหนดสาเหตุของปัญหา (Measurement phase)

4. การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis phase)

5. การปรับปรุง (Improvement phase)

6 การควบคุมติดตาม (Control phase)

7. การสรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

# บทที่ 2
# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการลดความสูญเปล่าที่มีสาเหตุจากด้านการไหลและคุณภาพของชิ้นงาน ผู้วิจัยได้เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักการลีน และ ซิกซ์ ซิกม่า ซึ่งมีรายละเอียดดังดังนี้

## ระบบการผลิต

ระบบการผลิต หมายถึง การแปลงสภาพปัจจัยการผลิตให้เกิดเป็นผลผลิต ทั้งทางด้านสินค้าและบริการ ด้วยต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยองค์ประกอบที่สำคัญของระบบการ คือ

1. ปัจจัยการผลิต (Input) คือ วัตถุดิบหรือวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาประกอบหรือผสมกัน โดยผ่านการผลิตตามขั้นตอนแล้วออกมาเป็นสินค้าและบริการ

2. กระบวนการแปลงสภาพ (Conversion process) เป็นขั้นตอนการเคลื่อนย้ายหรือแปรสภาพวัตถุดิบ เพื่อให้เกิดเป็นสินค้าและบริการ

3. ผลผลิต (Output) คือ ผลลัพธ์ขั้นสุดท้ายของการผลิต หลังจากออกมาเป็นรูปผลิตภัณฑ์และบริการที่ผ่านกระบวนการแปรสภาพแล้ว

**ประเภทของการผลิต (Type of Production)**

การแบ่งประเภทของการผลิต เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของกระบวนการผลิตและนำไปวางแผน ควบคุมการผลิตให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยจะแบ่งกระบวนการผลิตออกเป็นหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น

1. การแบ่งตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ การแบ่งตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ คือ การผลิตตามคำสั่งซื้อ (Make to order) และการผลิตเพื่อรอจำหน่าย (Make to stock)

2. การแบ่งตามคุณลักษณะของกระบวนการผลิต การแบ่งตามคุณลักษณะของกระบวนการผลิต คือ การผลิตแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง และการผลิตแบบกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง

3. การผลิตแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง การผลิตแบบกระบวนการผลิตต่อเนื่อง (Continuous process of production) มักจะใช้กับการผลิตที่เป็นสายผลิตภัณฑ์ สายการประกอบเครื่องจักรระบบอัตโนมัติ

4. การผลิตแบบกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่องส่วนใหญ่จะใช้กับการผลิตสินค้าที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตบอดเวลาตามความต้องการของลูกค้า เครื่องจักรต้องมีความยืดหยุ่นสูง

**ผลิตภาพ (Productivity)**

ระบบการผลิตคำว่าผลิตภาพ คือ การวัดความสามารถของการใช้ปัจจัยการผลิตได้ดีเพียงใด เมื่อเทียบกับผลผลิตที่ได้จากการผลิตนั้น ๆ โดยจะคำนวณดังสมการที่ (2-1)

ผลิตภาพ (Productivity) = ผลผลิต (output) / ปัจจัยการผลิต (input) (2-1)

โดยการวัดผลิตภาพของการผลิตแบ่งได้เป็น 3 ข้อดังนี้คือ

1. การวัดผลิตภาพของปัจจัยการผลิตรวม
2. การวัดผลิตภาพของปัจจัยการผลิตย่อย
3. การวัดผลิตภาพของปัจจัยการผลิตหลายส่วน

## การลดความสูญเปล่า (Waste Reduction)

โดยทั่วไปการผลิตมักจะพบความสูญเปล่า (Muda หรือ Waste หรือ NVA) คือ การกระทำใด ๆ ก็ตามที่ใช้ทรัพยากรไม่ว่าจะเป็นแรงงาน วัตถุดิบ เวลา เงิน และอื่น ๆ แต่ไม่ได้ทำให้สินค้าหรือบริการเกิดคุณค่าเพิ่มมากขึ้นจากเดิม นั่นคือ ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่เรียกว่ามุดะซึ่งมาจากภาษาญี่ปุ่น ความหมายแปลตามตัวคือ ความเปล่าประโยชน์

**ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ**

1. ความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตมากเกินไป (Over Production) เป็นการจัดการผลิตให้มากที่สุดของแต่ละสถานีการผลิตโดยไม่คานึงถึงกระบวนการถัดไป ไม่คำนึงถึงความต้องการของของสถานีถัดไป การกระทานี้ทำให้เกิดการรอคอยของงานหรือที่เรียกว่า WIP (Work in process) คือ งานระหว่างกระบวนการผลิต ยิ่งทาการผลิตนานขึ้นเท่าไหร่ ปริมาณของ WIP ก็จะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลเสียกับการผลิตเป็นอย่างมากเพราะจะทำให้เราไม่เห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

2. ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเก็บวัสดุคงคลังที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Stock) การเก็บวัตถุดิบที่มากสาหรับเตรียมความพร้อมในการผลิตอาจจะเป็นการป้องกันปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต ทำให้การผลิตต่อเนื่องตอลดเวลา แต่การเก็บวัตถุดิบมากเกินความจำเป็นนั้นเกิดผลเสียตามมามากมาย เช่น เสียค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ ต้นทุนจมกับการซื้อวัสดุในปริมาณมาก ๆคุณภาพ

ของวัตถุดิบอาจมีการเสื่อมสภาพ ต้องมีวิธีการควบคุมในการเก็บรักษาและนำมาใช้งานอย่างมีระบบ ต้องมีการจ้างพนักงานเพื่อมาดูแลการจัดเก็บ อีกทั้งยังเกิดความเสี่ยงเมื่อความต้องการของลูกค้าเปลี่ยนไปจะทาให้วัตถุดิบไม่เกิดการนำไปผลิต เกิดการตกค้าง อาจจะส่งผลกระทบต่อต้นทุนสูงเกินความจำเป็น

3. ความสูญเปล่าเนื่องจากการขนส่ง (Transportation) การขนส่งในที่นี้จะเป็นการเคลื่อนย้ายวัสดุต่าง ๆ ที่เกิดในกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น ถ้าเราไม่ทำการควบคุมการขนส่งระหว่างกระบวนการจะทำให้การผลิตเกิดความสูญเสียเกิดขึ้น โดยการขนย้ายในลักษณะที่ไม่เกิดความซับซ้อน ใช้เส้นทางที่เหมาะสมในการขนย้าย เมื่อทำการขนส่งถูกควบคุมเรียบร้อยแล้วประโยชน์ที่ตามมา ก็คือ ต้นทุนการขนส่งที่ต่ำลง ไม่สูญเสียเวลาในการผลิต ลดความเสี่ยงที่เกิดจากการขนส่งที่ซับซ้อน เป็นต้น

4. ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตของเสีย/แก้ไขงานเสีย (Defect/Rework) การผลิตที่เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการจะทำให้เสียต้นทุนในการผลิตโดยเปล่าประโยชน์ เสียเวลา ต้องปรับเปลี่ยนแผนการผลิตเนื่องจากการผลิตไม่ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ และส่งผลกระทบให้ทางโรงงานต้องทำการใช้เวลาซ่อมแซมแก้ไขชิ้นงาน ทาให้เกิดกระบวนการที่ไม่ได้ประโยชน์เกิดขึ้น

5. ความสูญเปล่าเนื่องจากการผลิตที่ขาดประสิทธิภาพ (Non effective process) เมื่อเราพิจารณาระบบการผลิตที่เป็นอยู่จะพบว่า มีกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำงานอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากความเคยชินในการผลิตนั้น ๆ ทำให้เกิดการมองข้ามไป ทำให้เสียประโยชน์จากการใช้ทรัพยากรการผลิตไม่เต็มประสิทธิภาพนั้นเอง

6. ความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย (Delay/Idle time) ในกระบวนการผลิตการเกิดการรอคอยจะทาให้การผลิตไม่เป็นไปตามแผนการผลิต ไม่ว่าจะเป็นพนักงานรอชิ้นงานจากสถานีก่อนหน้า การรอวัตถุดิบมาป้อนเข้าเครื่องจักร การรอระหว่างที่เครื่องจักทำงาน การรอเหล่านี้จะให้เสียเวลาจากการผลิตไป เกิดต้นทุนที่เพิ่มมากขึ้นในการผลิต จึงควนมีการจัดการการทำงานทั้งระบบไม่ให้เกิดการรอคอย

7. ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว (Motion) การเคลื่อนไหวที่ไม่เหมาะสมในกระบวนการผลิตจะส่งผลเสียให้ผู้ปฏิบัติงานโดยตรง อาจเกิดการเมื่อยล้า ทำให้เกิดความล้าช้าในการทำงาน ระยะทางการเคลื่อนที่ที่มากเกิดไปจะทำให้เกิดการเสียงานในการผลิตไปโดยไม่จาเป็น ดังนั้นจึงความมีการจัดลำดับการทำงาน การเคลื่อนย้ายชิ้นงานให้เกิดความเหมาะสมและคำนึงถึงพนักงานเป็นหลัก ความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการนี้ไม่เกิดผลดีต่อกระบวนการผลิต จึงควรมีการกำจัดความสูญเปล่าออกไปเพื่อให้การผลิตที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

**การปรับปรุงงานเพื่อกาจัดความสูญเปล่า (ECRS)**

ไม่ว่ากระบวนการและรูปแบบการผลิตแบบใด สามารถจำแนกวิธีการกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในการบวนการผลิตได้เป็น 4 วิธี ดังนี้

1. การกำจัด (Eliminate) เป็นการกำจัดขั้นตอนที่ไม่จาเป็นออกไป งานที่ไม่จำเป็นคือ คือ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่/เคลื่อนย้ายที่ไม่จำเป็น การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การเก็บสินค้าที่มากเกินไป การเคลื่อนย้ายที่ไม่จาเป็น และของเสีย

2. การรวมกัน (Combine) เป็นการรวมกันในสถานีงานที่ไม่จำเป็นที่สามารถยุบรวมกันได้ในการผลิต โดยไม่ส่งผลกระทบของผลิตภัณฑ์และการผลิตนั้น ๆ ทำให้สามารถลดขั้นตอนในการผลิตลงได้ และใช้ทรัพยากรและเวลาในการผลิตที่สั้นลงด้วย

3. การจัดใหม่ (Rearrange) เป็นการจัดขั้นตอนในกระบวนการผลิตใหม่ เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการทำงาน หรือการทำให้กระบวนการในการผลิตงานขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงกับการผลิต ทำให้สามารถทำการผลิตชิ้นงานได้มากขึ้นด้วย

4. การทำให้ง่าย (Simplify) เป็นการทำการผลิตให้ง่ายมากขึ้นโดยการใช้จิ๊ก (Jig) และฟิกเจอร์ (Fixture) เข้ามาในกระบวนการเพื่อให้เกิดความง่าย แม่นยำ และรวดเร็ว อีกทั้งยังสามารถช่วยลดของเสียที่เกิดในกระบวนการผลิตได้อีกด้วย

## ทฤษฎีการศึกษาเวลา

การศึกษาเวลา คือ การหาเวลาที่เป็นมาตรฐานในการทำงานนั้น ๆ เพื่อเป็นตัวกำหนดผลงานที่เป็นเวลาในการทำงานได้ผลของการศึกษาเวลา คือ เวลามาตรฐาน (Standard time)

**เทคนิคการวัดผลงาน**

การวัดผลงานมีเทคนิคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ (วัชรินทร์ สิทธิเจริญ, 2547)

1. การศึกษางานโดยตรง (Direct Time study) คือ การจับเวลาโดยการไปจับเวลาในที่ปฏิบัติงานจริงด้วยนาฬิกาจับเวลา

2. การสุ่มงาน (Work Sampling) คือ การใช้หลักการสุ่มตัวอย่างในเชิงสถิติในการหาสัดส่วนการทำงาน และเวลามาตรฐาน

3. การศึกษาเวลามาตรฐานแบบพรีดีเทอร์มีน (Predetermined Time system) คือ การศึกษาเวลาโดยการกาหนดเวลาการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของร่างกายแล้วนาเวลาที่ได้นั้นรวมกับการเคลื่อนไหวจากการทำงานเป็นเวลามาตรฐาน

4. การหาค่ามาตรฐานจากข้อมูลมาตรฐานและสูตร (Determining Time Standard from Standard Data and Formulation) คือ การศึกษางานโดยอาศัยข้อมูลเวลามาตรฐานและสูตรช่วยในการคำนวณหาเวลา

**การศึกษาเวลาโดยตรง**

การศึกษาเวลาโดยตรงคือการจับเวลาจากพนักงานที่ปฏิบัติงานนั้น ๆ จริง โดยใช้สถานที่ปกติที่ศึกษาและสถานการณ์ปกติในการทำงาน ขั้นตอนการศึกษาเวลาตรง มีดังนี้

1. หาข้อมูลเบื้องต้นของการทำงานที่จะศึกษาเวลา
2. แบ่งงานเป็นงานย่อยและบันทึกผล
3. สังเกตและจับเวลาการทำงานของพนักงาน
4. หาจำนวนครั้งในการจับเวลา
5. หาอัตราสมรรถนะการทำงาน
6. หาเวลาการทำงานปกติ
7. หาเวลาเผื่อการทำงาน
8. หาเวลาเผื่อการทำงาน

**การจับเวลา**

ในการจับเวลาส่วนมากเป็นที่นิยมมากที่สุดคือ การใช้นาฬิกาจับเวลา โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบใหญ่ คือ

1. การจับเวลาแบบต่อเนื่อง (Continuous Timing) เป็นการจับเวลาแบบไม่มีการหยุดนาฬิกาเพื่อบันทึกค่าเวลา จะทำการปล่อยให้เวลาถูกจับไปเรื่อย ๆ และผู้ศึกษาเวลาจะสังเกตเวลา ณ จุกสิ้นสุดงานนั้น ๆ และบันทึกค่าลงไป ดังนั้น การบันทึกเวลาชนิดนี้เป็นการบันทึกเวลาที่ต่อเนื่องโดยจะนำเวลาปัจจุบันลบด้วยเวลาก่อนหน้า จะได้เวลาย่อยของสถานีนั้น ๆ

2. การจับเวลาแบบจับซ้ำ (Repetitive Timing) เป็นการจับเวลาที่ต้องหยุดเวลาเพื่อที่อ่านและบันทึกค่าในแต่ละช่วง โดยเวลาที่ได้ คือ เวลาที่งานย่อยนั้น ๆ แต่ข้อเสียคือผู้จับต้องมีความชำนาญในการจับเวลา บันทึกค่าและตั้งค่าศูนย์

3. การจับเวลาแบบสะสม (Accumulative Timing) เป็นการจับเวลาโดยใช้นาฬิกาสองเรือนต่อพ่วงกัน ในขณะที่กดเวลาให้นาฬิกาตัวหนึ่งจับเวลา นาฬิกาอีกเรือนจะหยุด เมื่อนาฬิกาตัวแรกถูกกดให้หยุด นาฬิกาตัวที่สองจะกลับมาที่ศูนย์และจับเวลาทันที รูปแบบการจับเวลานี้จะทำให้ผู้จับไม่ต้องในการจับเวลาย่อยในสถานีถัดไป

**เวลาพื้นฐาน (Basic time, Normal Time)**

คือ เวลาที่ใช้ในการทำงานหนึ่งๆ ให้เสร็จโดยเทียบกับอัตรามาตรฐานของผู้ศึกษาเวลา

ถ้าการประเมินค่าของผู้จับเวลามีความเที่ยงตรงทุก ๆ ครั้งที่จับเวลา ผลลัพธ์ที่ได้จะค่าคงที่เสมอ ค่าคงที่นี้เรียกว่า เวลามาตรฐาน

**เวลาเผื่อ (Allowances)**

เป็นเวลาที่เพิ่มเข้าไปจากเวลาจริงที่อาจเกิดจากความเมื่อยล้าในการทำงาน ความเครียดทางจิตใจ และเวลาที่ต้องทาธุระส่วนตัว เวลาเผื่อทาธุระส่วนตัวอยู่ที่ระหว่าง 5-7% ของเวลาพื้นฐานทั้งหมด ความเมื่อยล้าขึ้นอยู่กับชนิดของงานนั้น ๆ ถ้างานเบาๆ ให้ 4% ของเวลาพื้นฐาน งานหนักขึ้นให้เป็นไปตามสัดส่วน และเวลาเผื่อสำหรับธุระส่วนตัวนั้นจะเป็นเวลาเผื่อคงที่ที่ขึ้นอยู่กับสถานประกอบการเป็นผู้กำหนดการคำนวณเวลาเผื่อสามารถกำ หนดได้ทั้งการคิดเวลาเผื่อออกเป็นเปอร์เซ็นต์ของเวลามาตรฐานและเวลาเผื่อเป็นนาทีต่อวัน

**เวลามาตรฐาน (Standard Time)**

คือเวลาที่ใช้ทำงานหนึ่งๆให้เสร็จด้วยความสามารถในการทำงานมาตรฐาน โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังสมการที่ (2-2)

เวลามาตรฐาน = เวลาพื้นฐาน + เวลาเผื่อรวม (2-2)

## การจัดสมดุลสายการผลิต (Line balancing)

ยุทธ ไกยวรรณ์ (2550) กล่าวว่าการจัดสมดุลในระบบการผลิตหรือการแปรสภาพการผลิต จะเกี่ยวข้องกับการแบ่งเวลาการผลิตสินค้าแต่ละขั้นตอนว่าจะใช้เวลากี่ชั่วโมง สาหรับการผลิตสินค้า1 จุด หรือจะใช้เวลาเท่าใดในการผลิตสินค้าที่ผ่านสายพานลำเลียง (Conveyor) และในการผลิตนั้นจะต้องคำนึงถึงด้านแรงงานด้วยว่าจะเกิดความเมื่อยล้าในขั้นตอนการผลิตที่กระทาซ้ำ ๆ ทำให้ผลผลิตด้อยคุณภาพหรือไม่

เกียรตินุกูล วารินทร์ (2561) อธิบายว่า โดยทั่วไปของการผลิตสินค้าแต่ละจุดผลิต จะต้องวิเคราะห์ลักษณะงาน (Job Analysis) ว่าการผลิตสินค้า ณ จุดนั้นใช้เวลาเท่าไร เช่น การเชื่อมโลหะประกอบชิ้นงานอย่างหนึ่งใช้เวลา1 , 200วินาที การประกอบหรือการผลิตชิ้นงานบางอย่างอาจจะใช้เวลาน้อยเช่น ถอดล้อรถยนต์ด้วยเครื่องถอดไฟฟ้าใช้เวลา 12 วินาที เท่านั้นหรือการใส่ที่ปัดน้าฝนใช้เวลา180 วินาที เป็นต้น

การจัดสมดุลสายการผลิตเป็นวิธีการมอบหมายงานที่ต้องทำต่อเนื่องกันให้กับทรัพยากรการผลิตเพื่อให้ปริมาณงานของทรัพยากรการผลิตแต่ละหน่วยมีความสมดุลกันมากที่สุด ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการผลิตสูง ต้นทุนการผลิตต่ำ งานระหว่างกระบวนการน้อย เกิดขวัญและกาลังใจในการทำงาน

**หลักการของการจัดสมดุลสายการผลิต**

การจัดสมดุลสายการผลิตเกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตที่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก (Mass production) เช่น สายการประกอบที่งานหรือกิจกรรมในการประกอบต้องมีการจัดแบ่งให้กับพนักงานในแต่ละสถานีงานอย่างเหมาะสม เพื่อให้ปริมาณงานของพนักงานแต่ละคน หรือของแต่ละสถานีงานให้มีความสมดุลกันมากที่สุด การจัดสมดุลสายการผลิตมี 2 ประเภท คือ

1. กำหนดให้จำนวนพนักงานหรือสถานีงาน ให้จัดสมดุลสายการผลิตหรือจัดปริมาณงานให้กับพนักงานหรือสถานีงานให้มีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) น้อยที่สุด ซึ่งหมายถึง การมีอัตราการผลิต (Production Rate) สูงสุด

2. กำหนดรอบเวลาการผลิตให้ แล้วให้หาจำนวนพนักงานหรือสถานีงานอย่างน้อยที่ต้องการ เพื่อที่จะทำงานได้ตามรอบเวลาที่กาหนด เมื่อทราบเวลาของแต่ละงานย่อยความสัมพันธ์ก่อนหลังของงานย่อย และข้อจำกัดด้านความสามารถของเครื่องจักร อุปกรณ์ พื้นที่เก็บเป็นต้นดัชนีวัดประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตจะทำการวัดได้หลายรูปแบบ เช่น ผลรวมของเวลาว่างที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานีงาน รอบเวลาการผลิต ร้อยละประสิทธิภาพการทำงาน จำนวนสถานีงาน อัตราการผลิตต่อวัน และค่าแรงงานทางตรงต่อหน่วย เป็นต้น

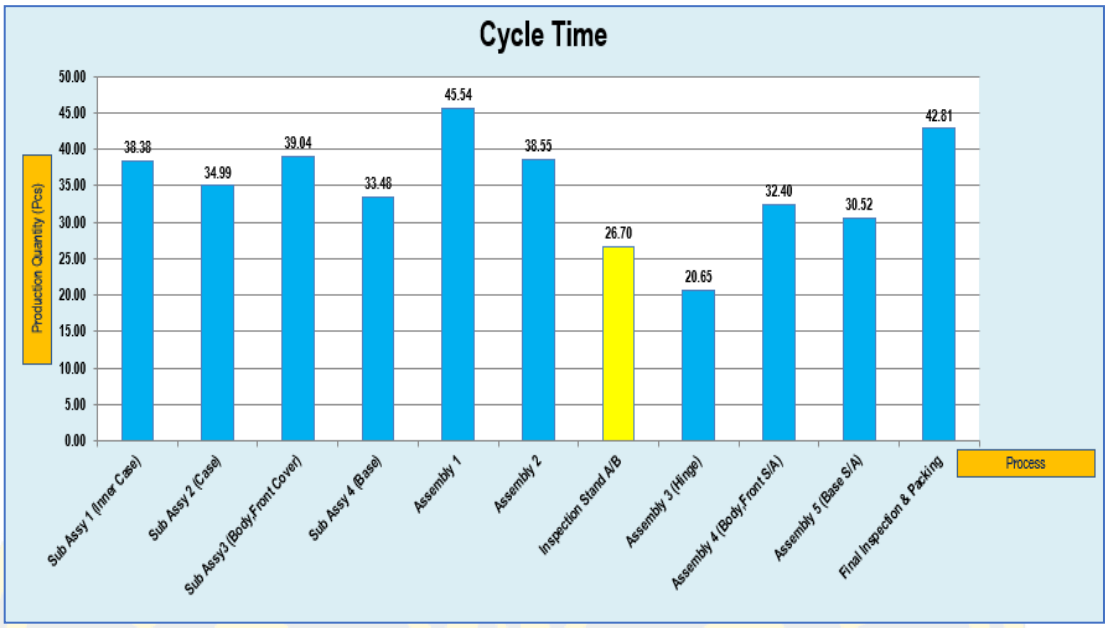
**จังหวะความต้องการของลูกค้า (Takt time)**

จังหวะความต้องการของลูกค้า หรือ Takt time คือ ความเร็วในการผลิต เช่นผลิตสินค้าได้ 1 ชิ้น ในทุก ๆ 30 วินาที หรือการผลิตให้ทันต่อความต้องการของลูกค้า เพื่อกำหนดจังหวะการผลิตสินค้าต่อชิ้นให้เป็นไปตามจังหวะที่ลูกค้าต้องการ นั่นคือ พนักงานทุกคนต้องควบคุมจังหวะการผลิตสิ่งของในหนึ่งสถานีการผลิตให้นานไม่เกินเวลา ในการคำนวณหา Takt time นั้นคำนวณได้จากสมการที่ (2-3)

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{เวลาทำงานสุทธิในหนึ่งวัน}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ต้องการต่อวัน}} \qquad (2\text{-}3)$$

**รอบเวลาการทำงาน (Cycle time)**

รอบเวลา (Cycle Time) ของสายการผลิต หมายถึง เวลาที่จะมีผลผลิตออกมาจากสายการผลิต 1 ชิ้น ตัวอย่างเช่น ในสายการประกกอบฝาถังน้ำมันมอเตอร์ไซค์รุ่น ZR650 มีทั้งหมด 11สถานี และมีรอบเวลา คือ 54.45 วินาที ในสถานี Assembly 1 สูงที่สุดกว่าทุกสถานี นั่นหมายความว่า ทุก ๆ 54.45 วินาที จะมีฝาถังประกอบเสร็จทุกๆ 1 ตัว ดังภาพที่ 6




ภาพที่ 6 ตัวอย่างแสดงรอบเวลาการทำงาน (Cycle time)

**ประสิทธิภาพสายการผลิต (Efficiency)**

การคำนวณประสิทธิภาพสายการผลิตทำได้โดยใช้สมการที่ (2-4)

$$\text{ประสิทธิภาพสายการผลิต} = \frac{\text{ผลรวมรอบการผลิตของทุกสถานี}}{(\text{จำนวนสถานี} \times \text{รอบเวลาที่ได้จริง})} \quad (2\text{-}4)$$

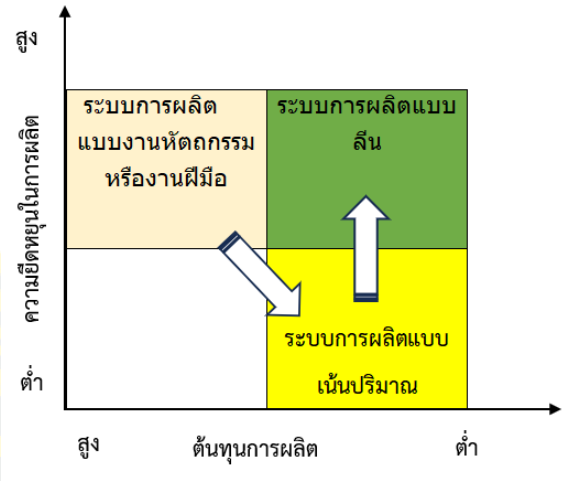
การออกแบบกระบวนการต้องการให้ Cycle Time มีค่าใกล้เคียงแต่ไม่เกิน Takt Time เพื่อให้สามารถผลิตได้ทันด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

## ระบบการผลิตแบบลีน

ความเป็นมาของระบบการผลิตแบบลีน (Historical of Lean Manufacturing) โดยในสมัยก่อนการผลิตรถยนต์มีลักษณะเป็นแบบงานหัตถกรรมหรืองานฝีมือ (Craft /Hand Made Production) โดยจะไม่มีสายการผลิตผู้ผลิตจะใช้การผลิตโดยอาศัยความชำนาญของพนักงานเป็นหลักหรือในรูปแบบการผลิตแบบจำนวนมากทำให้เกิดต้นทุนการผลิตที่สูง อย่างนั้นก็ตามสามารถก็ผลิตสินค้าได้ตามความและความแตกต่างของความต้องการของลูกค้า ต่อมาในช่วงต้นศตวรรษที่ 20เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ผู้ก่อตั้งบริษัท ฟอร์ด มอเตอร์ ที่เป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ใน

กระบวนการคือความสูญเปล่าโดยนำการเอาระบบสายพานลำเลียงมาใช้ในสายการประกอบรถยนต์ (Moving Assembly Line)ของบริษัท และใช้ชิ้นส่วนมาตรฐานที่สามารถเปลี่ยนทดแทนกันได้ (Standardized Interchangeable Parts) ทำให้ใช้เวลาในการผลิตลดลงด้วยวิธีการดังกล่าว ทำให้ชิ้นส่วนและวัตถุดิบได้รับการผลิตและส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไป ในยุคนั้นระบบการผลิตของฟอร์ดประสบความสำเร็จอย่างยิ่ง ในอเมริกาไม่มีใครที่ไม่รู้จักรถยนต์ฟอร์ดโมเดลที (Model T Ford) ซึ่งได้ความนิยมอย่างมาก ทำให้มีผลิตและขายได้จำนวนมากถึงแม้ว่ารถรุ่นนี้จะมีจำหน่ายเพียงสีเดียว คือสีดำ เนื่องจากผู้ผลิตรถยนต์มีจำนวนน้อยราย ทำให้ความต้องการซื้อมีจำนวนมาก ผลิตรถได้เท่าไรก็ขายได้หมด ต่อจากนั้นมา จากความสำเร็จของบริษัท ฟอร์ด คุณ อิจิ โทโยดะ (Eiji Toyoda) และไทอิจิโอโนะ (Taiichi Ohno) ผู้บริหารของบริษัทโตโยต้า ได้เอาแนวคิดของฟอร์ด ไปศึกษาและปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทโตโยต้าที่ญี่ปุ่น แต่พวกเขาพบว่าสภาพของบริษัทยังไม่เหมาะกับการใช้ระบบดังกล่าว เนื่องจากขณะนั้นประเทศญี่ปุ่นอยู่ในสภาพหลังสงคราม ปัจจัยการผลิตต่างๆ และเงินทุนมีจำกัด ทำให้ไม่สามารถลงทุนสร้าง“ ระบบการผลิตที่เน้นปริมาณ” ตามแบบอย่างของฟอร์ดได้ ทั้งสองจึงได้ร่วมกับทีมงานของบริษัทโตโยต้า พัฒนาระบบการผลิตของตนเองขึ้นมาจากประสบการณ์ที่พบ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะการปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองศึกษา และเปลี่ยนแปลงให้เป็นรูปแบบการผลิตแบบดึง โดยการศึกษาและนำระบบซุปเปอร์มาเก็ต ที่ไม่สามารถวางแผนการขายเป็นจำนวนแน่นอนตายตัวได้ในแต่ละวัน เนื่องจากลูกค้ามีความต้องการแตกต่างกันมาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่า“ระบบการผลิตแบบโตโยต้า” (Toyota Production System) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของ ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System: JIT) ซึ่งมีหลักการสำคัญคือ การผลิตเฉพาะสินค้าหรือชิ้นส่วนที่จำเป็น ตามปริมาณที่มีความต้องการ และภายในเวลาที่มีความต้องการ” โดยมุ่งเน้นกำจัดความสูญเสีย

ชิจิโอ ชินโง (Shigeo Shingo) ที่ปรึกษาของบริษัทโตโยต้า กล่าวว่า“ ระบบการผลิตแบบโตโยต้าไม่ใช่ระบบที่มีแนวคิดขัดแย้งกับระบบการผลิตของฟอร์ด แต่เป็นระบบที่ได้รับการพัฒนาต่อเนื่องมาให้สอดประสานกับสภาพตลาดของประเทศญี่ปุ่น โดยมุ่งทำการผลิตจำนวนมาก ด้วยขนาดรุ่นการผลิตที่เล็ก และมีระดับสินค้าคงคลังต่ำ” ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า ผู้ริเริ่มแนวคิดของระบบกาผลิตแบบลีนก็คือ เฮนรี ฟอร์ด แต่ผู้นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้ให้เกิดผลลัพธ์เป็นรูปธรรมก็คือบริษัทโตโยต้า หรืออีกนัยหนึ่งระบบการผลิตแบบโตโยต้าก็คือ การปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของระบบการผลิตแบบลีนนั่นเอง




ภาพที่ 7 วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีนและลักษณะเฉพาะตัว (เกียรติขจร)

โดยสรุปแล้ว วิวัฒนาการของระบบการผลิตแบบลีน แสดงภาพประกอบ 7 เริ่มจากกระบวนการผลิตแบบงานหัตถกรรม มาสู่ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ จนกระทั่งพัฒนาเป็นระบบการผลิตแบบลีน ที่มีความยืดหยุ่นในการผลิตสูง เพื่อรองรับสภาพปัจจุบันซึ่งวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์สั้นลงเรื่อยๆ ในขณะที่ต้องพยายามลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง

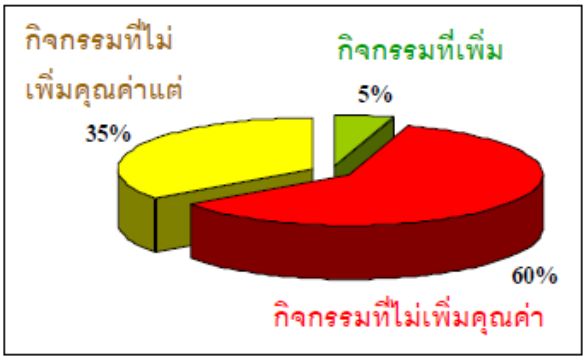
**มุมมองของลีน (Lean Perspective)**

มุมมองของการผลิตแบบลีนก็คือการพิจารณากิจกรรมไปตลอดสายของกระบวนการผลิตโดยมีการจำแนกกิจกรรมออกเป็น 3 ลักษณะ

1. กิจกรรมที่ทำให้เกิดคุณค่า (Value Added Activity: VA) ในมุมมองของลูกค้าขั้นสุดท้ายคือกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า ให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือการบริการ คิดเป็น%5 ของกิจกรรมทั้งหมด

2. กิจกรรมที่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Non-Value-Added Activity: NVA) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ หรือบริการ กิจกรรมที่ไม่มีความจำเป็นต่อกระบวนการ คิดเป็น %60 ของกิจกรรมทั้งหมด

3. กิจกรรมที่มีความจำเป็นแต่ไม่ทำให้เกิดคุณค่า (Necessary Non-Value Added) คือกิจกรรมที่ไม่ได้เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ หรือบริการ แต่มาสามารถหลีกเลี่ยงได้ คิดเป็น %35 ของกิจกรรมทั้งหมด ดังในภาพแสดงสัดส่วนของกิจกรรมและรูปแบบการพัฒนากระบวนการ




ภาพที่ 8 สัดส่วนของกิจกรรมที่เพิ่มและไม่เพิ่มคุณค่า **(เกียรติขจร, 2550)**

แนวคิดแบบลีนได้จำแนกสิ่งไร้ค่า หรือ Waste ซึ่งในภาษาญี่ปุ่นคือ Muda ออกเป็น8 ประเภทคือ

1. การผลิตที่มากเกินความจำเป็น (Overproduction) การผลิตที่มากขึ้น หรือเป็นการผลิตที่มากกว่าความต้องการ หรือเร็วกว่าที่กระบวนการหรือสถานีงานถัดไปต้องการ ทำให้ผู้ผลิตต้องแบกรับต้นทุนที่เกิดขึ้น

2. ขั้นตอนหรือกระบวนการมากเกินไป (Overprocessing) การที่มีขั้นตอนหรือกระบวนการมากเกินไปรวมไปถึงในส่วนที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการเกิดจากการออกแบบขั้นตอนหรือกระบวนการในการผลิตที่ไม่เหมาะสม ขั้นตอนหรือกระบวนการที่มากเกินอาจทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นด้วย รวมทั้งทำให้พนักงานเกิดความเมื่อยล้ามากขึ้นด้วย

3. การขนย้าย (Conveyance) หรือความสูญเสียที่เกิดจากการขนส่ง (Transportation Waste) การเคลื่อนย้ายของชิ้นงานจากจุดนึ่งไปอีกจุดหนึ่งด้วยความจำเป็นหรือด้วยความไม่จำเป็นอาจจะมีการเคลื่อนย้ายที่ซ้ำซ้อน วกวน และมากเกินความจำเป็น ซึ่งการขนย้าย รวมไปถึงอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่มีการขนส่งหรือขนย้ายภายในบริษัทด้วย

4. สินค้าคงคลัง (Inventory) การมีวัตถุดิบ (Raw Materials) ชิ้นงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) หรือสินค้าสำเร็จรูป (Finished Good inventory, FGI) มากเกินความต้องการ ทำให้งานที่อยู่ในแต่ละสถานี ต้องแบกรับไว้ ยิ่งมีมาก ต้นทุนก็จะยิ่งสูง ดังนั้นการที่มีสินค้าคงคลัง ยิ่งน้อย ก็ยิ่งดี

5. การเคลื่อนไหว (Motion) ที่ไม่จำเป็น ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวของคน เครื่องมือและอุปกรณ์การทำงานและเครื่องจักรซึ่งไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มต่อสินค้าหรือผลิตภัณฑ์หรือการเคลื่อนไหวของร่างกายที่มากเกินความจำเป็น เช่น การเอื้อม มีสาเหตุจากการจัดลำดับงานหรือผังโรงงานที่ไม่เหมาะสมงาน ควรกำจัดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นออกไป

6. การรอคอย (Waiting) เวลาในการรองานทั้งส่วนในการรอกำลังคน วัตถุดิบ เครื่องจักร การประเมินตรวจสอบหรือการตรวจวัดหรือ แม้แต่ข้อมูลสารสนเทศต่างๆ รวมถึงการรองานซึ่งทำให้สูญเสียเวลาและประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

7. การเกิดของเสียและการแก้ไขชิ้นงานเสีย (Defect & Rework) การแก้ไขชิ้นงานเสียหรือการซ่อมเครื่องจักรเป็นกิจกรรมที่ไม่สร้างคุณค่าให้กับลูกค้า ของเสียถือเป็นความสูญเปล่า ทำให้ต้องทำงานเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชยของที่เสีย เป็นผลให้ต้นทุนสูงขึ้น ผลที่ตามมาก็คือ ลูกค้าไม่ไว้ใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลเสียต่อธุรกิจ

8. ศักยภาพหรือความคิดสร้างสรรค์ของพนักงานไม่ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ (Underutilized People) คือการที่บริษัทไม่สามารถใช้ทักษะหรือความคิดสร้างสรรค์ของพนักงานมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ตามความสมามารถจริง เช่น แนวความคิดแบบเก่าๆ กระบวนการคัดเลือกว่าจ้างพนักงานที่ไม่ดี การละเลยความสำคัญของการฝึกอบรมพัฒนาพนักงาน

**แนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน (Lean Thinking)**

การผลิตแบบลีน คือ วิธีการที่มีระบบแบบแผนในการระบุและกำจัดความสูญเสีย หรือสิ่งที่ไม่เพิ่มคุณค่าภายในกระแสคุณค่าของกระบวนการ โดยอาศัยการดำเนินตามจังหวะความต้องการของลูกค้าด้วยระบบดึง ทำให้เกิดสภาพการไหลอย่างต่อเนื่อง ราบเรียบ และทำการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณค่าให้แก่ระบบอยู่เสมอ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนหลักได้ 5 ขั้นตอน ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 แผนภาพแนวคิดของระบบการผลิตแบบลีน (เกียรติขจร, 2550)

1. การนิยามหรือคุณค่า (Value Definition)

การจัดการกับความสูญเปล่านั้น ต้องใช้เวลาและความพยายามอย่างยิ่งในการกำจัดความสูญเปล่าออกจากกระบวนการ ดังนั้นถือได้ว่ากระบวนการสร้างคุณค่าจึงมีความสำคัญดังนั้น ประเภทของความสูญเสีย Muda คือกระบวนการผลิตที่ลูกค้าไม่ต้องการ บริษัทที่ทำการผลิตแบบลีนจะดำเนินการเพื่อกำหนดคุณค่าของผลิตภัณฑ์และความสามารถของผลิตภัณฑ์ในการเสนอราคาให้กับลูกค้า บริษัทที่ทำการผลิตแบบลีนจะทำความเข้าใจและถามลูกค้าว่าต้องการอะไร แล้วบริษัทที่ทำการผลิตแบบลีนจะปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การบริหารองค์กรและพนักงาน เพื่อให้บรรลุตามแผนการผลิตนั้นหลักการนี้จะมุ่งเน้นการกำหนดคุณค่าของผลิตภัณฑ์ หรือบริการจากมุมมองของลูกค้าบนรากฐานความต้องการลูกค้าในเรื่องฟังก์ชันของผลิตภัณฑ์ คุณภาพและการขนส่ง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กันที่ให้เกิดต้นทุนและการกำหนดราคาขาย

2. การวิเคราะห์การไหลของคุณค่า (Value Stream Analysis)

แสดงให้เห็นถึงการไหลของวัสดุ (Material Flow) และการไหลของข้อมูลข่าวสารเป็นขั้นตอนแสดงคุณค่าของกระบวนการผลิตพื้นฐานสำหรับการวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่าซึ่งการวิเคราะห์ เริ่มต้นด้วยแผนภาพของกระบวนการที่กำหนดขั้นตอนผลิตผลิตภัณฑ์ ในแต่ละขั้นตอนจะมีคำถามว่า"จะสร้างคุณค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ได้ตามความคิดของลูกค้าหรือกระบวนการถัดไปได้อย่างไร "ซึ่งความต้องการนี้จะเป็นขั้นตอนที่มีผลต่อการเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปจะเกี่ยวกับการเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ ต่อจากนั้นเราจะค้นหาและกำจัดสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มในกระบวนการผลิตจะเป็นส่วนหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนการเพิ่มคุณค่า เราสามารถสร้าง Value Stream Mapping (VSM) โดยกำหนดให้ Value Stream คือกิจกรรมหรืองานทั้งหมด (สิ่งก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มและไม่มีคุณค่า) ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ ดังนั้น VSM ก็คือการเขียนแผนภาพแสดงการไหลของวัตถุดิบและข้อมูลสารสนเทศในการผลิตของกระบวนการต่างๆ มีรายละเอียดต่างๆ ดังแสดงในรูปสำหรับการผลิตแต่ละผลิตภัณฑ์จะมุ่งเน้นไปที่ ขั้นตอนทั้งหมดโดยพิจารณาให้เป็น Muda แล้วอธิบายถึงการไหลของคุณค่า แยกเป็น 3 ประเด็นได้แก่ การแก้ปัญหา การจัดการสารสนเทศ และการแปรสภาพ เมื่อคุณเข้าใจว่าอะไรคือการไหลที่ ก่อให้เกิดคุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์ จะพบกับกิจกรรม 3 ประเภท ดังนี้การสร้างคุณค่าเพิ่มในกระบวนการไหล เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสม ในเรื่อง หน้าที่การทำงานของวัตถุดิบสู่กระบวนการที่ได้ผลิตภัณฑ์ออกมาการสร้างที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่มีความจำเป็น ตั้งแต่ขั้นตอนในกระบวนการผลิตรวมถึงการตรวจสอบ การรอคอย และการขนส่งและการสร้างที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าและควรกำจัดออกทันที ถ้ากิจกรรมนั้นปรากฏชัดว่าไม่เกิดคุณค่าและประโยชน์แก่กระบวนการควรยกเลิกออกไป

3. การไหล (Flow)

การไหลของผลิตภัณฑ์โดยไม่ติดขัด จะกระทำโดยการกำจัดอุปสรรคหรือลดขั้นตอนการไหลของงานระยะทางระหว่างแผนกที่เกี่ยวข้องกับการทำงานมีผลทำให้แผนผังการทำงานของพนักงานและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเปลี่ยนแปลงไปด้วยหลักในการใช้เครื่องมือในโครงสร้างและดำเนินการผลิต ได้แก่การไหลแบบต่อเนื่องผลิตภัณฑ์ควรไหลผ่านกระบวนการเพิ่มคุณค่าอย่างต่อเนื่อง ปราศจากการรอคอย ลดการย้อนกลับของงานและการแก้ไขชิ้นงาน และระดับการผลิตควรทำการผลิตผลิตภัณฑ์หลายอย่างรวมกัน ตามปริมาณความต้องการในแต่ละช่วงเวลาการไหลแบบต่อเนื่อง ทำให้การผลิตมีช่วงเวลานำน้อย ทำให้สามารถวางแผนการผลิตแบบ Make to Order แทนการผลิตแบบ Make to Stock และการควบคุมระดับการผลิตโดยทำให้ปริมาณการผลิตกับปริมาณความต้องการของลูกค้าใกล้เคียงกัน จะเป็นการป้องกันความสูญเปล่าในการผลิต นอกจากนี้การไหลแบบต่อเนื่องที่จะไม่เกิดการรอคอย วัสดุคงคลังสินค้าเป็นศูนย์ ช่วยลดต้นทุน เพิ่มคุณภาพให้ดีขึ้น และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดีกว่า

4. การดึง (Pull)

ในแนวคิดการผลิตแบบลีนสินค้าคงคลังหรือวัสดุคงคลังจะถูกคิดเป็นเรื่องการสูญเปล่า ฉะนั้นการผลิตสินค้าใดๆ ก็ตามที่ขายไม่ได้ถือว่าเป็นความสูญเปล่า สิ่งสำคัญต้องทราบความต้องการของลูกค้าที่แท้จริง แล้วใช้การดึงผลิตภัณฑ์เข้าสู่ระบบ โดยใช้หลักการก็คือ ผลิตเฉพาะสิ่งที่ลูกค้าต้องการ ในปริมาณที่พอดีกับความต้องการและในเวลาที่ลูกค้าต้องการเท่านั้น ซึ่งจะทำให้การใช้ทรัพยากรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและไม่สูญเปล่า

5. ความสมบูรณ์แบบ (Perfection)

การที่จะประสบความสำเร็จได้นั้น ควรมาจากการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ใน 4 หลักการข้างต้น สิ่งที่ต้องปรับปรุง คือ เรื่องของการลดเวลา ลดพื้นที่ ลดต้นทุนและลดความผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการจัดการผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป องค์ประกอบ 3 ประการที่การผลิตแบบลีนมุ่งเน้น ได้แก่ การบรรลุถึงการออกแบบผลิตภัณฑ์และกิจกรรมในกระบวนการผลิต ที่ เป็นกระบวนการเพิ่มคุณค่าในสายตาลูกค้า, การวางโครงสร้างระบบการไหลอย่างต่อเนื่อง, ระบบคงคลังเป็นศูนย์, การผลิตทันเวลาพอดีและของเสียเป็นศูนย์ และความสมบูรณ์แบบในการเพิ่มคุณค่ามากที่สุดโดยการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

**เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการผลิตแบบลีน (Lean Tools)**

ที่ใช้ในการผลิตแบบลีน (Lean Tools) ซึ่ง Greene. B.M ((2002 ได้พัฒนา Toolkit ของการผลิตแบบลีน รวบรวมเครื่องมือไว้ทั้งหมด 27 ชนิด และจำแนกเครื่องมือออกเป็น 4 ประเภท ตามหลักการผลิตแบบลีน ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือปรับปรุงอัตราการไหล (Flow) ได้แก่ Pull Production Scheduling หรือ Kanban, One piece Flow, Production to Takt Time, 5s, Standard work, method sheet, Visual control, Total preventive maintenance, Reliability maintenance, Preventive maintenance, Predictive maintenance

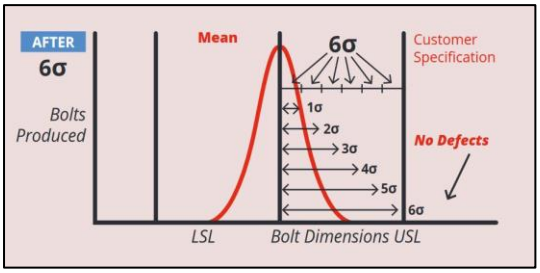
2. เครื่องมือที่ช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นในกระบวนการ (Flexibility) ได้แก่ Set up reduction, Mixed model production, Smoothed production, Cross Trained workforce

3. เครื่องมือที่ลดเวลาในการทำงาน (Throughput rate) ได้แก่ Flow cell, Point of used storage, Autonomation, Mistake Proofing (Poka-yoke), Self-check Inspection, Successive check Inspection, Line stop

4. เครื่องมือที่ใช้พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ได้แก่ Kaizen, Design of Experiment, Root cause Analysis, Statistical process control, Team Based Problem Solving

## ประวัติความเป็นมาของ Six Sigma

วิธี Six Sigma เริ่มขึ้นเมื่อ บริษัทโมโตโรล่า มีการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพ สินค้าภายใต้การนำของ นายมิเกล เจ แฮร์รี่ ในปี 1987 บริษัทโมโตโรล่า ใช้วิธีปรับปรุงคุณภาพ โดยลดความแปรปรวนและลดของเสียของสินค้าคำว่า Six Sigma หรือ ตัวอักษรกรีก เป็นเครื่องหมายที่ใช้แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อใช้วัดความแปรปรวน (การกระจายของข้อมูล)ที่เบี่ยงเบนไปจาก ค่าเฉลี่ยมาตรฐาน การจัดการคุณภาพมีเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายและความสูญเสีย และปรับปรุงคุณภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและเพื่อต้นทุนในการแข่งขันทางด้านสินค้า หรือเพื่อเพิ่มผลผลิต โดยมีการปรับปรุงอยู่ตลอดเวลา กระบวนการ ซิกซ์ซิกม่ามุ่งเน้นให้เกิดความผิดพลาดและมีความสูญเสียน้อยที่สุด อธิบายได้ดังภาพที่ 10 และนิยมประเมินจำนวนของเสียในกระบวนการต่อจำนวนการผลิต 1,000, 000 ชิ้น หรือครั้ง (Part Per Million, PPM หรือ Defect Per Million Opportunity, DPMO) ดังภาพที่ 10




ภาพที่ 10 เส้นโค้งกระจายตัวตามปกติ ที่มา:(จิรภา ลิ่มศิลา, 2549)

เมื่อกำหนดสัญลักษณ์ A - E ดังนี้

A = +/- ระดับของซิกม่าที่ขอบเขตต่างๆ

B = เปอร์เซ็นต์ภายใต้ในข้อกำหนดเมื่อเทียบกับการกระจายตัวแบบปกติ

C = ของเสีย (PPM) จากการกระจายแบบปกติ

D = เปอร์เซ็นต์ภายใต้ในข้อกำหนดเมื่อมีการเลื่อนแนวแกนออกไป 1.5 ซิกม่า จากการกระจายแบบปกติ

E = ของเสีย (PPM) จากการกระจายแบบปกติ เมื่อมีการเลื่อนแนวแกนออกไป 1.5ซิกม่า จากการกระจายแบบปกติ จะประเมินระดับคุณภาพเทียบเท่าระดับซิกม่า และ PPM ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราของเสีย (PPM) ที่ระดับคุณภาพซิกม่าต่าง ๆ

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| 1.0 | 68.2689480 | 317310.520 | 30.232785 | 697672.15 |
| 2.0 | 95.4499876 | 45500.124 | 69.122979 | 308770.21 |
| 3.0 | 99.7300066 | 2699.934 | 93.318937 | 66810.63 |
| 3.9 | 99.9903769 | 96.321 | 99.180244 | 8197.56 |
| 4.0 | 99.9936628 | 63.372 | 99.379030 | 6209.70 |
| 5.0 | 99.9999426 | 0.570 | 99.976733 | 232.67 |
| 6.0 | 99.9999998 | 0.002 | 99.999660 | 3.40 |

การควบคุมคุณภาพในระดับ Six Sigma คือ มาตรการในการวัดคุณภาพในการดำเนินงานโดยแนวคิดที่ว่าการควบคุมคุณภาพที่ระดับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานยิ่งสูงเท่าไร ยิ่งสามารถลดค่าความแปรปรวนในกระบวนการผลิตยิ่งให้มีค่าน้อย ซึ่งส่งผลให้การดำเนินงานยิ่งมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**กระบวนการของหลักของซิกซ์ ซิกม่า**

ในปัจจุบัน องค์กรธุรกิจและอุตสาหกรรมได้ประสบผลสำเร็จในการนำเอาวิธี Six sigma มาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของการบริการและผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ก็เพราะว่าวิธี Six sigmaเป็นวิธีที่มีรากฐานมาจากวิทยาศาสตร์และสถิติซึ่งสามารถพิสูจน์ได้ พร้อมทั้งมีหลักการและมีวิธีทำที่แน่นอน ดังนั้น Six sigma จึงเป็นวิธีที่ไม่ได้วัดจากความรู้สึก ดังนั้นจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับองค์กรที่ให้ความสำคัญ และจะขออธิบายเฉพาะในส่วนของ DMAIC ซึ่งเป็นเรื่องของการ

ปรับปรุงกระบวนการทางธุรกิจที่มีอยู่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดปัญหา (Define)

การกำหนดปัญหาและเป้าหมายอย่างชัดเจนที่จะทำการศึกษาโดยมีการระบุและคัดเลือกหัวข้อเพื่อการดำเนินการ ว่าอะไร ส่วนไหน ที่จำเป็นต้องปรับปรุงและจะปรับปรุงอย่างไร รวมถึงหาจุดบกพร่องของกระบวนการทำงาน

2. การวัด (Measure)

การวัด เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้เข้าใจสภาพของกระบวนการทำงานในปัจจุบัน ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความเสียหาย และสาเหตุที่เป็นไปได้ โดยจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดวางตามช่วงระยะเวลา เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลักที่แท้จริง และจัดชั้นความถี่ตามหลักการสถิติ (Pareto Analysis) เพื่อจะเป็นประ โยชน์ต่อการ วิเคราะห์ หลังจากที่ได้กำหนดประเด็นปัญหาไว้อย่างชัดเจน

3. การวิเคราะห์ (Analyze)

เป็นการเอาข้อมูลทางตัวเลขและสาเหตุของปัญหา ที่ได้จากการวัด มาวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุในการที่ทำให้เกิดความคาดเคลื่อน และการเปลี่ยนแปลงแบบการควบคุมคุณภาพในระดับ Six Sigma คือ มาตรการในการวัดคุณภาพในการดำเนินงานโดยแนวคิดที่ว่าการควบคุมคุณภาพที่ระดับค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานยิ่งสูงเท่าไร ยิ่งสามารถลดค่าความแปรปรวนในกระบวนการผลิตยิ่งให้มีค่าน้อย ซึ่งส่งผลให้การดำเนินงานยิ่งมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. การปรับปรุง (Improve): เพื่อพัฒนาหรือการปรับปรุงสมรรถนะและประสิทธิภาพของกระบวนการ โดยการแก้ไขปัญหาและปรับปรุงกระบวนการทำงานนี้ จะมีการกำหนดแผนการปรับปรุงและการแก้ไขที่มีเป้าหมายชัดเจนเพื่อจะนำไปพัฒนาวิธี ที่จะนำมาขจัดและลดปัญหา

5. การควบคุม (Control): เป็นการพยายามที่จะควบคุมรักษาของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้ว โดยมีการติดตามกระบวนการเหล่านั้นอย่างต่อเนื่อง รวมถึงการสร้างระบบควบคุมป้องกันความผิดพลาด

**ทีมงานของซิกซ์ ซิกม่า**

1. ผู้บริหารระดับสูงหรือแชมเปี้ยน เป็นผู้บริหารระดับอาวุโสที่สนับสนุนส่งเสริมให้ความสำคัญต่อการนำระบบซิกซ์ ซิกม่าเข้ามาใช้เพื่อสร้างคุณค่าทางธุรกิจ โดยที่เป็นผู้ที่เข้าใจอย่างแจ่มชัดในปรัชญาและเครื่องมือของซิกซ์ ซิกม่า ทำการเลือกโครงการ กำหนดทิศทางเชิงกลยุทธ์ กำหนดวัตถุประสงค์ที่สามารถวัดได้ จัดสรรทรัพยากร จัดสร้างคณะทำงาน การเฝ้าติดตามการ

ปฏิบัติการ รับผิดชอบต่อผลและความสำเร็จของโครงการ เป็นบุคลาการหลักในการตัดสินใจ ขจัดอุปสรรคที่มีต่อการดำเนินงาน และจัดทำรายงานงานเสนอต่อผู้บริหารสูงสุดขององค์การ

2. ผู้เชี่ยวชาญ หรือมาสเตอร์แบล็กเบลท์ เป็นผู้เชี่ยวชาญซิกซ์ ซิกม่าที่ทำงานเต็มเวลา รับผิดชอบเกี่ยวกับยุทธศาสตร์ซิกซ์ ซิกม่า การฝึกอบรม การเฝ้าติดตาม จัดระบบความเหมาะสมและผลลัพธ์ บุคคลผู้นี้เป็นผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเข้มเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือซิกซ์ ซิกม่า เทคนิควิธี และการสร้างความชำนาญการเชิงเทคนิคที่ก้าวหน้า โดยจะทำงานในลักษณะไขว้ข้ามองค์การเพื่อพัฒนาและฝึกอบรมคณะทำงานที่สามารถนำไปสู่ความเปลี่ยนแปลง แต่เขาก็มิได้เป็นสมาชิกของคณะทำงานโครงการซิกซ์ ซิกม่า หน้าที่หลักคือการเป็นผู้ฝึกอบรมคณะทำงานและช่วยแก้ปัญหา

3. ผู้จัดการโครงการหรือแบล็กเบลท์ เป็นผู้ที่ได้รับการฝึกความชำนาญการซิกซ์ ซิกม่าไม่น้อยกว่า 160 ชั่วโมง เป็นผู้ทำงานเต็มเวลา มีความรู้ระดับสูงเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคนิควิธีDMAIC สามารถที่จะรับหน้าที่เป็นหัวหน้า (leader) คณะทำงาน หรือทำงานโดยเอกเทศได้ รับผิดชอบวิเคราะห์เชิงเทคนิคตามที่โครงการซิกซ์ ซิกม่าต้องการ แปลประเด็นเชิงเทคนิคสู่ภาษาที่ผู้บริหารระดับสูงสามารถเข้าใจได้ อาจทำหน้าที่ในการคัดเลือกบุคลการเข้าเป็นสมาชิกของคณะทำงาน ทำการฝึกอบรม และนำคณะทำงานปฏิบัติภารกิจตามตารางทำงาน หลังจากเสร็จสิ้นโครงการ ก็จะต้องร่วมกับผู้จัดการฝ่ายปฏิบัติการและเจ้าของกระบวนการในการเฝ้าติดตามผลที่ได้รับทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา (mentor) และพัฒนาผู้ช่วยผู้จัดการโครงการหรือกรีนเบลท์ (Green Belts) ดังนั้น ผู้จัดการโครงการจึงต้องมีความเป็นผู้นำที่ดีและมีทักษะสูงในการสื่อสาร นอกเหนือจากทักษะทางด้านเทคนิคและความรู้ในกระบวนการ มีพลังแรงจูงใจสูง กระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ใหม่และเป็นที่ยอมรับในหมู่เพื่อนร่วมงาน ทั้งนี้ องค์การมักจะมีเป้าหมายให้เป็นผู้นำทางธุรกิจในอนาคต

4. ผู้ช่วยผู้จัดการโครงการหรือกรีนเบลท์ สมาชิกผู้ปฏิบัติงานที่ได้ผ่านการฝึกอบรมการใช้เครื่องมือและเทคนิควิธีในการปฏิบัติงานโครงการซิกซ์ ซิกม่า ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยผู้จัดการโครงการโดยปฏิบัติหน้าที่ในลักษณะที่ไม่เต็มเวลา วิเคราะห์ข้อมูลและแสดงความเห็นในการปรับปรุงกระบวนการ ทั้งนี้ ผู้ที่ประสบผลสำเร็จและมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติหน้าที่มักจะได้รับการส่งเสริมให้เป็นผู้จัดการโครงการในลำดับต่อมา

5. สมาชิกของคณะทำงาน เป็นบุคลากรที่มาจากหลากหลายเขตพื้นที่ การปฏิบัติงานขององค์การ มีความรู้และความสามารถในส่วนรายละเอียดจำเพาะของโครงการได้รับเลือกให้มาทำหน้าที่ในคณะทำงานสนับสนุนการปฏิบัติงานของโครงการโดยเฉพาะ เก็บรวบรวมข้อมูล

ปฏิบัติการทดลองตามที่ได้รับมอบหมายจากผู้จัดการโครงการหรือผู้ช่วยผู้จัดการโครงการตามแต่กรณี

**เครื่องมือและเทคนิคต่าง ๆ ของซิกซ์ ซิกม่า** ดังตารางที่ 3

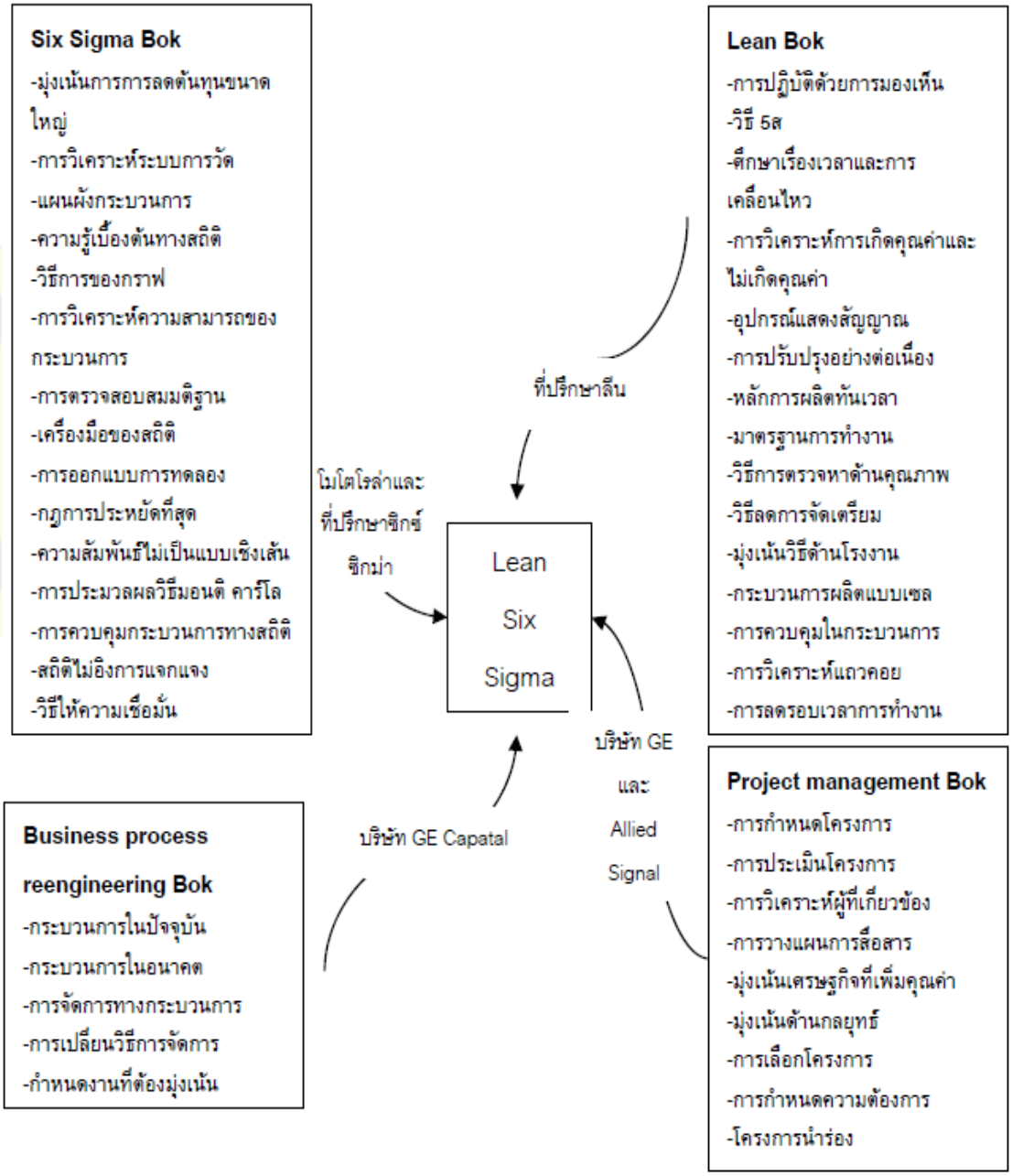
ตารางที่ 3 Six Sigma Green Belt improvement model

| ขั้นตอน | เครื่องมือและเทคนิค | |
|---|---|---|
| กำหนดปัญหา (Define) | - Affinity Diagram/Interrelation<br>- SIPOC Process Map | - Quality Function Deployment<br>- Project Charter |
| การวัด (Measure) | - Data Collection Plan<br>- Pareto Chart | - Check/Data Sheet<br>- Gage R&R |
| การวิเคราะห์ (Analysis) | - Process Control Plan<br>- Case and Effect Diagram | - Scatter Diagram |
| การปรับปรุง (Improve) | - Deployment Flow chart<br>- Tree Diagram | - FMEA |
| การควบคุม (Control) | - Process Control Plan<br>- Control/Pre-control Chart<br>- Poka-yoke | - Pareto Chart (ongoing)<br>- Process Capability (ongoing) |

ที่มา:. **(Taghizadegan Salman, 2010)**

## การรวมแนวคิดลีนและซิกซ์ ซิกม่า

การบูรณาการแนวคิดของลีนและซิกซ์ ซิกม่าเพื่อการแก้ปัญหาทั้งด้านการไหลและความผันแปร ถูกนำมาใช้ในรูปของ bodies of knowledge หรือ Bok ดังภาพที่ 11




ภาพที่ 11 bodies of knowledge เรียกว่า Boks ของ Lean Six Sigma

ซึ่งในปัจจุบันจะแบ่งวิธีออกได้ดังนี้คือ

1. Traditional Six Sigma ( TSS ) โดยจะเริ่มจากบริษัทโมโตโรล่า ซึ่งในช่วงปี 1999 จะเป็นที่รู้จักและถูกนำเอาไปใช้ในองค์กรขนาดใหญ่ โดยมีการนำมาพัฒนาหรือปรับปรุงสำหรับกระบวนหรือผลิตภัณฑ์ที่มีผลิตอยู่แล้วในองค์กร

2. Lean Six sigma plus ( LSS+ ) จะไม่เน้นในเชิงจำนวนมากนัก โดยแบบ TSS จะมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงกรณีใหญ่ๆ และ LSS+ จะมีความยืดหยุ่นในการแก้ไขของปัญหา ซึ่งในวิธีการของ LSS+ จะมี Champion & MBBs ทำการหาตัวอย่างและวิธีการที่ดีในการแก้ไขของปัญหาตามหลัก DMAIC ซึ่งหลังจากจากการวิเคราะห์ทาง Champion & BB แล้ว จะมีการตัดสินใจเลือกใช้เครื่องมือลีน ที่มีประสิทธิภาพต่อคำตอบ ซึ่งจากการเลือกใช้เครื่องมือของลีน จะทำให้สามารถลดในส่วนของเวลา และสามารถทำให้เกิดความยืดหยุ่น

3. Lean Six Sigma light ( LSSL ) จะใช้หลักการของ DMAIC ซึ่งจะให้ได้ผลจะต้องมีการจัดทำมาตราฐานการไหลของผลิตภัณฑ์หลายๆ กระบวนการ ซึ่งผลที่ได้จะมีการนำข้อมูลมาระดมสมองกัน โดยจะปราศจากการวิเคราะห์เชิงตัวเลข โดยวิธีการของLSSL จะไม่เหมาะสมกับปัญหาใหญ่ๆ แต่จะมีความเหมาะสมกับปัญหาเล็กๆหรือ Kaizen โดยจะใช้ระยะเวลาไม่นานและจะมีอุปสรรคคือ เมื่อเจอปัญหาจะไม่สามารถระบุได้ว่าจะใช้ลีนหรือซิกซ์ ซิกม่า

4. Traditional Lean ( TL ) จะให้ได้ผลดี จะต้องเป็นกระบวนการที่มีระบบและขั้นตอน รวมถึงการไหลของวัตถุดิบ จะมีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสาเหตุ ซึ่งควรมีการร่วมกันในการช่วยกันทำงาน โดยจะมีการกระจายข้อมูลในการทำงานด้วย

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**ผลงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Lean**

อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์ (2550) การวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานโดยใช้เทคนิคแบบลีน: กรณีของการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ไทย สืบเนื่องจากแนวคิดระบบแบบลีนเป็นระบบการผลิตที่มุ่งเน้นกำจัดกิจกรรมที่ไม่เกิดมูลค่าต่างๆ ออกจากกระบวนการและเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด การวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางด้านการลดต้นทุนว่าซึ่งจากการประยุกต์ใช้ในกระบวนการจะแบ่งเป็นสองแบบคือระบบแบบลีน กับการผลิตคราวละมากๆ และเป็นการปรับปรุงการผลิตให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในกระบวนการจากการศึกษาถึงผลกระทบกับความสำเร็จในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตตั้งแต่กระบวนการรับคำสั่งซื้อสินค้าจนถึงส่งสินค้าสำเร็จรูป ให้แก่ลูกค้าโดยกำจัดความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็นต่างๆ ในกระบวนการ และสรุปผลสัมฤทธิ์ที่เกิดขึ้นว่า ระบบการผลิตลีน อยู่ในระดับที่ดีกว่าระบบการผลิต

คราวละมากๆ อันได้แก่ มูลค่าวัตถุดิบคงคลังที่อยู่ในกระบวนการ มูลค่าสินค้าสำเร็จรูปในกระบวนการ จำนวนพนักงานที่ใช้ในการขนส่งวัตถุดิบและสินค้าสำเร็จรูป ระดับสินค้าสำเร็จรูปในคลังสินค้า จำนวนเที่ยวเปล่าที่เกิดขึ้นระหว่างผลิต ดังนั้นควรเอาระบบแบบลีนมาประยุกต์ใช้ภายในองค์กรเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์สูงสุดต่อองค์กรอีกด้วย

ทิพวรรณ แก้วสังข์ (2552) การวิเคราะห์ย้อนกลับโครงการประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษา บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้หลักการแบบลีนนำมาเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาเปรียบเทียบกับปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการประยุกต์ใช้สำหรับหน่วยธุรกิจที่ประสบความสำเร็จในการประยุกต์ใช้แล้วในบริษัท โดยอาศัยการวิเคราะห์ย้อนกลับ เพื่อประเมินประสบการณ์และการเรียนรู้จากโครงการที่ผ่านมาในอดีตเพื่อนำไปประยุกต์ใช้และพัฒนาโครงการในอนาคต อาจจะทำให้บริษัทประสบความสำเร็จในเวลารวดเร็ว

ลลิดา ยิ่งสูง (2551) การวิจัยเรื่องผลศึกษาการประยุกต์ใช้ ระบบผลิตแบบลีน ร่วมกับการบริหารโซ่อุปทาน: กรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างของอุตสาหกรรมการผลิต ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการประยุกต์ใช้กิจกรรมการผลิตแบบลีน ร่วมกับกิจกรรมการบริหารโซ่อุปทาน โดยพิจารณาถึง ผลที่ได้รับต่อศักยภาพทางการผลิตขององค์กรการผลิตต่างๆ โดยครอบคลุม 12 กิจกรรมหลักแบบลีน กับกิจกรรมของการบริหารโซ่อุปทานด้วย 9 กิจกรรม ผ่านจากแบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะพบว่ากิจกรรมหลักแบบลีนและกิจกรรมของการบริหารโซ่อุปทานเข้าด้วยกันมีผลดีต่อการพัฒนาขององค์กร ด้านความสามารถในการจัดส่งตรงเวลา ร่วมถึงในด้านต้นทุนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ

**ผลงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Six Sigma**

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์ (2550) วิจัยเรื่องการปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยเทคนิค Six Sigma เป็นการใช้เทคนิค Six Sigma ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตและลดของเสียที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยขั้นตอนของ Six Sigma มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น (Define) การวัดเพื่อหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา (Measure) การวิเคราะห์ผลของสาเหตุต่อปัญหา (Analyze) การปรับปรุงแก้ไขกระบวนการ (Improve) และการควบคุมกระบวนการผลิต (Control) เพื่อศึกษาถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการทอผ้า ซึ่งพบว่าปัญหาคือผ้าเสียจากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาทำโดยแผนภาพแสดงเหตุและผล แล้วทำการวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ เหล่านั้นว่ามีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญพบว่าสาเหตุคือเข็มหักขณะท่อผ้า เมื่อสามารถระบุถึงสาเหตุของปัญหาขั้นตอนต่อไป คือ การปรับปรุงเพื่อลดสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นโดยอาศัยหลักการทางสถิติวิศวกรรมเพื่อการยืนยันผลการทดลองจากการใช้เทคนิค Six Sigma

พบว่าสัดส่วนผ้าเป็นเข็มเสียในกลุ่มเครื่อง SKP ลดลง โดยก่อนปรับปรุงพบว่าสมรรถนะของกระบวนการมีค่าติดลบ ซึ่งเมื่อปรับปรุงเครื่องจักรในกลุ่ม SKP จำนวน 3 เครื่อง เบอร์เครื่อง459 , 462และ 573 พบว่าSigma Level เพิ่มขึ้นเป็น 1.83 และเมื่อปรับปรุงเพิ่มอีก 8 เครื่องคือเครื่องเบอร์ 461, 463 , 464,465, 466, 467, 468 และ 587 พบว่า Sigma Level เพิ่มขึ้นเป็น 2.34 นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ได้นำสาเหตุที่ก่อให้เกิดผ้าเสียมาแก้ไขเพียงสาเหตุเดียว หากผู้วิจัยนำสาเหตุที่เหลือมาทำการวิเคราะห์เพื่อแก้ไขและปรับปรุงเพิ่มเติม สัดส่วนของผ้าเสียที่เกิดขึ้นก็มีแนวโน้มจะลดลง

อนุชา วัฒนาภา (2551) ทำการวิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์โดยเทคนิคซิกส์ซิกม่า จากการศึกษากระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ปัญหาที่พบคือการวางตำแหน่งของหัวอ่านผิดพลาดจากการวัดผลิตภัณฑ์บกพร่องที่เกิดจากการวางตำแหน่งหัวอ่านผิดพลาดก่อนการปรับปรุงมีค่าเป็น 0.1259% ผลจากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยแผนภาพก้างปลา การระดมสมอง และการวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (FMEA) พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาคือ ความเข้มของแสง UV เวลาการเปิดวาลว์ของหลอดกาว และความดันของกาวภายในหลอดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของหัวอ่านในแนวแกน x และ t อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนในแกน y ไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งพบว่าผลกระทบที่รุนแรงจะอยู่ที่แกน t และจากการปรับปรุงด้วยการออกแบบการทดลอง เพื่อทำการหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัย พบว่าความเข้มข้นของแสง UVเวลาการเปิดวาลว์ของหลอดกาว และความดันของกาวในหลอดที่เหมาะสม ทำให้มีผลิตภัณฑ์บกพร่องเป็น 0.0257% ลดลงจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 79.58

สมอุสา วรรณฤมล(2550) วิจัยเรื่อง การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องโดยใช้เทคนิคซิกส์ซิกม่า ได้ศึกษาขบวนการประกอบแผงวงจรกับแขนจับหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ ชื่อว่า Flex Suspension Assembly (FSA) จะพบว่าจำนวนผลิตภัณฑ์ที่เสียเกิดเป็นจำนวนมาก จึงได้ทำการวิจัยลดจำนวนของเสียโดยใช้เทคนิค เทคนิค ซิกส์ ซิกม่า และลดอัตราส่วนที่บกพร่องในกระบวนการและเพื่อลดต้นทุนในกระบวนการการประกอบแผงวงจรกับแขนจับหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ หลังจากการศึกษาพบว่าตัวแปรที่อาจมีผลกระทบ คือ ทิศทางการโก่งของแผงวงจร การลดความโก่งลักษณะการบิดตัวของแผงวงจร ขนาดของการหยอดกาว เวลาที่ใช้พักกาว พบว่าแผงวงจรบิดระยะเวลาพักและระยะใช้กาวเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการบกพร่องเนื่องจากกาวน้อย และได้ความสัมพันธ์ของการโก่งของแผงวงจรกับองศาชิ้นงาน เพื่อใช้ในการควบคุมและปรับปรุง ซึ่งหลังจากการปรับปรุงสามารถลดอัตราส่วนที่บกพร่องจากร้อยละ 83.2 เหลือร้อยละ 66.0 ลดลงประมาณร้อยละ 70

**ผลงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง Lean Six Sigma**

ศิรศักดิ์ เทพจิต (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่องการประเมินการนำ Lean Six Sigma ไปใช้งานด้วยการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ กรณีศึกษา: โรงพยาบาล วิจัยชิ้นนี้คือศึกษาพฤติกรรมของระบบของกระบวนการให้บริการตรวจรักษาของโรงพยาบาล ใช้นโยบาย Lean Six Sigma ในการปรับปรุงกระบวนการ วิธีการวิจัย คือใช้วิธีพลวัตของระบบจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของกระบวนการให้บริการตรวจรักษาของโรงพยาบาล โดยมีระบบนัดหมาย หน่วยตรวจโรคอายุรศาสตร์ แผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลตัวอย่างและนำเสนอ การบูรณาการระบบการผลิตแบบลีนและการจัดการคุณภาพแบบ Six Sigma นำมาปฏิบัติใช้ในกระบวนการของโรงพยาบาล รวมถึงแนวทางนำเครื่องมือของLean Six Sigma มาปฏิบัติใช้ ศึกษาพฤติกรรมของระบบจากการจำลองสถานการณ์ในการดำเนินนโยบาย 4 นโยบาย ประกอบด้วย 1) การปฏิบัติงานสภาพปัจจุบัน 2) การนำระบบการผลิตแบบลีนมาใช้ในกระบวนการ 3) การนำการจัดการคุณภาพของ Six Sigma มาปฏิบัติใช้ในกระบวนการและ 4) การนำวิธีการ Lean Six Sigma มาปฏิบัติใช้ในกระบวนการ โดยประเมินผลของกระบวนการใน 3 ด้านประกอบด้วย1) อัตราการไหล ตัววัดผลคือระยะรอบการทำงานและสัดส่วนอัตราการไหล 2) ด้านประสิทธิภาพของพนักงาน มีตัววัดผลคือการเพิ่มผลผลิตและ 3) ด้านคุณภาพของกระบวนการ มีตัววัดผล คือคุณภาพของกระบวนการและคุณภาพที่คนไข้ได้รับจากการบริการ ผลจากการจำลองสถานการณ์พลวัตของระบบจะแสดงออกมาในรูปของกราฟการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของระบบดังเช่น นโยบาย Lean Six Sigma สามารถลดระยะรอบการทำงานได้มากที่สุดโดยค่าเฉลี่ยของระยะรอบการทำงาน ตลอดช่วงเวลาจำลองสถานการณ์ลดลง จากการปฏิบัติงานในสภาพปัจจุบัน 57.4% สัดส่วนอัตราการไหลเพิ่มขึ้น 375.75% การเพิ่มผลผลิตของพนักงานเพิ่มขึ้น 30.4 % คุณภาพของการให้บริการเพิ่มขึ้น 120.7%

พัชรินทร์ อุ่นเอมใจ (2548)ได้ทำการวิจัยเรื่องการบูรณาการ ลีน ซิกซ์ ซิกม่าและซีเอ็มเอ็มไอเข้าสู่วิสาหกิจโดยใช้แบบจำลองพลวัตกรณีศึกษา : บริษัทสแปนชัน (ไทยแลนด์) จำกัด โดยวัตถุประสงค์เพื่อประเมินวัดระดับความสามารถขององค์กรขณะปัจจุบันว่าอยู่ในระดับใดตามมาตรฐานซีเอ็มเอ็มไอและ เป็นแนวทางสำหรับ การวัดผลในการดำเนินงานการผลิตขององค์กรโดยทำการประยุกต์ ลีน ซิกซ์ ซิกม่าเข้า กับกลุ่มกระบวนการหลัก (PAs) ของมาตรฐานซีเอ็มเอ็มไอ ซึ่งมีทั้งหมด 25 กลุ่ม โดยจัดแบ่งกลุ่มออก 5 ระดับ จากนั้น จัดทำแบบทดสอบสำหรับการประเมินระดับความสามารถขึ้น และเพื่อแก้ไขลักษณะทีหยุดนิ่ง (Static) ของระบบการวัดผลการดำเนินงานด้วยแบบทดสอบที่จัดทำขึ้น งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดย ผู้ทำวิจัยได้ระบุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์การวัดพร้อมทั้งตัววัด สำหรับการผลิตแบบลีน และนำเสนอออกมาในรูปแบบของแบบจำลองพลวัตของระบบการผลิตขององค์กร อุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากมีการประยุกต์ใช้

ได้จริงในองค์กร ซึ่งสามารถดูได้จากงานวิจัยที่รวบรวมมาและประกอบกับสภาวะแวดล้อมทางธุรกิจอุตสาหกรรมการผลิตมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การวัดทีมีลักษณะหยุดนิ่งไม่สามารถปรับตัวให้กับ สภาวะการเติบโตที่มีการแข่งขันหรือมีการพัฒนาปรับปรุงอยู่ตลอดได้ผลจากการวิจัยพบว่าองค์กรกรณีศึกษามีระดับความสามารถขององค์กรตามมาตรฐาน CMMI อยู่ที่ระดับ 3 และเวลาสูญเปล่า ที่ควรจะมีการปรับปรุงมากที่สุดคือ เวลาสูญเปล่าเนื่องมาจากเครื่องจักรซึ่งส่งผลกระทบต่อเวลาสูญเปล่าโดยรวมถึง 30.6% รองลงมาคือเวลาสูญเปล่า เนื่องมาจากพนักงาน คิดเป็น 29.98%ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยนี้คือสามารถใช้การปรับปรุงกระบวนการปฏิบัติงาน และช่วยยกระดับความสามารถในการปฏิบัติการวัดผลการดำเนินงานการผลิตซึ่งสิ่งต่างๆ เหล่านี้ช่วยให้องค์กรบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

นพดล เฟื่องเด่นขจร (2547) ได้ทำการวิจัยเรื่องการปรับปรุงความพร้อมในการตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการทันตกรรม โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา:กรณีศึกษา คลินิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อปรับปรุงความพร้อมในการตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการทันตกรรมโดยการหาแนวทางเพื่อลดเวลาที่ผู้ป่วยต้องใช้ในการรับบริการ และเพิ่มความพร้อมในการให้บริการ ข้อมูล โดยมีคลินิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทยศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นกรณีศึกษา งานวิจัยนี้ใช้แนวคิดและขั้นตอนของลีน ซิกซ์ ซิกมา ซึงประกอบด้วย การนิยาม ปัญหา การวัดและ เก็บข้อมูล เกี่ยวกับ สภาพปัญหา การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข และการควบคุมและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องซึ่งพบว่า ปัญหาที่สำคัญของหน่วยงานกรณีศึกษา คือ เวลารอคอยเพื่อ ทำการรักษายาวนาน สาเหตุหลักเกิดจากการจัดสรร ในแต่ละประเภทไม่สอดคล้อง กับจำนวนผู้ป่วย ที่ต้องการเข้า รับการรักษาซึ่งก่อให้เกิดแถวคอยสะสมเป็นจำนวนมากจึงได้พิจารณาปรับเพิ่มและจัดสรรจำนวนชั่วโมงทำงาน ของทันตแพทย์ใหม่ ให้สอดคล้องกับความต้องการ เข้ารับ บริการของผู้ป่วย ซึ่งผลที่ได้จาก การคำนวณพบว่าสามารถกำจัดแถวคอยสะสมของทุกประเภทการรักษาได้ภายใน 3.7 เดือน นอกจากนี้ยังได้มีการใช้เทคนิคการจำลองปัญหา เพื่อตัดสินใจในเรื่องรูปแบบของการตรวจคัดกรอง ที่ทำให้ระยะเวลาในการ รับบริการน้อยกว่ารูปแบบเดิมในปัญหาเรื่องความล่าช้า ในขั้นตอนการชำระเงิน พบว่าหลังจากพิจารณาปรับเปลี่ยนการ ทำงานของเจ้าหน้าที่สามารถลดเวลารอเพื่อชำระเงิน ค่ารักษาได้จาก 7 นาที เหลือ 2 นาที และในขั้นตอนการนัดหมายล่าช้า พบว่าการสร้างระบบการจัดเรียงและเวลาค้นหาแฟ้มใหม่โดยใช้รหัสเอกสารและ ป้าย ดัชนี สามารถลดเวลาค้นหาแฟ้มจาก 2 นาที เหลือ 10 วินาที สำหรับแนวทางอื่น ๆ ที่ไม่สามารถวัดผลได้ภายในระยะวิจัย ได้ประเมิน ความคุ้มค่าของการนำแนวทางไปใช้ โดย ผู้บริหารของคลินิกฯ ซึ่งพิจารณาในเรื่องระดับความสามารถของแนวทางในการแก้ปัญหาและ ค่าใช้จ่าย ในการนำแนวทางไปใช้ พบว่าทุก

แนวทาง ที่สร้างขึ้นมีความคุ้มค่าในการนำไปปฏิบัติ ในขั้นตอนการควบคุมและปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ได้มีการสร้างตัววัดผลของสถานการณ์ดำเนินงานและ ตัววัดปัจจัยนำเข้าที่มีผล ต่อสถานการณ์ดำเนินงานพร้อมกำหนดวิธีการวัดและความถี่ในการตรวจติดตามตัววัดด้วย

พิมพ์ชนก ไพศาล และ ภาณุมาศ (2550) เรื่องการลดระยะเวลานำในการผลิตในโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกม่า จากสภาพโรงงานกรณีศึกษามีเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการ ส่งสินค้าให้ลูกค้าทันกับระยะเวลาเป้าหมายเพียง 84.72% มีเวลานำในการผลิต 1.58 วัน หรือ 37.87 ชั่วโมง สาเหตุของเวลานำที่ยาวนาน ได้แก่ กฎการปล่อยงานที่ไม่เหมาะสม การจัดสรรทรัพยากรการผลิตที่ไม่เหมาะสม รูปแบบการทำงานที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า การส่งต่องานระหว่างสถานีงานอย่างไม่เป็นระบบ จากปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำระบบบริหารการผลิตแบบลีน ซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการลดระยะเวลานำในการผลิต วิธีการหลักๆ ที่นำมาใช้ได้แก่ การจัดการผลิตแบบดึงการควบคุมด้วยสายตาการฝึกอบรมพนักงานข้ามสายงาน การจัดการกับคอขวดของกระบวนการเช่น การปรับปรุงผังการผลิต การรวมและเปลี่ยนแปลงลำดับสถานีงานซึ่งผลการปรับปรุงทำให้โรงงานกรณีศึกษามีระบบการไหลของงานที่รวดเร็วขึ้น ทำให้มีผลิตภาพเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2.3 เท่าจำนวนงานระหว่างทำลดลง 40% ส่งผลให้ระยะเวลานำในการผลิตเลนส์แว่นตาลดลงเหลือ 1.29 วันหรือ 31.06 ชั่วโมง และมีเปอร์เซ็นต์ของความสามารถในการส่งสินค้าให้ลูกค้าได้ทันกับระยะเวลาเป้าหมายเท่ากับ 91.67

Sung HP (2006) ลีนและซิกซ์ ซิกม่าเป็นอาวุธสำคัญในการต่อสู้กับการผันแปรที่เกิดขึ้น ในกระบวนการผลิต วิธีการของซิกซ์ ซิกม่า เป็นการใช้เทคนิคการแก้ปัญหาเพื่อตรวจสอบการทางานของระบบและกระบวนการผลิต รวมทั้งวิธีการลดความผันแปรในกระบวนการผลิตด้วย ในระบบที่ใช้ทั้งสองแนวคิดนี้ลีนจะเป็นตัวสร้างมาตรฐาน และซิกซ์ซิกม่า จะเป็นเครื่องช่วยสืบหาและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับความผันแปรจากมาตรฐานนั้น นอกจากนั้นเทคนิคซิกซ์ซิกม่า ยังสามารถประยุกต์ใช้ภายในกระบวนการขององค์กรเพื่อปรับลดของเสีย ซึ่งเราต้องให้ความสำคัญอย่างมากก่อนที่จะมุ่งทำโครงการลีนให้สำเร็จได้

ปารเมศ ชุติมา และ ภาณุ ชุดเจือจีน (2550) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องการประยุกต์ซิกซ์ซิกม่าเพื่อลดของเสียจากการพ่นสีรองในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพงงานวิจัยนี้ได้ประยุกต์แนวคิดของซิกซ์ซิกม่า เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นจากการพ่นสีรองพื้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมากในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพง ที่มีความต้องการด้านคุณภาพของสินค้าสูงมากจากข้อมูลที่ผ่านมาพบว่า กระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงมีปริมาณของเสียเท่ากับ 19,615 ชิ้นในหนึ่งล้านชิ้นของผลผลิต (Defect Parts Per Million : DPPM) ทำให้บริษัทต้องสูญเสียเงินเป็นจานวนนับล้านบาทต่อปี การปรับปรุงคุณภาพตามแนวทางของซิกซ์ซิกม่า จะใช้หลักการวิเคราะห์และควบคุม

คุณภาพเชิงสถิติเป็นสำคัญหลังจากการปรับปรุงกระบวนการด้วยซิกซ์ซิกม่า พบว่า จำนวนของข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพงเหลือเพียง 3,240 DPPM ซึ่งเทียบเท่ากับระดับมาตรฐาน 2.99 $\sigma$

วสันต์ พุกผาสุข (2549) ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องการลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมียมโดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกม่า: กรณีศึกษาบริษัทในอุตสาหกรรมชุบโครเมียม วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นและปรับปรุงคุณภาพผิวงานชุบโครเมียม โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ซิกม่า โดยมีเป้าหมาย คือ การลดอัตราของเสียที่เกิดขึ้นลง 70 เปอร์เซ็นต์ โดยผลจากการปรับปรุงพบว่า ค่าเฉลี่ยของเสียต่อเดือนลดลงจาก 146,295 PPM เหลือเพียง 25,780 PPM และทำให้ลดมูลค่าความสูญเสียจาก 774,714 บาทต่อเดือนเหลือ 128,648 บาทต่อเดือน โดยสามารถลดระดับการเกิดของเสียลง 82 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์หลักการของ Lean และ Six Sigma ในการปรับปรุงกระบวนการ ผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650 ซึ่งพบทั้งปัญหาความสูญเปล่าจากกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันในแต่ละสถานีงานและปัญหาคุณภาพของชิ้นงานที่ไม่ผ่านกระบวนการทดสอบในกระบวนการผลิต โดยมีข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับชิ้นงาน และกระบวนการผลิต ดังนี้

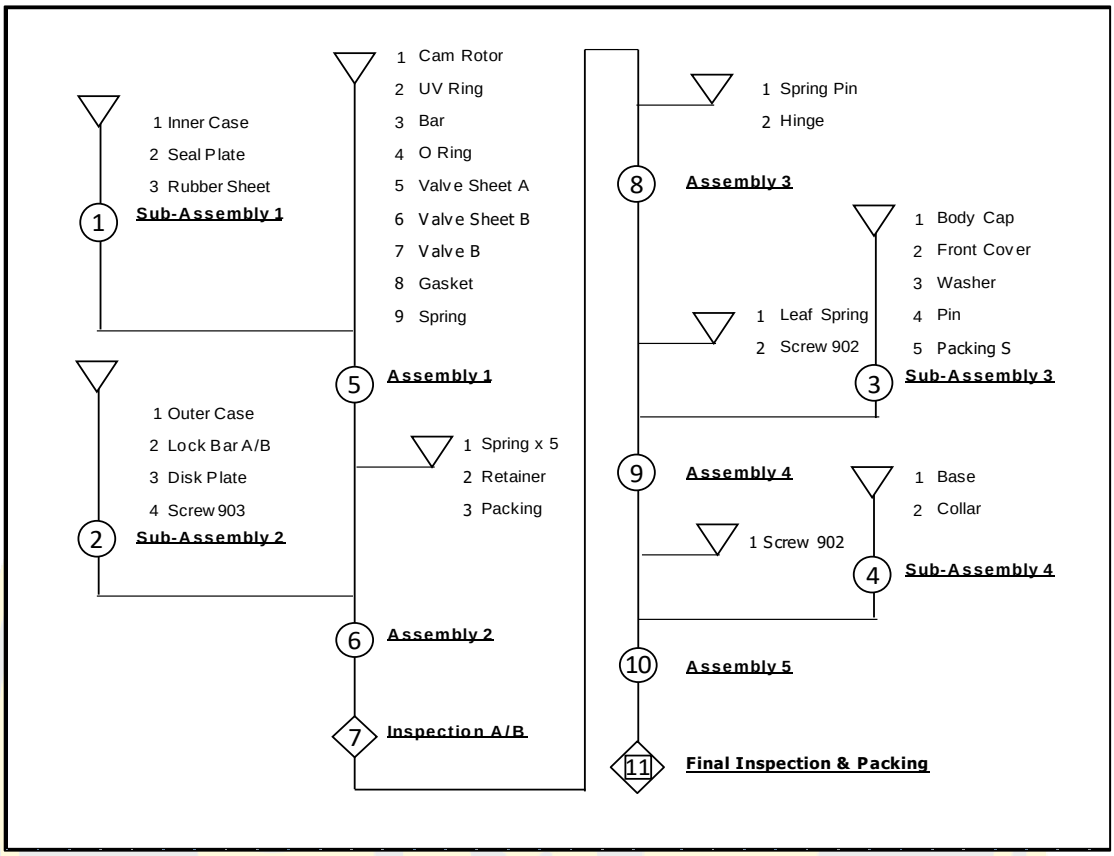
## ข้อมูลทั่วไปของผลิตภัณฑ์

ชิ้นส่วนฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650 (Cap Tank) จัดเป็นชิ้นส่วนสำคัญของรถจักรยานยนต์ขนาดใหญ่ (Big Bike) ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์มีหน้าที่ช่วยปรับระดับแรงดันภายในถังน้ำมันของรถจักรยานยนต์ให้มีระดับสม่ำเสมอ โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานโดยอาศัยค่า K ของสปริงภายในฝาถังน้ำมันในการเปิดและปิดวาล์ว เพื่อระบายความดันภายในถังน้ำมันของรถจักรยานยนต์ และฝาถังน้ำมันยังมีหน้าที่คอยควบคุมระดับแรงดันภายในถังน้ำมัน โดยอาศัยอากาศภายนอกเข้าไปภายในถังน้ำมันรถจักรยานยนต์เพื่อให้เชื้อเพลิงไหลลงเครื่องยนต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความสมดุลเมื่อมีอัตราการเร่งเครื่องยนต์ และฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ยังมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้เชื้อเพลิงไหลออกภายนอกถังน้ำมันได้ ในกรณีที่รถจักรยานยนต์พลิกคว่ำและผู้ขับขี่ไม่สามารถลุกขึ้นมาได้ ดังนั้นฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์จึงมีความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยและสมรรถนะในการขับขี่ ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ให้ความสำคัญในเรื่องคุณภาพเป็นอย่างสูง

**กระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650**

ฝาถังน้ำมันมอเตอร์ไซด์รุ่น ZR650 มีลักษณะดังภาพที่ 12 ขั้นตอนหลักของการผลิตจะเป็นการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามโครงสร้างผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนที่ใช้มีทั้งที่สั่งซื้อจากผู้ผลิตภายนอกและที่ผลิตโดยสถานประกอบการกรณีศึกษาเอง กระบวนการผลิตมีดังแสดงในภาพที่ 13

ภาพที่ 12 ฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 และ Motorcycle Kawasaki




ภาพที่ 13 ตัวอย่างแสดงการไหลของกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650

จากภาพที่ 13 กระบวนการประปกอบฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ร่น ZR650 แบ่งเป็น 11 สถานี สถานีที่ 1-4 เป็นสถานีประกอบย่อย (Sub Assembly) มีดังนี้คือ

1. Sub Assembly: Inner Case Comp.
2. Sub Assembly: Case Comp.
3. Sub Assembly: Body, Front Cover Comp.
4. Sub Assembly: Base Comp.

ก่อนนำเข้าประกอบกับชิ้นส่วนอื่นในการประกอบหลักที่สถานี 5, 6, 8, 9 และ 10 เรียกว่า Assembly 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ ส่วนสถานีที่ 7 เป็นการตรวจสอบการรั่วของฝาถังน้ำมัน สถานี 11 เป็นการตรวจสอบครั้งสุดท้ายและการบรรจุเพื่อนำส่งต่อไป

ในการบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650 มีรายละเอียดขั้นตอนในการประกอบฝาถังน้ำมัน ดังนี้

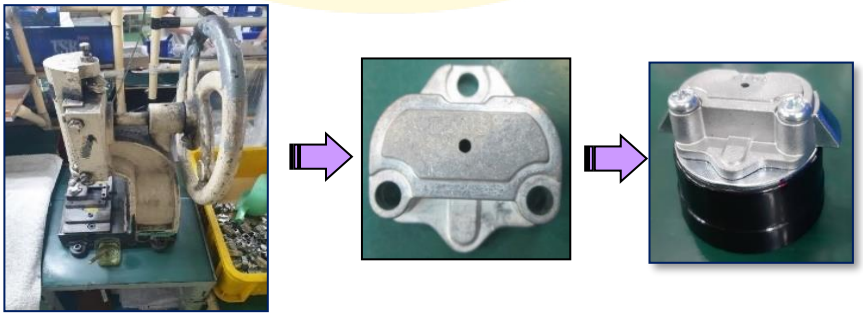
**สถานีที่ 1 กระบวนการ Sub Assembly: Inner Case Comp.**

กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าในไลน์การประกอบกระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงาน 3 ชิ้นคือ1 ) Inner Case 2) Rubber Sheet และ 3) Seal Plate นำมาประกอบกันแล้วใช้เครื่อง Hydraulic Caulking M/C ประกอบชิ้นงานด้วยวิธีการอัดชิ้นงาน จากนั้นส่งต่อเข้าไปยังกระบวนการถัดไป (Assembly 1)

ภาพที่ 14 กระบวนการ Inner Case Comp.

**สถานีที่ 2 กระบวนการ Sub Assembly 2 (Case S/A)**

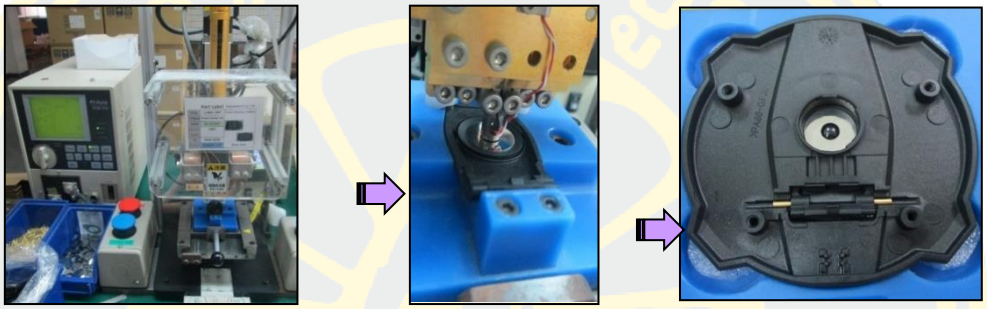
กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าในไลน์การประกอบ กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 12 ชิ้นส่วน คือ1 ) Case 2) Disk Plate 3) Outer Case 4) Lock Bar A 5) Lock Bar B 6) Spring 17 และ 7) Screw 903*3 จากนั้นนำ Our Case มาแสตมป์วันเดือนปีการผลิตก่อนแล้วหลังจากนั้นจึงประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ใช้น้ำมัน Lubricant ทาหล่อลื่นที่ตัว Lock Bar A และ B จากนั้นประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังในไลน์สถานี Assembly 2



ภาพที่ 15 กระบวนการ Sub Assembly: Case Comp.

**สถานีที่ 3 กระบวนการ Sub Assembly: Body Cap, Front Cover Comp.**

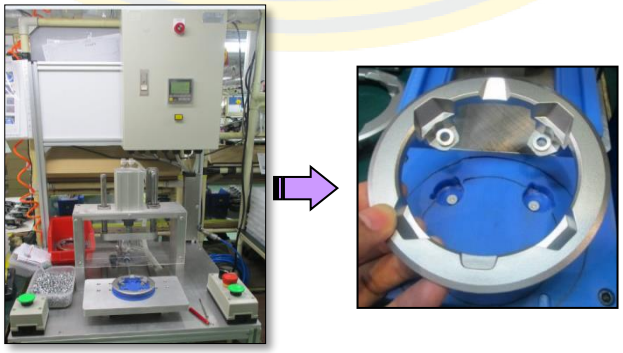
กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าในไลน์การประกอบ กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 5 ชิ้นส่วน คือ1 ) Body Cap 2) Front Cover 3) Packing S 4) Washer และ 5) Pin x 2 จากนั้นนำ Front Cover, Packing S, Washer มาประกอบกันแล้วใช้เครื่อง Heat Caulking Device M/C จากนั้นนำชิ้นงาน Front S/A มาประกอบกับ Body Cap ยึดด้วย Pin ทั้งสองข้าง จากนั้นประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังในไลน์สถานี Assembly 4



ภาพที่ 16 กระบวนการ Body Cap, Front Cover Comp.

**สถานีที่ 4 กระบวนการ Sub Assembly: Base Comp.**

กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนย่อยก่อนเข้าในไลน์การประกอบ กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 2 ชิ้นส่วน คือ1 ) Base และ 2) Collar x 2 มาประกอบกันแล้วใช้เครื่อง Base Sub Assembly จากนั้นประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังในไลน์สถานี Assembly 5



ภาพที่ 17 กระบวนการ Base S/A

**สถานีที่ 5 กระบวนการ Assembly 1**

กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนหลักในไลน์การประกอบ สถานีที่ 1 กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 12 ชิ้นส่วน คือ1 ) Inner Case S/A 2) Valve A 3) Valve B 4) Gasket x 2 5) Spring 117 6) Valve Sheet A 7) Valve Sheet B 8) Bar 9) O-ring 10) Cam Rotor และ 11) UV Ring จากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดประกอบเข้าในตัวชิ้นงาน Inner Case S/A จากนั้นหลังจากประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังสถานี Assembly 2

ภาพที่ 18 ตัวอย่างชิ้นส่วนฝาถังน้ำมันกระบวนการ Assembly 1

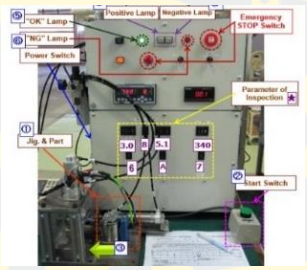
**สถานีที่ 6 กระบวนการ Assembly2**

กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนหลักในไลน์การประกอบ สถานีที่ 2 กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 7 ชิ้นส่วน คือ1 ) Semi F/G 2) Case S/A 3) Retainer Spring 4) Retainer และ 5) Packing จากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดประกอบเข้าในตัวชิ้นงาน Semi F/G ยิงสกรูด้วยเครื่องยิงสกรูไฟฟ้า รุ่น DLV8241: Scale 3.0 (1.8 N.m) จากนั้นหลังจากประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังสถานีตรวจสอบประสิทธิภาพของฝาถังน้ำมัน

ภาพที่ 19 Semi F/G กระบวนการ Assembly 2

**สถานีที่ 7.1 กระบวนการตรวจสอบประสิทธิภาพฝาถังน้ำมัน Inspection Stand A**

กระบวนการนี้มีความสำคัญที่สุดของฝาถังน้ำมัน เนื่องจากเป็นชิ้นส่วนควบคุมพิเศษในแบบ เป็นการนำชิ้นงานที่เป็นกึ่ง Semi F/G มาทดสอบประสิทธิภาพจำลองการใช้งานจริง ด้วยเครื่องตรวจสอบเรียกว่า Inspection Stand A เครื่องนี้สามารถดักตรวจจับ การประกอบชิ้นส่วนไม่สมบูรณ์ หรือประกอบชิ้นงานไม่ครบตามจำนวนกรณีที่เครื่องตรวจผ่าน ให้ทำการยืนยันการผ่านการตรวจสอบด้วยการมาร์คเครื่องหมายถูกสีดำ ที่หัวOuter Case จากนั้นส่งต่อเข้าไปยังสถานีตรวจสอบการรั่วของฝาถังน้ำมัน




ภาพที่ 20 เครื่องตรวจสอบประสิทธิภาพและฟังก์ชั่นการใช้งานของฝาถังน้ำมัน

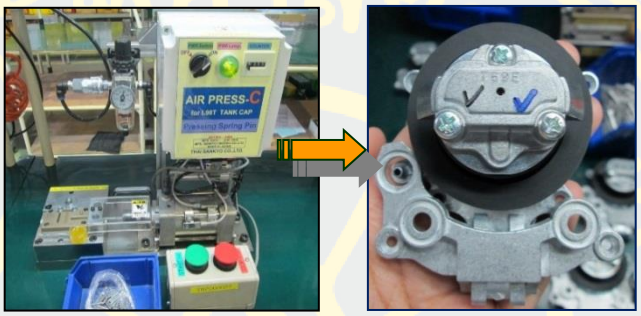
**สถานีที่ 7.2 กระบวนการตรวจสอบการรั่วด้วยเครื่อง Inspection Stand B**

กระบวนการนี้มีความสำคัญที่สุดของฝาถังน้ำมัน เป็นการนำชิ้นงาน Semi F/G มาทดสอบประสิทธิภาพจำลองการใช้งานจริง ด้วยเครื่องตรวจสอบเรียกว่า Inspection Stand B ขบวนการนี้เป็นการตรวจสอบการรั่วของชิ้นงาน กรณีที่เครื่องตรวจผ่าน ให้ทำการยืนยันการผ่านการตรวจสอบด้วยการมาร์คเครื่องหมายถูกสีน้ำเงินที่หัวของชิ้นส่วน Outer Case จากนั้นส่งต่อเข้าไปยังสถานี Assembly 3

ภาพที่ 21 เครื่องตรวจสอบ Air Tightening (Leakage)

**สถานีที่ 8 กระบวนการ Assembly 3**

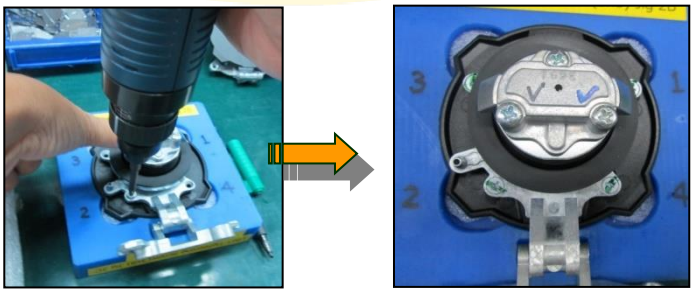
กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนหลักในไลน์การประกอบ สถานีที่ 3 กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 3 ชิ้นส่วน คือ1 ) Semi F/G 2) Hinge และ 3) Spring Pin จากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดประกอบเข้ากับ Semi F/G ด้วยการยิง Spring Pin ด้วยเครื่อง Air Press M/C จากนั้นหลังจากประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังสถานี Assembly 4




ภาพที่ 22 เครื่องยิง Spring Pin และชิ้นงานตัวอย่าง

**สถานีที่ 9 กระบวนการ Assembly 4**

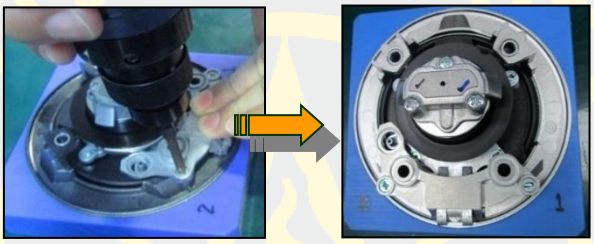
กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนหลักในไลน์การประกอบ สถานีที่ 4 กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 4 ชิ้นส่วน คือ1 ) Semi F/G 2) Body Cap, Front Cover S/A 3) Left Spring และ 4) Screw 902*4 จากนั้นนำชิ้นงานทั้งหมดประกอบเข้ากับ Semi F/G ด้วยการยิงสกรูทั้ง 4 จุดด้วยเครื่องยิงสกรูไฟฟ้า ขนาด DLV 8130Scale 3.0 (0.8 N.m) จากนั้นหลังจากประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังสถานี Assembly 5



ภาพที่ 23 เครื่องยิงสกรูและชิ้นงานตัวอย่าง

**สถานีที่ 10 กระบวนการ Assembly 5**

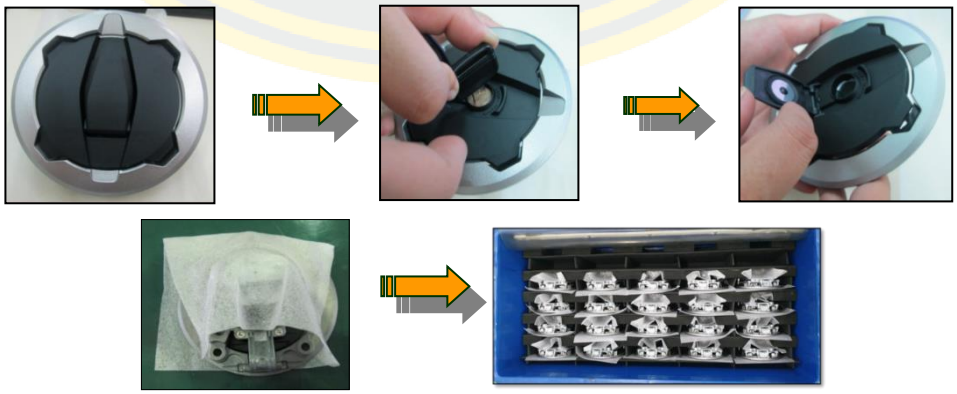
กระบวนการนี้เป็นการประกอบชิ้นส่วนหลักในไลน์การประกอบ สถานีที่ 5 กระบวนการนี้จะใช้ชิ้นงานทั้งหมด 4 ชิ้น คือ1 ) Semi F/G 2) Base S/A และ 3) Screw 902*2 จากนั้นนำชิ้นงาน Base S/A ประกอบเข้ากับ Semi F/G แล้วยิงสกรูทั้ง 2 จุดด้วยเครื่องยิงสกรูไฟฟ้า ขนาด DLV 8130Scale 3.0 (0.8 N.m) จากนั้นหลังจากประกอบเสร็จส่งต่อเข้าไปยังสถานี Final Inspection



ภาพที่ 24 เครื่องยิงสกรูและชิ้นงานตัวอย่าง

**สถานีที่ 11 กระบวนการการตรวจสอบขั้นสุดท้าย Final Inspection**

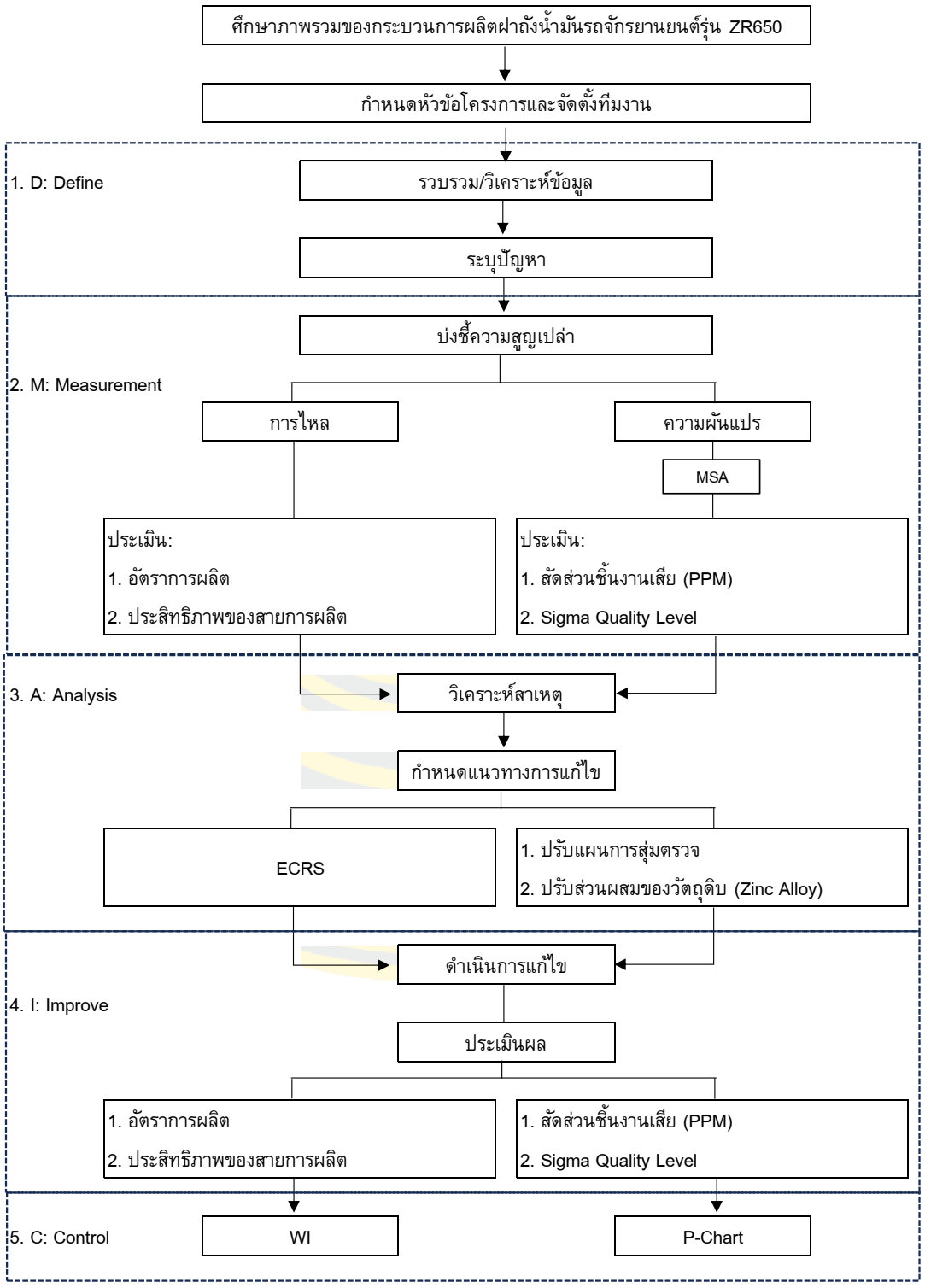
กระบวนการนี้เป็นการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตรวจสอบ Appearance 100% และการประกอบฝาถังทั้งกระบวนการตามมาตรฐานการตรวจสอบของรุ่น ZR650 เมื่อทำการตรวจสอบแล้วยืนยันการตรวจสอบด้วยการมาร์คสีเขียวที่บริเวณด้านหลังของชิ้นงานแล้วทำการบรรจุใส่กล่องตาม Operation Standard



ภาพที่ 25 การตรวจสอบขั้นตอนสุดท้ายและบรรจุชิ้นงานลงกล่อง

## ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนตามแนวทาง DMAIC ดังแสดงในภาพที่26




ภาพที่ 26 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

## วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์หลักการของ Lean และ Six Sigma เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยกำหนดวิธีการดำเนินการเป็น 5 ขั้นตอน ด้วยแนวทาง DMAIC ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงวิธีการดำเนินงานวิจัยและแนวทางการดำเนินการ

| ขั้นตอน | แนวทางดำเนินการ | ดัชนีในการประเมิน | ผลลัพธ์ |
|---|---|---|---|
| 1. ระบุปัญหา (Define: D) | วิเคราะห์สัดส่วนการผลิต/ปริมาณการผลิตของชิ้นส่วนฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ | สัดส่วนการผลิต | เลือกชิ้นงานที่จะทำการปรับปรุง |
| | วิเคราะห์ความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต | ความสูญเปล่าด้านต่าง ๆ (ที่มี) | บ่งชี้ปัญหาด้านความสูญเปล่าได้ |
| | วิเคราะห์ปัญหาด้านคุณภาพและความสามารถในการผลิต | คุณลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญ,จำนวนชิ้นงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ | บ่งชี้ปัญหาคุณภาพได้ |
| 2. การประเมินกระบวนการ (Measurement: M) | ประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต | ประสิทธิภาพสายการผลิต , รอบเวลาการผลิต , ความสามารถในการผลิต (ชิ้น/วันหรือต่อเดือน), ประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น, ต้นทุนความสูญเปล่า | สามารถบ่งชี้อัตราการผลิต และต้นทุนความสูญเปล่า ก่อนปรับปรุง |
| | ความผันแปรในกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางคุณภาพที่สำคัญของชิ้นงาน | สัดส่วนชิ้นงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ/ชิ้นงานเสีย (ppm) ,ความสามารถของกระบวนการผลิต ($C_{pk}$) | สามารถบ่งชี้ความสามารถของกระบวนการผลิตก่อนปรับปรุง |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| ขั้นตอน | แนวทางดำเนินการ | ดัชนีในการประเมิน | ผลลัพธ์ |
|---|---|---|---|
| 3. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis: A) | วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต (ยกเว้นปัญหาคุณภาพ) ด้วยเครื่องมือตามแนวทางลีน | ปัจจัย4 M ที่มีผลต่อความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ | สามารถบ่งชี้สาเหตุของปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ไขได้ |
| | วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาคุณภาพ ด้วยเครื่องมือตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า | ปัจจัย4 M ที่มีผลต่อปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต | สามารถบ่งชี้สาเหตุของปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ไขได้ |
| 4. ดำเนินการปรับปรุงและประเมินผล (Improvement and Assessment: I and A) | ดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเปล่าตามแนวทางลีน | ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้น ,รอบเวลาการผลิตลดลง ,ความสามารถในการผลิต (ชิ้น/วันหรือต่อเดือน)เพิ่มขึ้น, ประเภทความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นและต้นทุนความสูญเปล่าลดลง | ความสูญเปล่าในไลนการผลิตลดลง |
| | ดำเนินการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาคุณภาพตามแนวทางซิกซ์ ซิกม่า | สัดส่วนชิ้นงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ/ชิ้นงานเสีย (ppm) ลดลง ,ความสามารถของกระบวนการผลิต ($C_{pk}$) เพิ่มขึ้น | ปัญหาคุณภาพในไลน์การผลิตลดลง |
| 5. ควบคุมและรักษามาตรฐาน (Control: C) | ดำเนินการสร้างแผนการตรวจสอบและควบคุมเพื่อประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงกระบวนการที่นำไปใช้อย่างต่อเนื่อง | บรรลุเป้าหมายคุณภาพขององค์กร, ความเกิดซ้ำซ้อนของปัญหา | สามารถยืนยันและรักษาความสำเร็จของวิธีการแก้ไขปัญหาในสายการประกอบฝาถังน้ำมันในอนาคตได้อย่างยั่งยืน |

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

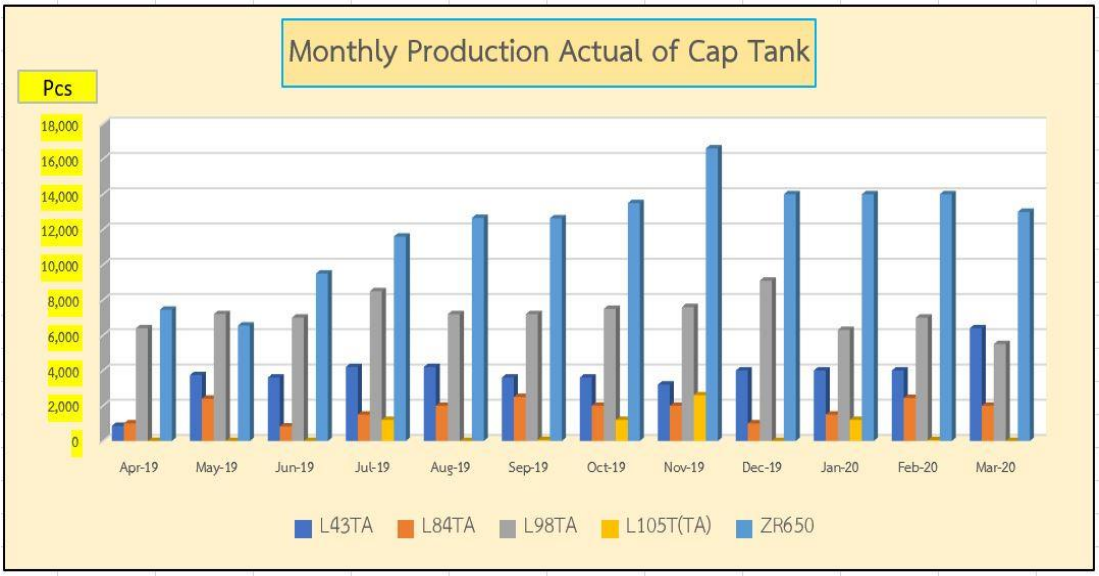
จากงานวิจัยเพื่อการปรับปรุงกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรถมอเตอร์โซด์โดยประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC ตามกระบวนการทาง Leana Six Sigma มาช่วยปรับปรุงในกระบวนการผลิตสามารถแสดงขั้นตอนและรายละเอียดของผลการวิจัยได้ดังนี้

## การระบุปัญหา (Define Phase)

ขั้นตอนการกำหนดปัญหาจะเป็นการระบุปัญหาและสิ่งที่จำเป็นในการแก้ไขปัญหาให้สำเร็จ ในขั้นตอนนี้จะเป็นระยะที่ระบุอย่างชัดเจนถึงปัญหา การตั้งเป้าสุดท้ายและขอบเขตที่ต้องใช้เพื่อบรรลุผลสำเร็จ (Goal Statement) ขั้นตอนนี้จะช่วยให้เข้าใจกระบวนการอย่างครบถ้วนและองค์ประกอบใดบ้างที่เป็นจุดวิกฤตต่อคุณภาพ ที่เรียกว่า“ CTQ (Critical to Quality)”

**สัดส่วนการผลิตชิ้นส่วนฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์**

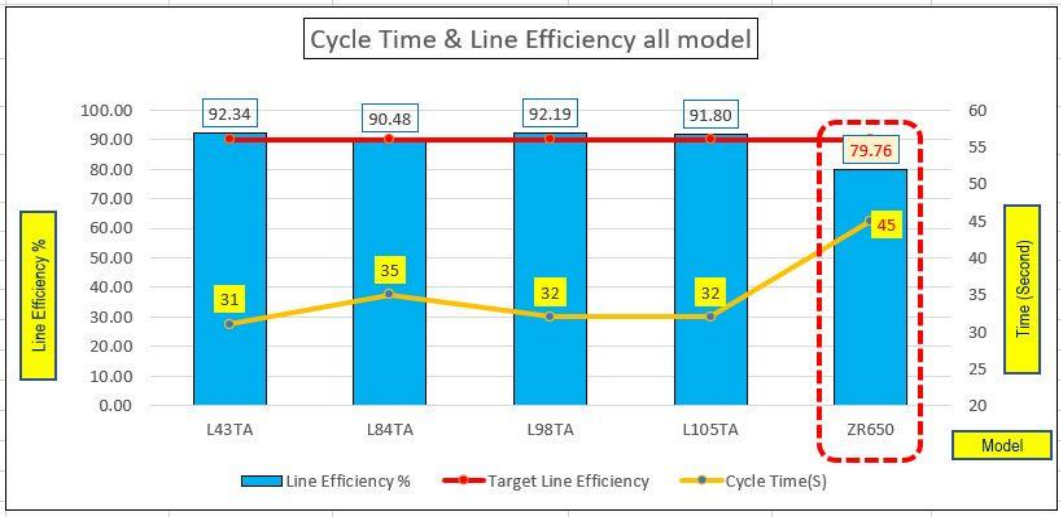
จากภาพที่ 27 จะเห็นได้ว่าโรงงานกรณีศึกษามีการผลิตฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์เรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ ZR650, L98TA, L43TA, L84TA, L105TA โดยรุ่น ZR650 ซึ่งมีปริมาณการผลิตสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 47% ของจำนวนที่ผลิตทั้งหมด



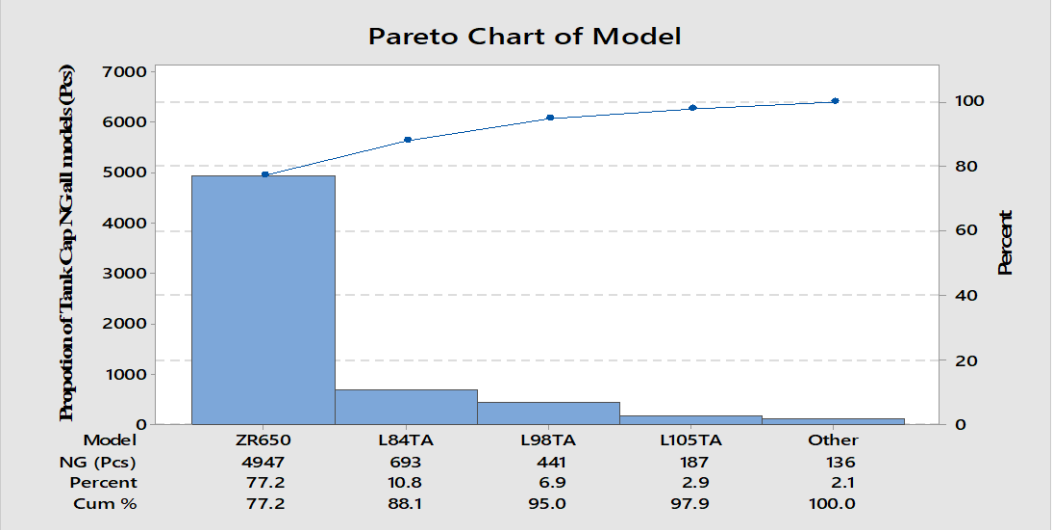

ภาพที่ 27 ฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์ทุกรุ่นที่ผลิตในปัจจุบัน

**ปัญหาด้านคุณภาพและความสามารถในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมัน**

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันมอเตอร์ไซด์ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน จากรูปที่ 28 พบว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตของฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 เท่ากับ 79.76% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้

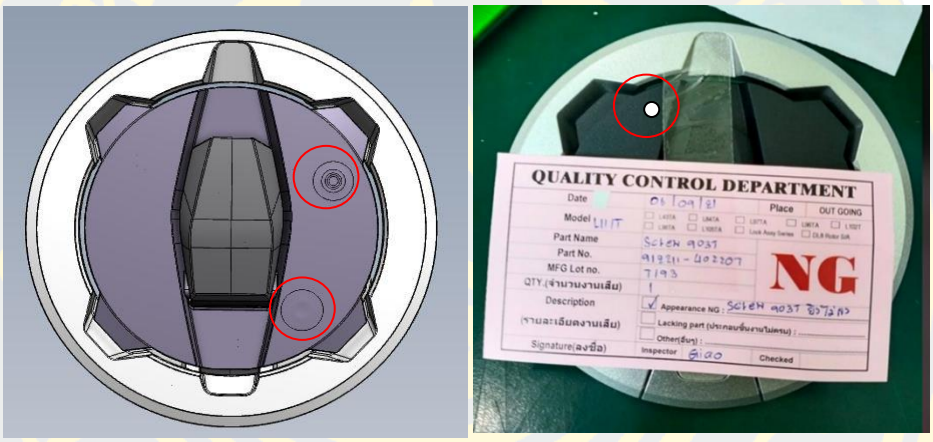



ภาพที่ 28 Cycle time & Line Efficiency ทุกรุ่น

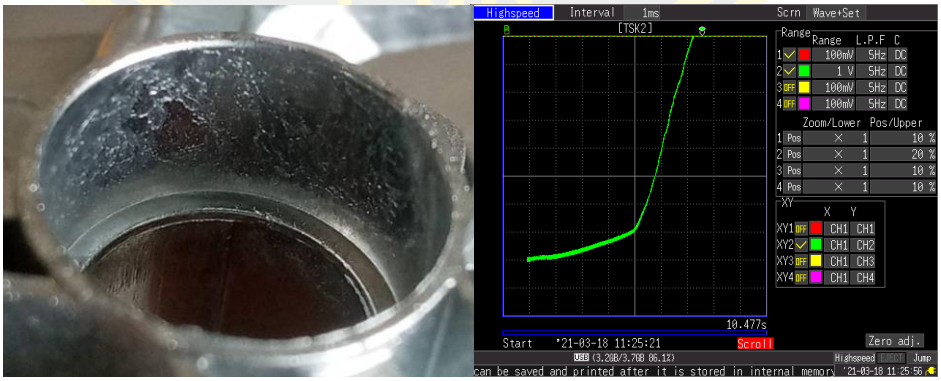



ภาพที่ 29 กราฟแสดงสัดส่วนงานเสียของฝาถังน้ำมันทุกรุ่น

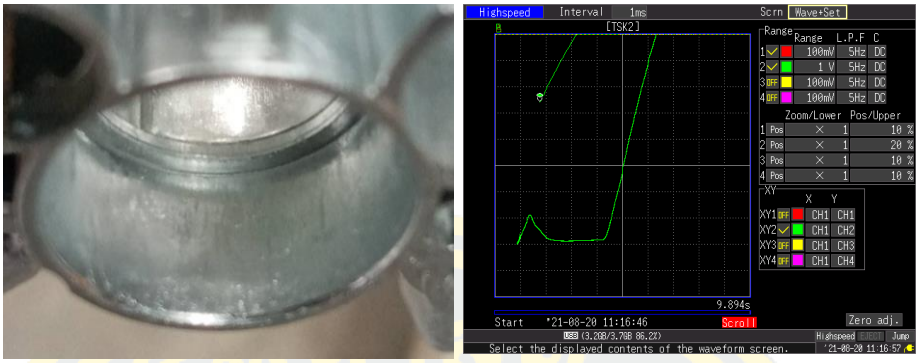
จากรูปที่ 29 พบว่าสัดส่วนฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 มีความสูญเปล่าจากปัญหาจากคุณภาพชิ้นงานเสียสูงถึง 2.77 % เมื่อเทียบกับฝาถังน้ำมันรุ่นอื่นๆ ซึ่งกระบวนการหลักของฝาถังน้ำมันรถมอเตอร์ไซค์ได้นำชิ้นส่วนมาประกอบจำนวนมาก ส่งผลทำให้เกิดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นปัจจัยทำให้ต้นทุนของการผลิตสูงขึ้น และประสิทธิภาพในการผลิตลดลง ดังนั้นในส่วนกรณีศึกษานี้จะมุ่งเน้นการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่เกิดจากประสิทธิภาพของสายการผลิตและความสูญเปล่าที่เกิดจากปัญหาคุณภาพชิ้นงานในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 ในลำดับต่อไป




ภาพที่ 30 ลักษณะงานเสียของลักษณะภายนอก




ภาพที่ 31 แสดงกราฟตัวอย่างชิ้นงานรั่วและตัวอย่างชิ้นส่วนงานฉีด Inner Case NG




ภาพที่ 32 แสดงกราฟตัวอย่างชิ้นงานไม่มีการรั่วและตัวอย่างชิ้นส่วนงานฉีด Inner Case OK

**การวัดกระบวนการ (Measurement Phase)**

จากการศึกษาเวลาของกระบวนการปัจจุบัน (ก่อนการปรับปรุง) ตามหลักการของการศึกษาเวลาโดยเริ่มจากการจับเวลาเบื้องต้น การคำนวณจำนวนครั้งในการจับเวลา การกำหนดค่าเผื่อและประเมินเวลามาตรฐานของแต่ละสถานี ได้เวลามาตรฐานของแต่ละสถานีงานดังแสดงในตารางที่ 5 ด้วยพนักงาน 1 คนต่อสถานีรวม 11 คน เมื่อนำข้อมูลนี้สร้างเป็นแผนภูมิแท่งได้ดังภาพที่ 33 เป้าหมายการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 จำนวน 600 ชิ้นต่อวัน (เวลาการผลิต 25,200 วินาที/วัน) ดังนั้นจึงประเมิน Takt Time ได้เท่ากับ 42.00 วินาที/ชิ้น แต่จากรอบเวลาการผลิตที่ประเมินจากเวลามาตรฐานจะเห็นได้ว่าสถานี Assembly 1 (สถานีที่ 5) และ สถานี Final Inspection & Packing (สถานีที่ 11) มีรอบเวลาของสถานีสูงกว่า Takt Time ซึ่งทำให้ผลิตได้เพียง 550 ชิ้นต่อวัน และประสิทธิภาพสายการผลิตคำนวณด้วยสมการที่ (4-1) ได้เท่ากับ 79.76% ซึ่งต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้เท่ากับ 90%

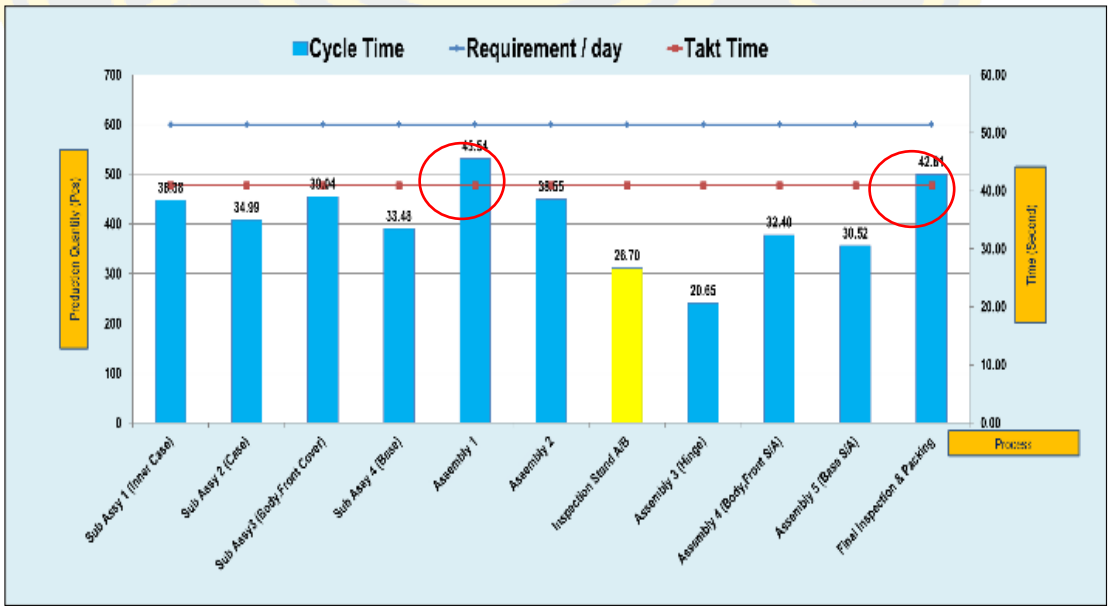
$$\text{ประสิทธิภาพของสายการผลิต} = \left(\frac{\text{เวลาการผลิต}}{\text{เป้าหมายการผลิต}}\right) \times 100 \qquad (4\text{-}1)$$

ตารางที่ 5 รายละเอียดแต่ละสถานีของการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 (ก่อนปรับปรุง)

| สถานี | กระบวนการ | ลักษณะงาน | เวลามาตรฐาน (วินาทีต่อชิ้น) |
|---|---|---|---|
| 1 | Inner Case S/A | ประกอบชิ้นงานย่อย Inner Case Comp. | 38.38 |
| 2 | Case S/A | ประกอบชิ้นงานย่อย Case Comp. | 34.99 |

ตารางที่ 5 (ต่อ)

| สถานี | กระบวนการ | ลักษณะงาน | เวลามาตรฐาน (วินาทีต่อชิ้น) |
|---|---|---|---|
| 3 | Body Front S/A | ประกอบชิ้นงานย่อย Body, Front Cover Comp. | 39.04 |
| 4 | Base S/A | ประกอบชิ้นงานย่อย Base Comp. | 33.48 |
| 5 | Assembly 1 | ประกอบชิ้นงานย่อย Inner Case Comp. + Inner parts | 45.54 |
| 6 | Assembly 2 | ประกอบ Semi F/G. + Case Comp | 38.55 |
| 7 | Inspection | ทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน (การรั่ว) | 26.70 |
| 8 | Assembly 3 | ประกอบ Semi F/G + Hinge | 32.40 |
| 9 | Assembly 4 | ประกอบ Semi F/G + Body, Front Cover Comp. | 32.40 |
| 10 | Assembly 5 | ประกอบ Semi F/G + Base Comp. | 30.52 |
| 11 | Final Inspection & Packing | ตรวจสอบชิ้นงาน F/G และบรรจุลงกล่อง | 42.81 |
| | | เวลารวมทั้งหมด | 394.81 |




ภาพที่ 33 เวลามาตรฐานของสถานีการประกอบ (ก่อนปรับปรุง)

ตารางที่ 6 สัดส่วนงานเสีย (ก่อนปรับปรุง)

| Part Name | Type of Defects | Total | ppm | Grand Total (ppm) | Sigma Quality Level |
|---|---|---|---|---|---|
| Cap Tank (ZR650) | Performance test NG | 3,054 | 17,403 | 28,190 | 2.2 Sigma |
| | Appearance NG | 1,893 | 10,787 | | |
| | Grand Total | 4947 | 28,190 | | |

นอกจากนี้ยังพบปัญหาความสูญเปล่าเนื่องจากคุณภาพชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่6 ซึ่งแสดงสัดส่วนความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากข้อบกพร่องของปัญหาคุณภาพของชิ้นงานเสียของสายการประกอบฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 เท่ากับ 4,947 ชิ้น คิดเป็นค่าเฉลี่ยงานเสียเท่ากับ 28,190 ppm และเทียบเท่ากับระดับมาตรฐานที่ 2.2 sigma ดังนั้นจึงเลือกทำการศึกษาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดการความสูญเปล่าทั้ง 2 ด้าน เพื่อกำหนดแนวทางแก้ไขในลำดับถัดไป

**การวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis: MSA)**

ก่อนการประเมินความสูญเปล่าด้านคุณภาพทีมงานได้ตรวจสอบและประเมินระบบการวัด ซึ่งเป็นการวัดด้านคุณลักษณะโดยพนักงานจำนวน 3 คน ตามมาตรฐานอ้างอิงในงานวิจัยของ สมพร วงษ์เพ็ง (2554) ซึ่งยืนยันได้ว่าระบบการวัดมีความน่าเชื่อถือโดยใช้มาตรฐานการประเมินระบบการวัดของการวัดโดยใช้ตัวอย่างทั้งหมด 50 ตัวอย่าง (งานดี 25 งานเสีย 25) ของพนักงาน QC Final มาทำการแยกงานดี-เสีย จากตัวอย่างชิ้นงานสำเร็จรูปในกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 แล้วนำมาติดหมายเลข และให้พนักงาน QC Final ทำการคัดแยกคนละ 3 ครั้ง เพื่อการจำแนกงานที่มีลักษณะดีและไม่ดี หรือก้ำกึ่ง โดยการตรวจสอบโดยตรงจากพนักงาน เป็นการกำหนดตัวอย่างโดยผู้เชี่ยวชาญและทำการตรวจสอบความแม่นยำจาก QC Final ในไลน์การประกอบ ซึ่งทำการบันทึกข้อมูลในการทดลองดังตารางที่ 7 และตารางที่ 9

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการคัดแยกงานดี-เสีย ก่อนปรับปรุงระบบ

| Sample | Master | Ms. Nuengruthai | | | Ms. Anusaara | | | Ms. Jintana | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No | sample | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | NG | OK | NG | NG | OK | NG | NG | OK | OK | NG |
| 2 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 3 | NG | NG | NG | NG | NG | OK | OK | NG | NG | NG |
| 4 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 5 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 6 | NG | NG | NG | NG | OK | NG | NG | NG | NG | NG |
| 7 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 8 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 9 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 10 | OK | NG | NG | NG | OK | NG | OK | NG | OK | OK |
| 11 | NG | OK | OK | NG | OK | NG | NG | NG | NG | NG |
| 12 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 13 | NG | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NG | NG | NG |
| 14 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 15 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NG | NG | NG |
| 16 | OK | NG | NG | NG | OK | OK | OK | OK | NG | OK |
| 17 | OK | OK | OK | OK | NG | NG | NG | OK | OK | OK |
| 18 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 19 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NG | NG | NG |
| 20 | OK | NG | NG | NG | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 21 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 22 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 23 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 24 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 25 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |

ตารางที่ 7 (ต่อ)

| Sample | Master | Ms. Nuengruthai | | | Ms. Anusaara | | | Ms. Jintana | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No | sample | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 26 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 27 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 28 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 29 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 30 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 31 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 32 | NG | NG | NG | NG | OK | NG | OK | NG | NG | NG |
| 33 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 34 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 35 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 36 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 37 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 38 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 39 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 40 | OK | NG | NG | NG | NG | NG | OK | OK | NG | NG |
| 41 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 42 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 43 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 44 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 45 | OK | NG | NG | NG | OK | OK | OK | OK | OK | NG |
| 46 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NG | NG | NG |
| 47 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 48 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 49 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 50 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

ผลการวิเคราะห์โปรแกรม Minitab แสดงดังภาพที่ 34 และ 35

**Attribute Agreement Analysis for Nuengrutai 1, Nuengrutai 1, Nuengrutai 1, Anusara1, ...**

**Within Appraisers**

Assessment Agreement

| Appraiser | # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | 50 | 44 | 88.00 | (75.69, 95.47) |
| Anusara | 50 | 47 | 94.00 | (83.45, 98.75) |
| Jintana | 50 | 46 | 92.00 | (80.77, 97.78) |

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

| Appraiser | Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | NG | 0.839286 | 0.0816497 | 10.2791 | 0.0000 |
| | OK | 0.839286 | 0.0816497 | 10.2791 | 0.0000 |
| Anusara | NG | 0.919986 | 0.0816497 | 11.2675 | 0.0000 |
| | OK | 0.919986 | 0.0816497 | 11.2675 | 0.0000 |
| Jintana | NG | 0.893314 | 0.0816497 | 10.9408 | 0.0000 |
| | OK | 0.893314 | 0.0816497 | 10.9408 | 0.0000 |

**Each Appraiser vs Standard**

Assessment Agreement

| Appraiser | # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | 50 | 44 | 88.00 | (75.69, 95.47) |
| Anusara | 50 | 46 | 92.00 | (80.77, 97.78) |
| Jintana | 50 | 45 | 90.00 | (78.19, 96.67) |

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

Assessment Disagreement

| Appraiser | # OK / NG | Percent | # NG / OK | Percent | # Mixed | Percent |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 6 | 12.00 |
| Anusara | 1 | 4.00 | 0 | 0.00 | 3 | 6.00 |
| Jintana | 1 | 4.00 | 0 | 0.00 | 4 | 8.00 |

# OK / NG: Assessments across trials = OK / standard = NG.
# NG / OK: Assessments across trials = NG / standard = OK.
# Mixed: Assessments across trials are not identical.

Fleiss' Kappa Statistics

| Appraiser | Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | NG | 0.906533 | 0.0816497 | 11.1027 | 0.0000 |
| | OK | 0.906533 | 0.0816497 | 11.1027 | 0.0000 |
| Anusara | NG | 0.906651 | 0.0816497 | 11.1042 | 0.0000 |
| | OK | 0.906651 | 0.0816497 | 11.1042 | 0.0000 |
| Jintana | NG | 0.906661 | 0.0816497 | 11.1043 | 0.0000 |
| | OK | 0.906661 | 0.0816497 | 11.1043 | 0.0000 |

**Between Appraisers**

Assessment Agreement

| # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|
| 50 | 40 | 80.00 | (66.28, 89.97) |

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

Fleiss' Kappa Statistics

| Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|
| NG | 0.884332 | 0.0235702 | 37.5191 | 0.0000 |
| OK | 0.884332 | 0.0235702 | 37.5191 | 0.0000 |

ภาพที่ 34 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนับก่อนปรับปรุง

## All Appraisers vs Standard

Assessment Agreement

| # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|
| 50 | 40 | 80.00 | (66.28, 89.97) |

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

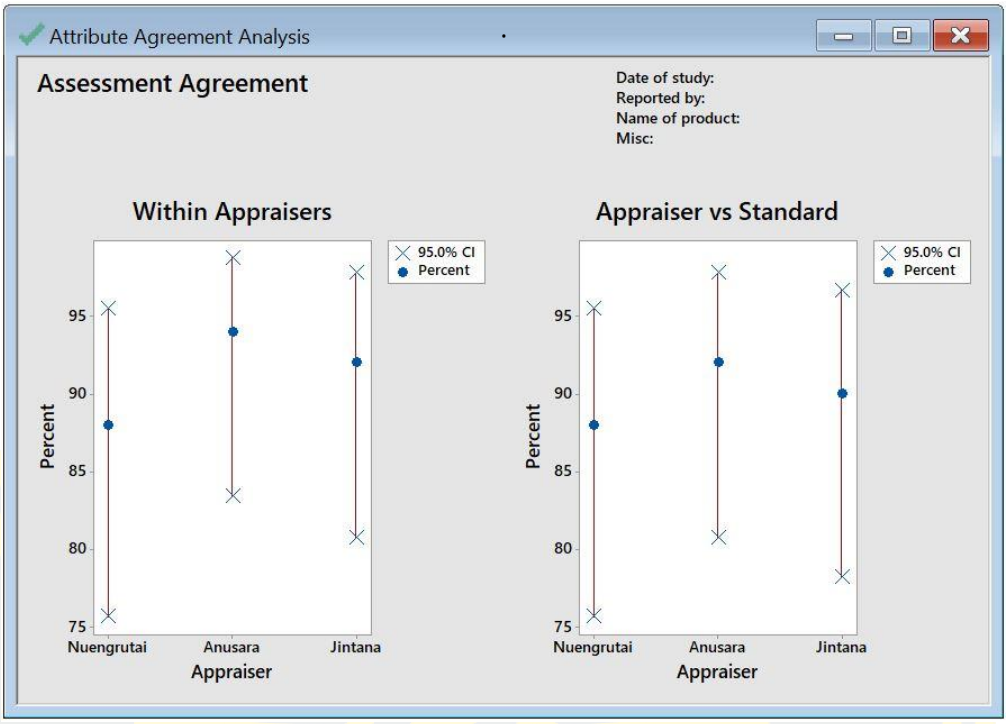
Fleiss' Kappa Statistics

| Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|
| NG | 0.906615 | 0.0471405 | 19.2322 | 0.0000 |
| OK | 0.906615 | 0.0471405 | 19.2322 | 0.0000 |

Summary of Assessment Disagreement with Standard

| Appraiser | | Nuengrutai | | Anusara | | Jintana | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sample | Standard | Count | Percent | Count | Percent | Count | Percent |
| 1 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 2 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 3 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 4 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 5 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 6 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 7 | NG | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 8 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 9 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 10 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 11 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 12 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 13 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 14 | NG | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 15 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 16 | OK | 0 | 0.00 | 2 | 66.67 | 0 | 0.00 |
| 17 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 33.33 |
| 18 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 19 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 20 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 21 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 22 | NG | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 23 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 24 | NG | 0 | 0.00 | 1 | 33.33 | 1 | 33.33 |
| 25 | NG | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 26 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 27 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 28 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 29 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 30 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 31 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 32 | NG | 2 | 66.67 | 3 | 100.00 | 3 | 100.00 |
| 33 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 34 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 35 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 36 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 37 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 38 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 39 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 40 | OK | 0 | 0.00 | 1 | 33.33 | 1 | 33.33 |
| 41 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 42 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 43 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 44 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 45 | OK | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 | 1 | 33.33 |
| 46 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 47 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 48 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 49 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 50 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |

ภาพที่) 34 ต่อ)




ภาพที่ 35 การประมาณค่าแบบช่วงของร้อยละรีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน (With Appraisers) และร้อยละความไม่ไบอัสของพนักงาน (Appraiser vs Standard) ที่ช่วงความเชื่อมั่น %95 ก่อนปรับปรุง

จากภาพที่ 34 และ 35 สามารถตีความหมายจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB ดังต่อไปนี้

1. %ความสามารถของการวัดซ้ำของพนักงานแต่ละคน (Repeatability-Within Appraisers) ผลของพนักงานคนที่ 1 2 3 มีค่าเท่ากับ 88.00 % 94.00 % และ 92.00 % และการประมาณค่าความเชื่อมั่น 95 % สำหรับค่ารีพีททะบิลิตี้ของพนักงานคนที่ 1 2 3 จะอยู่ในช่วง 75.69 ถึง 95.47 83.45 ถึง 98.75 และ 80.77 ถึง 97.78 ตามลำดับ

2. % ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ พนักงานคนที่ 1 2 3 จะมีค่าเท่ากับ 88.00 % 92.00 % และ 90.00 % และการประมาณค่าความเชื่อมั่น 95 % สำหรับค่าความไม่ไบอัสของพนักงานคนที่ 1 2 3 จะอยู่ในช่วง 75.69 ถึง 95.47 80.77 ถึง 97.78 และ 78.19 ถึง 96.67 ตามลำดับ

3. % ประสิทธิผลความสามารถในการวัดซ้ำของการตรวจสอบ (Screen Effective Score-Between Appraisers) เท่ากับ 80.00% ไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับ แสดงว่าในการใช้พนักงาน 3 คน ตรวจสอบงาน 100 ชิ้น จะมีเพียง 80 ชิ้นเท่านั้นที่พนักงานสองคนตรวจสอบได้ผลลัพธ์เหมือนกัน

และการประเมินค่าความเชื่อมั่น 95% สำหรับประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้จะอยู่ในช่วง 66.28 ถึง 89.97

4. % ประสิทธิผลความไม่ไบอัสของการตรวจสอบ (Attribute Screen Effective Score - All Appraisers VS Standard) เท่ากับ 80.00% ไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับ แสดงว่าในการใช้พนักงาน 3 คนตรวจสอบงาน 100 ชิ้น จะมีเพียง 80 ชิ้นเท่านั้นที่พนักงานสองคนตรวจสอบได้ถูกต้องเหมือนกัน และการประเมินค่าความเชื่อมั่น 95% สำหรับประสิทธิผลด้านโปรดิวซิบิลิตี้จะอยู่ในช่วง 66.28 ถึง 89.97

จากข้างต้น % รีพีททะบิลีตี้ ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 2 3 โดยเมื่อคิด % ของความผิดพลาดในการตรวจสอบทั้งสองจะมีค่าเท่ากับ 12 % 6 % และ 8 % ตามลำดับ ความหมายของค่ารีพีททะบิลิตี้นี้จะแสดงถึงความแม่นยำในการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่พอจะยอมรับได้ แต่เพื่อแก้ไขปัญหาค่ารีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน ให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อความแม่นยำ จึงจำเป็นต้องทำการอบรมพนักงานใหม่ รวมถึงการประเมินผลพนักงานใหม่ เพื่อปรับปรุงรีพีททะบิลีตี้ให้ดีขึ้น

ในส่วน %ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบซึ่งบ่งบอกการใช้การวิเคราะห์ที่ถูกต้อง พบว่าพนักงานตรวจสอบ คนที่ 1 2 3 โดยเมื่อคิด %ของความผิดพลาดในการตรวจสอบจะมีค่าเท่ากับ 12 % 6 % และ 8 % ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่พอจะยอมรับได้ ดังนั้นต้องทำการปรับปรุงวิธีการตรวจสอบใหม่หรือจะต้องกำหนดใช้ชิ้นงานได้รับการตรวจสอบโดยผู้ชำนาญการเฉพาะเท่านั้น

ตารางที่ 8 เกณฑ์การตัดสินใจดัชนีแสดงประสิทธิผลจาก AIAG

| การตัดสินใจ | $O_E$ | $I_{FA}$ | $I_{MISS}$ |
|---|---|---|---|
| ยอมรับได้ | ≥ 90% | ≤ 2% | ≤ 5% |
| ยอมรับแบบก้ำกึ่ง | ≥ 80% | ≤ 5% | ≤ 5% |
| ไม่สามารถยอมรับได้ | < 90% | > 5% | >5% |

จากภาพที่ 35 ผลการวิเคราะห์การประเมินการวัดด้วยโปรแกรม Minitab พบว่าพนักงานทั้ง 1 คนไม่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ของบริษัทกรณีศึกษา มาตรฐานคือเปอร์เซ็นต์ของการประเมินการวัดจะต้องได้ มากกว่า 90% ในทุกๆ ดัชนีการชี้วัดดังตารางที่ 8 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลออกมาได้ดังนี้

1. ดัชนีความมีประสิทธิผลของพนักงานแต่ละคน (Operator effectiveness Index: $O_E$) พนักงานทั้งสามคนอยู่ในเกณฑ์พอยอมรับได้แบบก้ำกึ่งเนื่องจาก > 80%

2. ดัชนีการตรวจสอบที่ปฏิเสธอย่างผิดพลาด (False alarm index: $I_{FA}$) พนักงานทั้ง 3 คน มีค่าเกิน 5% ซึ่งมากกว่ามาตรฐานสามารถอธิบายได้ว่าความผิดพลาดมีลักษณะตัดสิน “งานดีเป็นของเสีย” (Over Reject) เกินเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนของโรงงานควรทำการแก้ไขโดนด่วน

3. ดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับอย่างผิดพลาด (index of a miss: $I_{MISS}$) พนักงานทั้ง 3 คนมีค่ามากเกิน 5% สูงมากกว่ามาตรฐานแสดงถึงความผิดพลาดมีลักษณะตัดสิน “งานเสียเป็นงานดี” (Under Reject) มีโอกาศในการส่งของเสียไปหาลูกค้า

ดัชนี $I_{FA}$ และ $I_{MISS}$ ควรมีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ เนื่องจากส่งผลต่อความทั้งต้นทุนของโรงงานผู้ผลิตและความน่าเชื่อถือต่อลูกค้าในอนาคตเมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความผันแปรสามารถวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิเหตุและผลได้การวิเคราะห์พบว่าสาเหตุหลักเนื่องมาจาก

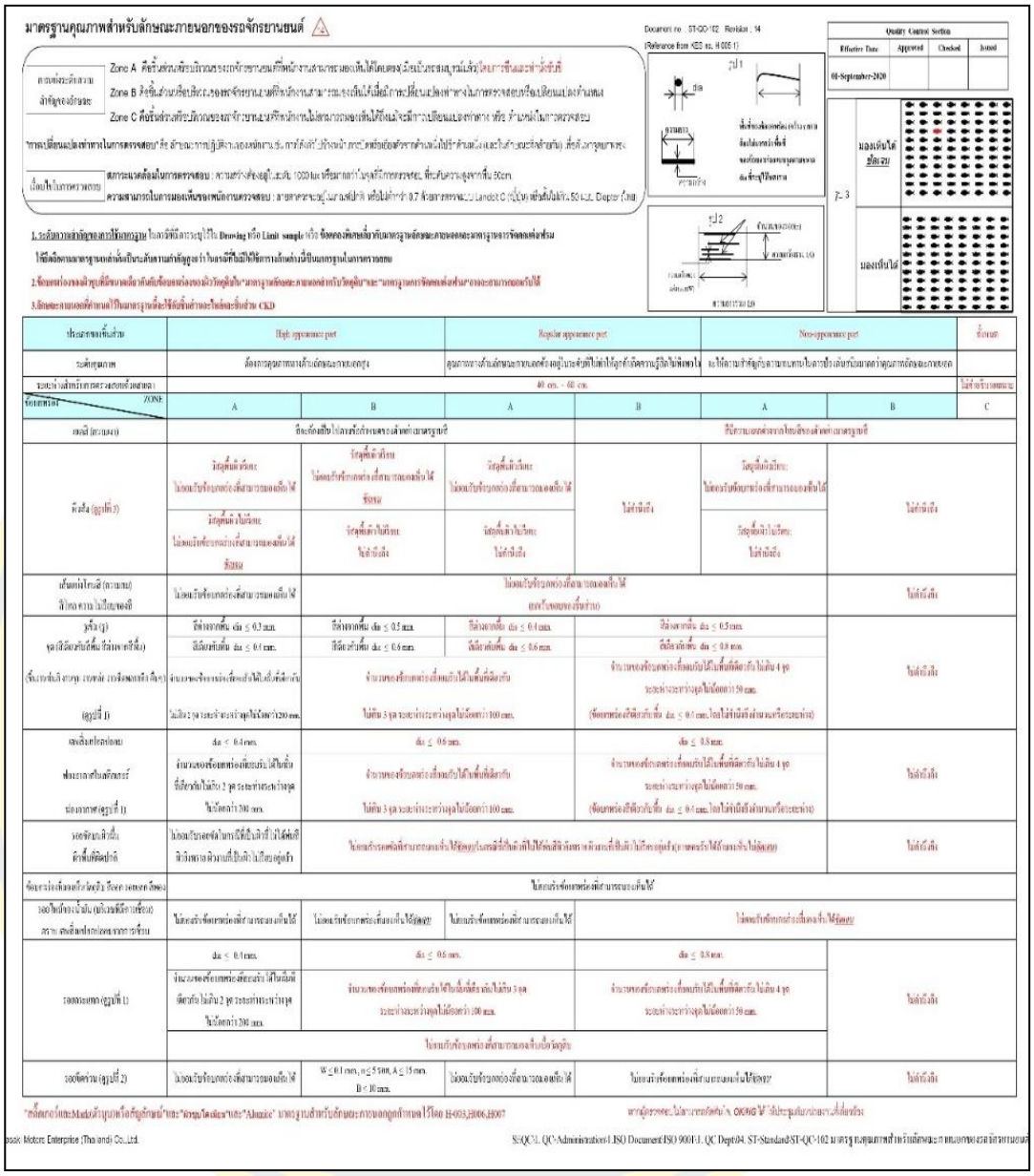
1. ไม่มีมาตรฐานเกณฑ์การตัดสินลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ให้พนักงานใช้เป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน ทำให้ผลการวิเคราะห์ออกมามีความผิดพลาดในลักษณะผสม แสดงถึงความไม่เข้าใจว่าเป็นงานดีหรือเสีย

2. พนักงานขาดทักษะ ความรู้ความเข้าใจในการตัดสิน และใช้ความรู้สึกในการตัดสิน

3. ระบบที่ใช้ในการตัดสินไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากไม่มีการประเมินเรื่องความถูกต้องในการตรวจสอบ

**แนวทางการแก้ไขปรับปรุงระบบการวัด**

1. จัดทำมาตรฐานเกณฑ์การตัดสินลักษณะงานเสีย เริ่มจากกำหนดมุมมองระยะห่างของการตรวจสอบระหว่างสายตาและชิ้นงาน ความเข้มของแสง การจัดลำดับขั้นตอนการตรวจเน้นควบคุมบริเวณที่เป็นจุดใช้งาน (Critical function) และอธิบายรายละเอียดของลักษณะงานเสียตลอดจนกำหนดขนาดและจำนวน ของสิ่งปลอมปน รวมทั้งจัดทำตัวอย่างชิ้นงานเสีย ดังภาพที่ 36




ภาพที่ 36 มาตรฐานเกณฑ์การตัดสินลักษณะงานเสีย

2. ทำการฝึกอบรมพนักงานตรวจสอบชิ้นงาน ก่อนการปรับปรุง วิธีการอบรมพนักงานเป็นการอบรมด้วยตนเอง (Self-training) โดยดูจากชิ้นงานตัวอย่างที่ผ่านการตรวจสอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ แล้วศึกษาด้วยตัวเอง โดยไม่มีการแนะนำถึงจุดของคุณภาพ (Quality point) หรือ ข้อกำหนดของคุณภาพ (Specification of quality) ซึ่งมีปัญหาเรื่องมาตรฐานการแยกแยะชิ้นงาน ของดี ของเสียที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างความเข้าใจในมาตรฐานที่ได้จัดทำรวมทั้งจัดทำแผนการฝึกอบประจำปีเพื่อทำการอบรมซ้ำ ดังภาพที่ 37

ภาพที่ 37 การฝึกอบรมพนักงานและการประเมินซ้ำ

3. ผลการวิเคราะห์ความผันแปรในระบบการวัดจากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ หรือข้อมูลนับหลังการปรับปรุง โดยสุ่มชิ้นงานตัวอย่างจำนวน 50 ชิ้นงานซึ่งเป็นทั้งชิ้นงานที่มีคุณภาพดี (Good: G) และไม่ดี (No Good: NG) ซึ่งชิ้นงานแต่ละชิ้นจะได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ดี หรือไม่ดี โดยขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานตัวอย่างนี้จะใช้พนักงานตรวจสอบจำนวน 3 คน คือ พนักงาน 1 พนักงาน 2 และ พนักงาน 3 ซึ่งพนักงานแต่ละคนจะทำการตรวจวัดชิ้นงานตัวอย่างแต่ละชิ้นให้ครบทั้ง 50 ตัวอย่าง และทำเช่นนี้จนครบทั้ง 3 คน และทุกคนจะทำการตรวจสอบชิ้นงานแต่ละชิ้นจำนวน 3 ครั้ง และข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานตัวอย่างโดยพนักงานตรวจสอบ 1, 2 และ 3 ข้อมูลที่ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการทดสอบการคัดแยกงานดี-เสีย หลังการปรับปรุงระบบ

| Sample | Master | Ms. Nuengruthai | | | Ms. Anusaara | | | Ms. Jintana | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No | sample | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 2 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 3 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 4 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 5 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 6 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 7 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 8 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 9 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 10 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 11 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 12 | NG | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 13 | NG | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 14 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 15 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 16 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 17 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 18 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 19 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 20 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 21 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 22 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 23 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 24 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 25 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

ตารางที่ (ต่อ) 9

| Sample | Master | Ms. Nuengruthai | | | Ms. Anusaara | | | Ms. Jintana | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No | sample | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 26 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 27 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 28 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 29 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 30 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 31 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 32 | NG | NG | NG | NG | OK | NG | OK | NG | NG | NG |
| 33 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 34 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 35 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 36 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 37 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 38 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 39 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 40 | OK | NG | OK | OK | NG | NG | OK | OK | OK | NG |
| 41 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 42 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 43 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 44 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 45 | OK | NG | NG | NG | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 46 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NG | OK | OK |
| 47 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 48 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |
| 49 | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG | NG |
| 50 | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

หมายเหตุ G คือ ชิ้นงานดี NG คือ ชิ้นงานไม่ดีหรือเสีย

ผลการวิเคราะห์โปรแกรม Minitab แสดงดังภาพที่ 38 และ 39

**Attribute Agreement Analysis for Nuengrutai 1, Nuengrutai 1, Nuengrutai 1, Anusara1, ...**

Date of study: 23-Aug-2022
Reported by: Mr. Chonnatee Duangchai
Name of product: Cap-Tank ZR650
Misc: After Improvement

**Within Appraisers**

Assessment Agreement

| Appraiser | # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | 50 | 49 | 98.00 | (89.35, 99.95) |
| Anusara | 50 | 49 | 98.00 | (89.35, 99.95) |
| Jintana | 50 | 50 | 100.00 | (94.18, 100.00) |

# Matched: Appraiser agrees with him/herself across trials.

Fleiss' Kappa Statistics

| Appraiser | Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | NG | 0.97333 | 0.0816497 | 11.9208 | 0.0000 |
| | OK | 0.97333 | 0.0816497 | 11.9208 | 0.0000 |
| Anusara | NG | 0.97333 | 0.0816497 | 11.9208 | 0.0000 |
| | OK | 0.97333 | 0.0816497 | 11.9208 | 0.0000 |
| Jintana | NG | 1.00000 | 0.0816497 | 12.2474 | 0.0000 |
| | OK | 1.00000 | 0.0816497 | 12.2474 | 0.0000 |

**Each Appraiser vs Standard**

Assessment Agreement

| Appraiser | # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | 50 | 49 | 98.00 | (89.35, 99.95) |
| Anusara | 50 | 49 | 98.00 | (89.35, 99.95) |
| Jintana | 50 | 50 | 100.00 | (94.18, 100.00) |

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

Assessment Disagreement

| Appraiser | # OK / NG | Percent | # NG / OK | Percent | # Mixed | Percent |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 2.00 |
| Anusara | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 1 | 2.00 |
| Jintana | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |

# OK / NG: Assessments across trials = OK / standard = NG.
# NG / OK: Assessments across trials = NG / standard = OK.
# Mixed: Assessments across trials are not identical.

Fleiss' Kappa Statistics

| Appraiser | Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|---|
| Nuengrutai | NG | 0.98666 | 0.0816497 | 12.0841 | 0.0000 |
| | OK | 0.98666 | 0.0816497 | 12.0841 | 0.0000 |
| Anusara | NG | 0.98666 | 0.0816497 | 12.0841 | 0.0000 |
| | OK | 0.98666 | 0.0816497 | 12.0841 | 0.0000 |
| Jintana | NG | 1.00000 | 0.0816497 | 12.2474 | 0.0000 |
| | OK | 1.00000 | 0.0816497 | 12.2474 | 0.0000 |

**Between Appraisers**

Assessment Agreement

| # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|
| 50 | 48 | 96.00 | (86.29, 99.51) |

# Matched: All appraisers' assessments agree with each other.

Fleiss' Kappa Statistics

| Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|
| NG | 0.982222 | 0.0235702 | 41.6722 | 0.0000 |
| OK | 0.982222 | 0.0235702 | 41.6722 | 0.0000 |

ภาพที่ 38 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนับหลังการปรับปรุง

## All Appraisers vs Standard

Assessment Agreement

| # Inspected | # Matched | Percent | 95% CI |
|---|---|---|---|
| 50 | 48 | 96.00 | (86.29, 99.51) |

# Matched: All appraisers' assessments agree with the known standard.

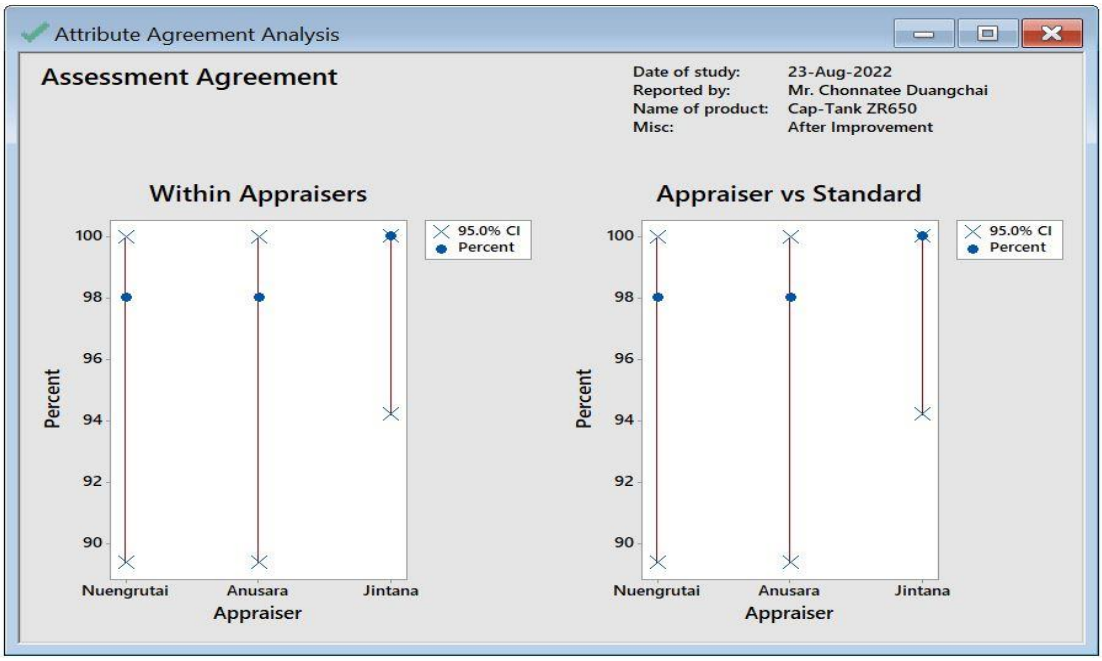
Fleiss' Kappa Statistics

| Response | Kappa | SE Kappa | Z | P(vs > 0) |
|---|---|---|---|---|
| NG | 0.991108 | 0.0471405 | 21.0246 | 0.0000 |
| OK | 0.991108 | 0.0471405 | 21.0246 | 0.0000 |

Summary of Assessment Disagreement with Standard

| Appraiser | | Nuengrutai | | Anusara | | Jintana | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sample | Standard | Count | Percent | Count | Percent | Count | Percent |
| 1 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 2 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 3 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 4 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 5 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 6 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 7 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 8 | OK | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 9 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 10 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 11 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 12 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 13 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 14 | NG | 0 | 0.00 | 1 | 33.33 | 0 | 0.00 |
| 15 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 16 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 17 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 18 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 19 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 20 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 21 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 22 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 23 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 24 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 25 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 26 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 27 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 28 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 29 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 30 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 31 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 32 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 33 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 34 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 35 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 36 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 37 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 38 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 39 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 40 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 41 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 42 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 43 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 44 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 45 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 46 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 47 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 48 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 49 | NG | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |
| 50 | OK | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0 | 0.00 |

ภาพที่ 38(ต่อ)




ภาพที่ 39 การประมาณค่าแบบช่วงของร้อยละรีพีททะบิลิตี้ของพนักงาน (With Appraisers) และร้อยละความไม่ไบอัสของพนักงาน (Appraiser vs Standard) ที่ช่วงความเชื่อมั่น %95 หลังปรับปรุง

จากภาพที่ 38 และ 39 สามารถตีความหมายจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม MINITAB ดังต่อไปนี้

1. % ความสามารถของการวัดซ้ำของพนักงานแต่ละคน (Repeatability-Within Appraisers) ผลของพนักงานคนที่ 1 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 98.00 % 98.00 % และ 100.00 % และการประมาณค่าความเชื่อมั่น 95 % สำหรับค่ารีพีททะบิลิตี้ของพนักงานคนที่ 1 2 และ 3 จะอยู่ในช่วง 89.35 ถึง 99.95 89.35 ถึง 99.95 และ 94.18 ถึง 100.00 ตามลำดับ

2. % ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบ พนักงานคนที่ 1 2 และ 3 จะมีค่าเท่ากับ 96.00 % 98.00 % และ 96.00 % และการประมาณค่าความเชื่อมั่น 95 % สำหรับค่าความไม่ไบอัสของพนักงานคนที่ 1 2 3 จะอยู่ในช่วง 89.35 ถึง 99.95 89.35 ถึง 99.95 และ 94.18 ถึง 100.00 ตามลำดับ

3. % ประสิทธิผลความสามารถในการวัดซ้ำของการตรวจสอบ (Screen Effective Score-Between Appraisers) เท่ากับ 96.00% แสดงว่าในการใช้พนักงาน 3 คนตรวจสอบงาน 100 ชิ้น จะมี

เพียง 96 ชิ้นเท่านั้นที่พนักงานสองคนตรวจสอบได้ผลลัพธ์เหมือนกันและการประเมินค่าความเชื่อมั่น 95% สำหรับประสิทธิผลด้านรีพีททะบิลิตี้จะอยู่ในช่วง 86.29 ถึง 99.51

4. % ประสิทธิผลความไม่ไบอัสของการตรวจสอบ (Attribute Screen Effective Score - All Appraisers VS Standard) เท่ากับ 96.00% แสดงว่าในการใช้พนักงาน 3 คนตรวจสอบงาน 100 ชิ้น จะมีเพียง 96 ชิ้นเท่านั้นที่พนักงานสองคนตรวจสอบได้ถูกต้องเหมือนกัน และการประเมินค่าความเชื่อมั่น 95% สำหรับประสิทธิผลด้านโปรดิวซิบิลิตี้จะอยู่ในช่วง 86.29 ถึง 99.51

จากข้างต้น % รีพีททะบิลีตี้ ของพนักงานตรวจสอบคนที่ 1 2 และ 3 โดยเมื่อคิด % ของความผิดพลาดในการตรวจสอบทั้งสองจะมีค่าเท่ากับ 2 % 2 % และ 0 % ตามลำดับ ความหมายของค่ารีพีททะบิลิตี้นี้จะแสดงถึงความแม่นยำในการวัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

ในส่วน % ความไม่ไบอัสของพนักงานตรวจสอบซึ่งบ่งบอกการใช้การวิเคราะห์ที่ถูกต้อง พบว่าพนักงานตรวจสอบ คนที่ 1 2 และ 3 โดยเมื่อคิด %ของความผิดพลาดในการตรวจสอบจะมีค่าเท่ากับ 2 % 2 % และ 0 % ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีเช่นเดียวกัน จึงเชื่อมันได้ว่า ระบบการตรวจสอบมีประสิทธิภาพ และความแม่นยำ สามารถนำไปใช้ตรวจสอบได้ตามปกติ

หลังจากทำการปรับปรุงระบบสามารถสรุปตัวเลขความเห็นพ้องระหว่างพนักงานกับมาตรฐานได้ดังตารางที่ 10 และคำนวณประสิทธิผล ($O_E$) ดัชนีการตรวจสอบผิดพลาด ($I_{FA}$) และดัชนีการตรวจสอบที่ยอมรับผิดพลาดของพนักงานแต่ละคนดังตารางที่ 11 และผลจากตารางเมื่อเทียบกับเกณฑ์พบว่า พนักงาน คนที่ 1 และคนที่ 2 มีค่าดัชนีการตรวจสอบผิดพลาด ($I_{FA}$) อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

ตารางที่ 10 ผลการทดลองความเห็นพ้องระหว่างพนักงานกับมาตรฐาน

| พนักงาน | ชี้บ่งว่า G ถูกต้อง | ชี้บ่งว่า NG ถูกต้อง | จำนวนรวมที่ชี้บ่งถูกต้อง | จำนวนการปฏิเสธอย่างผิดพลาด | จำนวนการยอมรับอย่างผิดพลาด | รวม |
|---|---|---|---|---|---|---|
| หนึ่งฤทัย | 74 | 75 | 146 | 1 | 0 | 150 |
| อนุศรา | 75 | 74 | 146 | 0 | 1 | 150 |
| จินตนา | 75 | 75 | 150 | 0 | 0 | 150 |

ตารางที่ 11 ผลการทดลองความเห็นพ้องระหว่างพนักงานกับมาตรฐาน

| พนักงาน | ความมีประสิทธิผล (OE) | อัตราการปฏิเสธอย่างผิดพลาด (IFA) | อัตราการยอมรับอย่างผิดพลาด (IMISS) |
|---|---|---|---|
| หนึ่งฤทัย | 98% | 1.33% | 0% |
| อนุศรา | 98% | 0% | 1.33% |
| จินตนา | 100% | 0% | 0% |

ดังนั้น จะเห็นว่าการประเมินระบบทางคุณลักษณะ สามารถช่วยปรับลดโอกาสการปล่อยของเสียหลุดไปหาลูกค้าซึ่งอาจเป็นที่มาของข้อร้องเรียนจากลูกค้าได้ โดยจากอัตราการยอมรับที่ผิดพลาด ($I_{MISS}$) หรือ Under Reject ที่จะช่วยลดของเสียหลุดไปหาลูกค้าได้ ในขณะเดียวกันก็สามารถช่วยลดต้นทุนจากของเสียที่มาจากการ Over Reject ของพนักงานได้จากดัชนีค่า $I_{FA}$ ที่ลดลง และผ่านเกณฑ์การยอมรับทั้งสองดัชนี

**การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา (Analysis Phase)**

เมื่อทำการหาสาเหตุที่เกี่ยวข้อต่อปัญหาคุณภาพจากชิ้นงานจึงทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยเจาะลึกลงในรายละเอียดและวิเคราะห์ครอบคลุมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องตามแผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติการ (Man)
2. เครื่องจักร (Machine)
3. วัตถุดิบ (Materials)
4. วิธีการ (Method)
5. การวัด (Measurement)

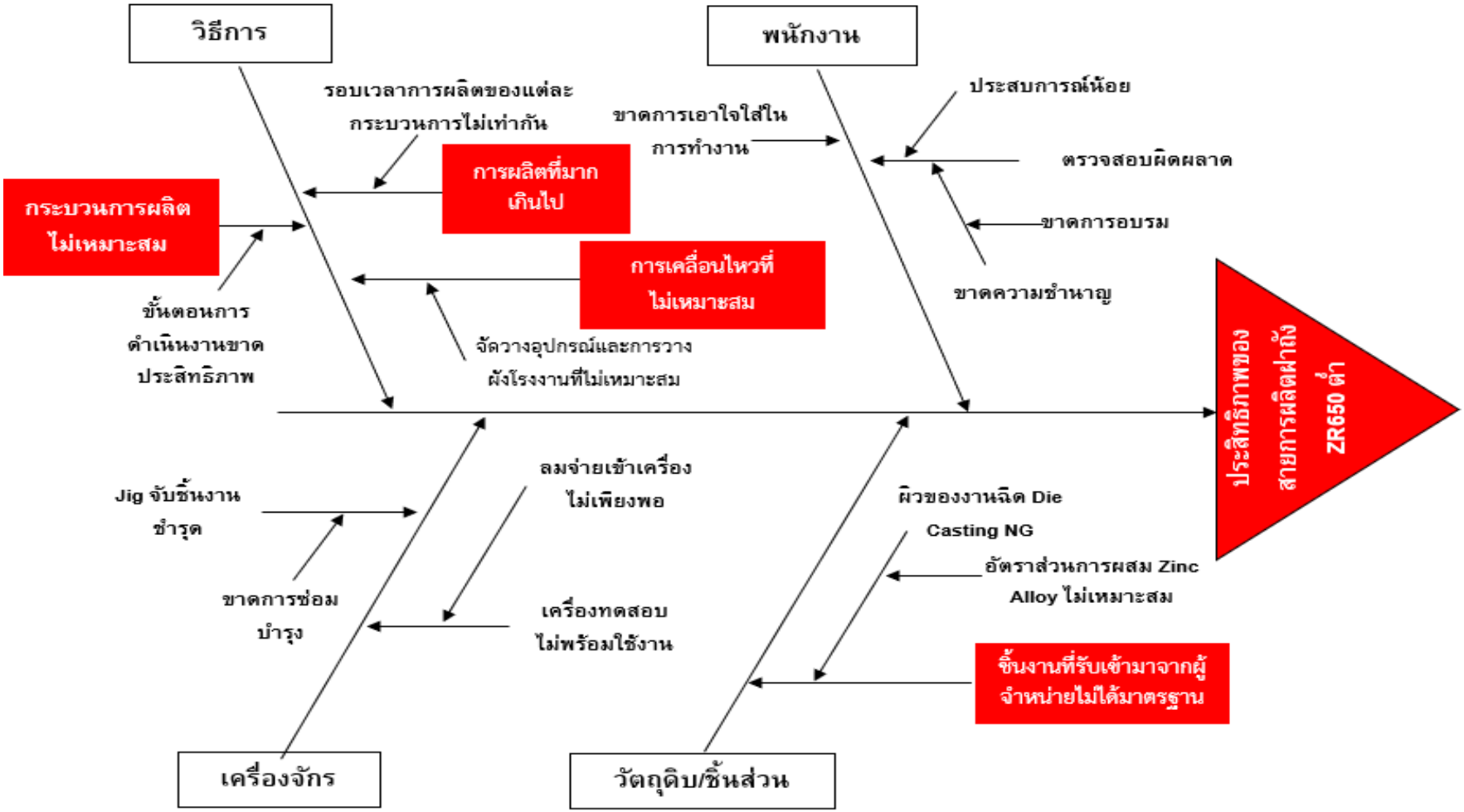
โดยทำการวิเคราะห์ร่วมกันกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการประกอบฝาถังน้ำมันรถจักรยานยนต์รุ่น ZR650 ดังนี้คือ

1. ฝ่ายออกแบบ (Engineering Design)
2. ฝ่ายกระบวนการผลิต (Process Engineering)
3. ฝ่ายควบคุมคุณภาพ (Quality Control Engineering)

หลังจากดำเนินการศึกษาข้อมูลในขั้นตอน Measure Phase เพื่อบ่งชี้ปัญหาของกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 โดยอย่างละเอียดแล้วนั้น ทางผู้วิจัยสามารถสรุปปัญหาที่สำคัญหลักๆ ได้ดังต่อไปนี้คือ

1. ความสูญเปล่าที่เกิดจากประสิทธิภาพของสายการผลิต
2. ความสูญเปล่าที่เกิดจากปัญหาของคุณภาพชิ้นงานแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ
   2.1 ปัญหาลักษณะภายนอก (Appearance) ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
   2.2 ปัญหาชิ้นงานตรวจไม่ผ่านเครื่องตรวจสอบการรั่ว (Leakage)

หลังจากรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 แล้ว ลำดับขึ้นตอนต่อไปคือ การนำผังแสดงเหตุและผล (Cause and effect diagram) มาประยุกต์ใช้เพื่อหาสาเหตุที่ส่งผลต่อข้อบกพร่อง โดยวิธีการระดมสมอง (Brainstorming) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดปัจจัยนำเข้าทั้งหมดที่ส่งต่อผลความสูญเปล่าที่เกิดจากประสิทธิภาพของสายการผลิตและความสูญเปล่าที่เกิดจากปัญหาคุณภาพของชิ้นงาน การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา ดังภาพที่ 40 ทำให้สรุปสาเหตุได้ดังตารางที่ 12




ภาพที่ 40 แผนผังก้างปลาวิเคราะห์สาเหตุปัญหาประสิทธิภาพสายการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 ต่ำ

ตารางที่ 12 สรุปสาเหตุของปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา

| ปัญหา | ปัญหาย่อย | สาเหตุ | แนวทางการแก้ปัญหา |
|---|---|---|---|
| ความสูญเปล่าจากประสิทธิภาพสายการผลิต | รอบเวลาการผลิตของ ฝาถังน้ำมันมอเตอร์ไซด์รุ่น ZR650 สูง | การทำงานของพนักงานไม่เป็นไปตามมาตรฐาน | ปรับปรุงมาตรฐานการทำงาน (OS) ของสถานีประกอบที่ 1 ใหม่ |
| | | การเคลื่อนไหวของพนักงานประกอบไม่เหมาะสม | ใช้หลักการ ECRS เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเคลื่อนไหวของพนักงาน |
| | | โต๊ะปฏิบัติงานของสถานี Assembly 1 ไม่เหมาะสมกับสรีระของพนักงานในไลน์การผลิต | ใช้หลักการErgonomic มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงโต๊ะปฏิบัติงาน |
| ความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพชิ้นงาน | ชิ้นงานไม่ผ่านการตรวจสอบลักษณะภายนอก | ชิ้นงานมีรอยตำหนิ เช่น รอยขีดข่วน เสียรูป สีเพี้ยน ครีบ เป็นต้น | ควบคุมคุณภาพชิ้นงานงานในกระบวนการผลิตของ Supplier ด้วยการนำทีมงานเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา |
| | | พนักงานในไลน์ประกอบแยกไม่ออกว่าชิ้นงานดีหรือเสีย | จัดทำ Master Limit Sample และทำการอบรมทักษะการวัดด้วยสายตาของพนักงานตรวจสอบ ด้วยหลักการ MSA |
| | ชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบการรั่ว (Leakage) | ผิวชิ้นงานของ Inner Case ไม่เรียบ เกิดขึ้นจากกระบวนการฉีดสังกะสีภายใน | ควบคุม Condition ในการฉีด และอัตราส่วนผสมระหว่าง New Ingot และ Recycle Ingot |
| | | Inner Case S/A ไม่ได้ค่าแรงกดทับตามมาตรฐานที่กำหนด | กำหนดมาตรฐานค่าพารามิเตอร์ให้ชัดเจน และทำการทวนสอบอยู่เสมอโดยจัดทำใบ Check sheet จดบันทึกค่าพารามิเตอร์ของเครื่อง |

## การปรับปรุง (Improve Phase)

ในการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการผลิตฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 หลังจากได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตปัจจุบันด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) สามารถสรุปแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าจากประสิทธิภาพสายการผลิตและจากปัญหาหาคุณภาพชิ้นงานได้ดังต่อไปนี้

**การปรับปรุงปัญหาความสูญเปล่าจากประสิทธิภาพของสายการผลิต**

ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาความสูญเปล่าจากประสิทธิภาพของการผลิต พบว่ากระบวนการผลิตในไลน์ Assembly 1 มีการใช้เวลาในการประกอบมากที่สุด ทำให้เกิดการรอคอยหรือ Button Neck ในกระบวนการผลิต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงมาตรฐานการทำงานของสถานี Assembly 1 ใหม่ด้วยหลักการ ECRS และ Ergonomics เพื่อลดเวลาการทำงานในสถานี Assembly 1 ตามหัวข้อดังต่อไปนี้

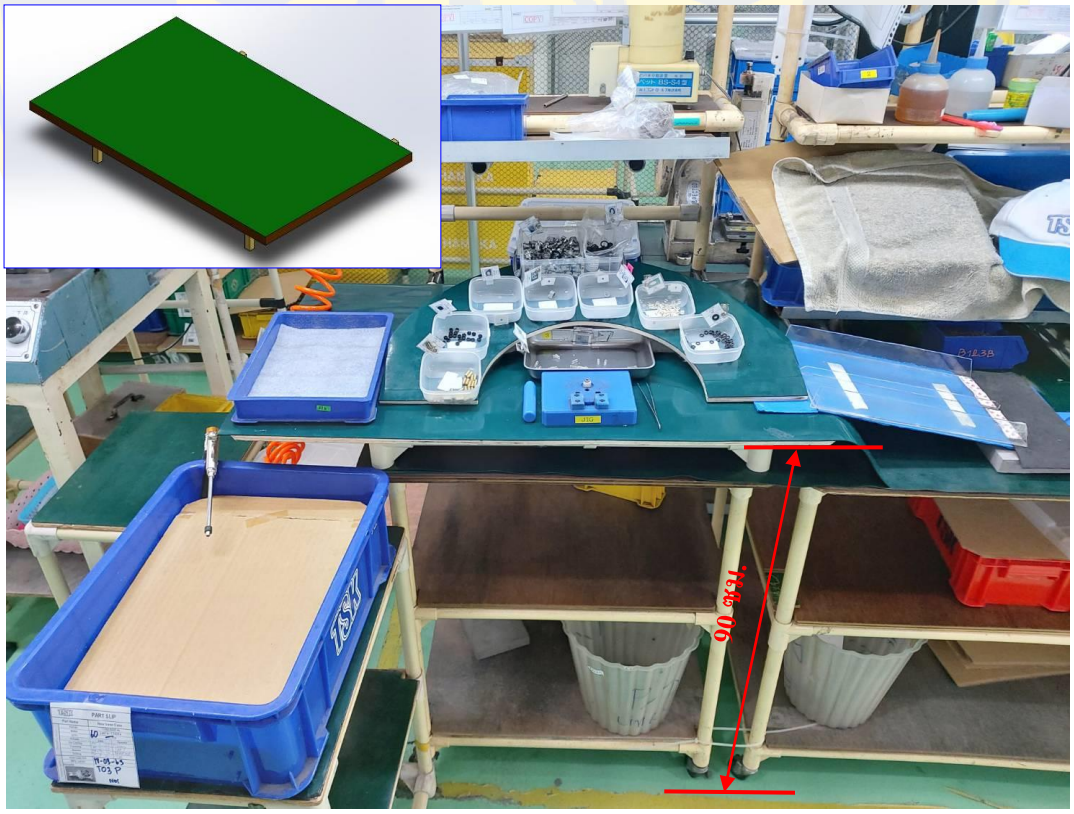
1. การออกแบบพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน

การออกแบบพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงานโดยใช้โปรแกรม Solid work ในอัตราส่วน 1:1 โดยการออกแบบนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ ในส่วนของการเพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงาน เพื่อลดความเมื่อยล้าของพนักงาน และในส่วนของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนเพื่อลดการสูญเสียจากการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น (Muda of Motion) ลดเวลาในการปฏิบัติงานลงและลดความเมื่อยล้าของพนักงาน

1.1 เพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงาน

จากการสังเกตพบว่าพนักงานมีความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน เนื่องจากมีลักษณะการปฏิบัติงานโดยการก้มคอ หลังงอ ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน จึงมีการศึกษาพื้นที่การปฏิบัติงาน ซึ่งใช้โต๊ะเพื่อให้พนักงานยืนปฏิบัติงานตลอดเวลาการปฏิบัติงาน และงานที่ทำเป็นงานประกอบชิ้นส่วนซึ่งเป็นงานเบา ซึ่งเป็นลักษณะงานเบาจึงจัดระดับความสูงของโต๊ะปฏิบัติงานให้ต่ำกว่าความสูงระดับข้อศอก ประมาณ 5 - 10 เซนติเมตร แต่เนื่องจากการปฏิบัติงานมี Jig ของชิ้นงานเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นจึงนำความสูงของ Jig มารวมด้วย โดยการปรับปรุงโต๊ะการปฏิบัติงานให้ระดับข้อศอกมีความสูงมากกว่าระดับ Jig ประมาณ 5 – 10 เซนติเมตรจากการสำรวจพบว่าพนักงานที่ปฏิบัติงาน (ดังตารางที่ 16) มีส่วนสูงเฉลี่ยโดยประมาณ 158 เซนติเมตร โต๊ะปฏิบัติงานที่ใช้อยู่มีความสูง 83 เซนติเมตร ดังภาพที่ 41 จึงทำให้เกิดความเมื่อยล้าของพนักงาน เพื่อแก้ปัญหานี้ทีมงานจึงได้ออกแบบและจัดทำโต๊ะให้มีความสูงเหมาะสมกับวิธีการยืนปฏิบัติงานของพนักงานโดยเพิ่มความสูงของโต๊ะเป็น 90 เซนติเมตร ดังภาพที่ 42

ภาพที่ 41 ความสูงของโต๊ะทำงานและสภาพการทำงานก่อนการปรับปรุง



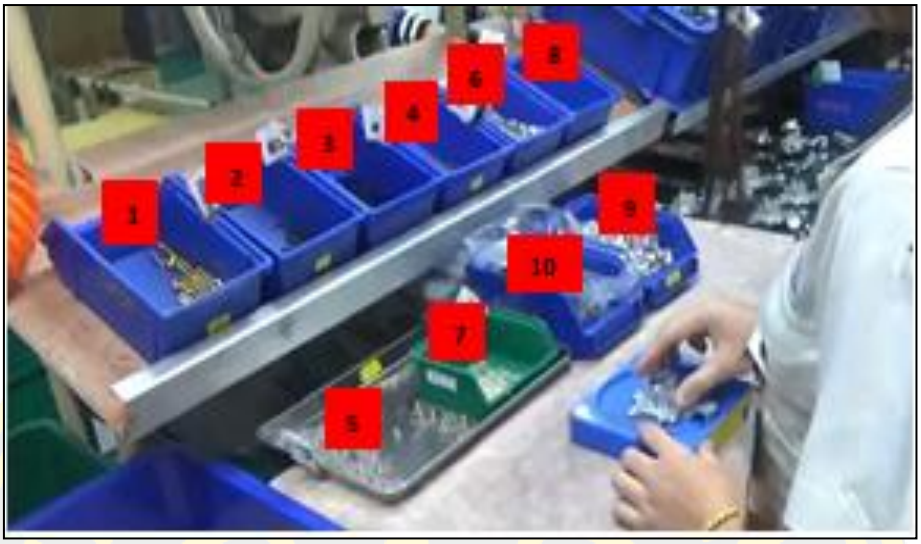

ภาพที่ 42 การออกแบบการเพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงาน

ตารางที่ 13 ส่วนสูงของพนักงานสายการประกอบฝาถังน้ำมันจักรยานยนต์รุ่น ZR650

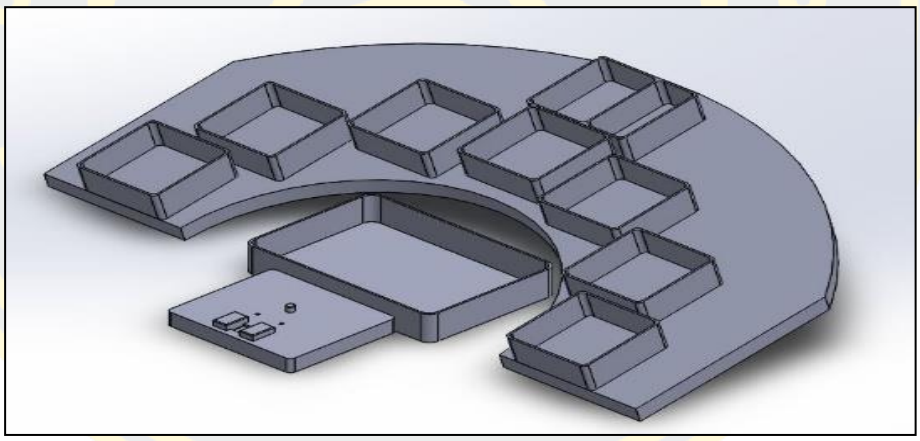
| พนักงานคนที่ | เพศ | ส่วนสูงของพนักงาน (เซนติเมตร) | ค่าเฉลี่ยส่วนสูงของพนักงานทั้งหมด (เซนติเมตร) |
|---|---|---|---|
| 1 | หญิง | 160 | |
| 2 | หญิง | 156 | |
| 3 | หญิง | 160 | |
| 4 | หญิง | 156 | |
| 5 | หญิง | 162 | |
| 6 | หญิง | 157 | |
| 7 | หญิง | 147 | |
| 8 | หญิง | 166 | 158.33 ≈ 158 |
| 9 | หญิง | 160 | |
| 10 | หญิง | 158 | |
| 11 | หญิง | 158 | |
| 12 | หญิง | 150 | |
| 13 | หญิง | 150 | |
| 14 | หญิง | 170 | |
| 15 | หญิง | 165 | |

1.2 พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน

จากเดิมพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (ก่อนการปรับปรุง) ระบุตำแหน่งในการวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนโดยสี่เหลี่ยมสีแดงดังภาพที่ 43 ดังนี้ 1) Bar 2) O Ring 3) Valve A 4) Gasket A 5) Spring 17 6) Valve Seat A 7) Valve B 8) Valve Seat B 9) Cam Rotor และ 10) UV Ring จะเห็นได้ว่ามีระยะการเคลื่อนย้ายมือค่อนข้างมาก และจากตำแหน่งของกล่องบรรจุชิ้นส่วนมีการเคลื่อนไหวของมือไม่เป็นไปตามหลักเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหว ดังนั้นจึงมีการออกแบบพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนใหม่ เพื่อให้เป็นไปตามเศรษฐศาสตร์ของการเคลื่อนไหว ลดระยะการเคลื่อนย้ายมือ และทำให้ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเป็นมาตรฐาน ดังภาพที่ 44

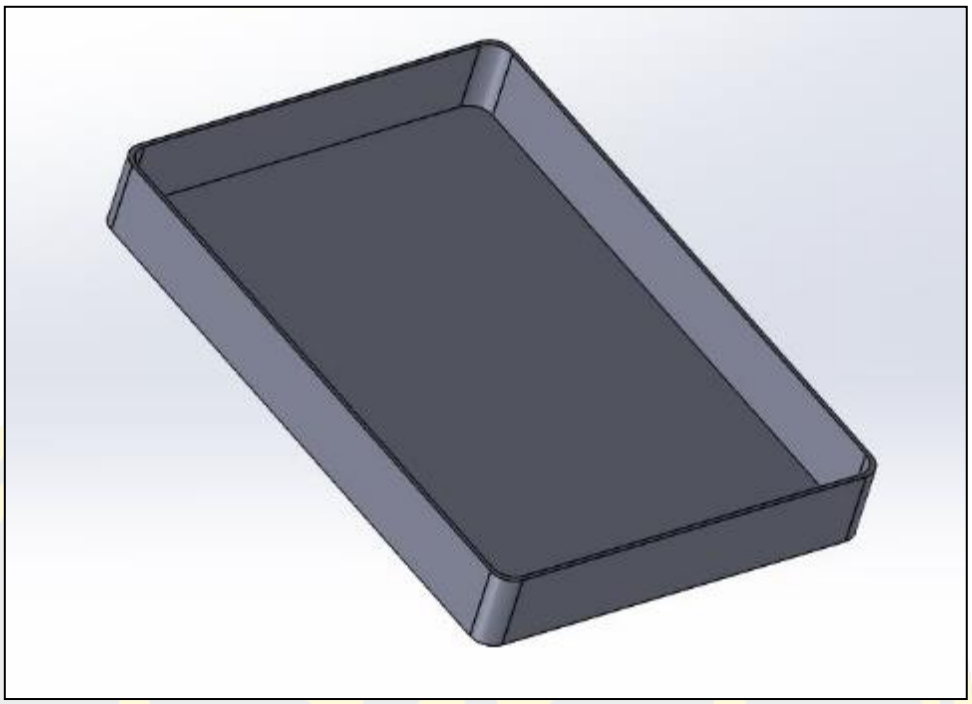



ภาพที่ 43 พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (ก่อนการปรังปรุง)

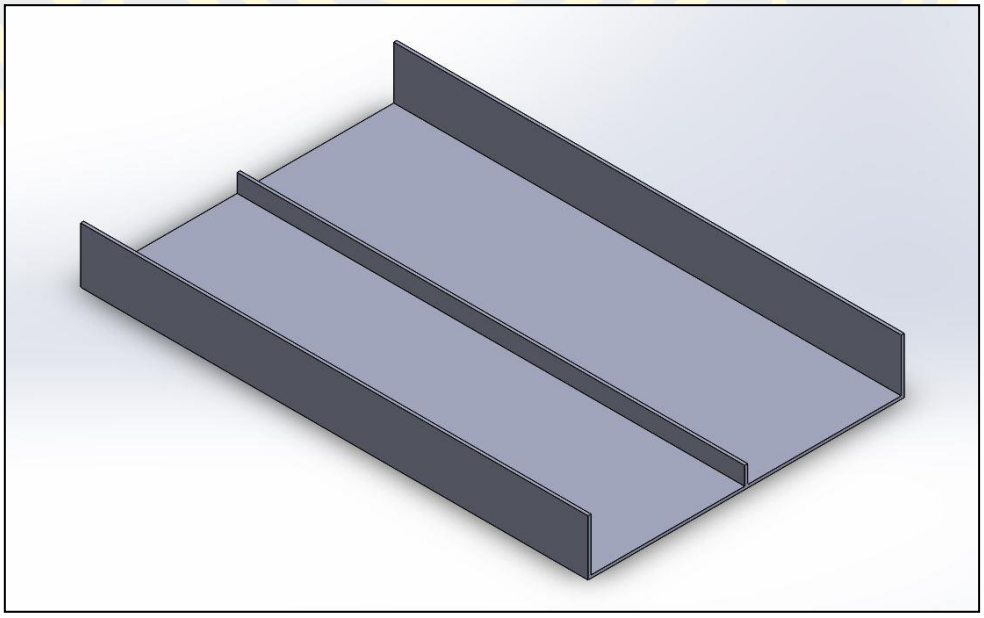


ภาพที่ 44 การออกแบบพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง)

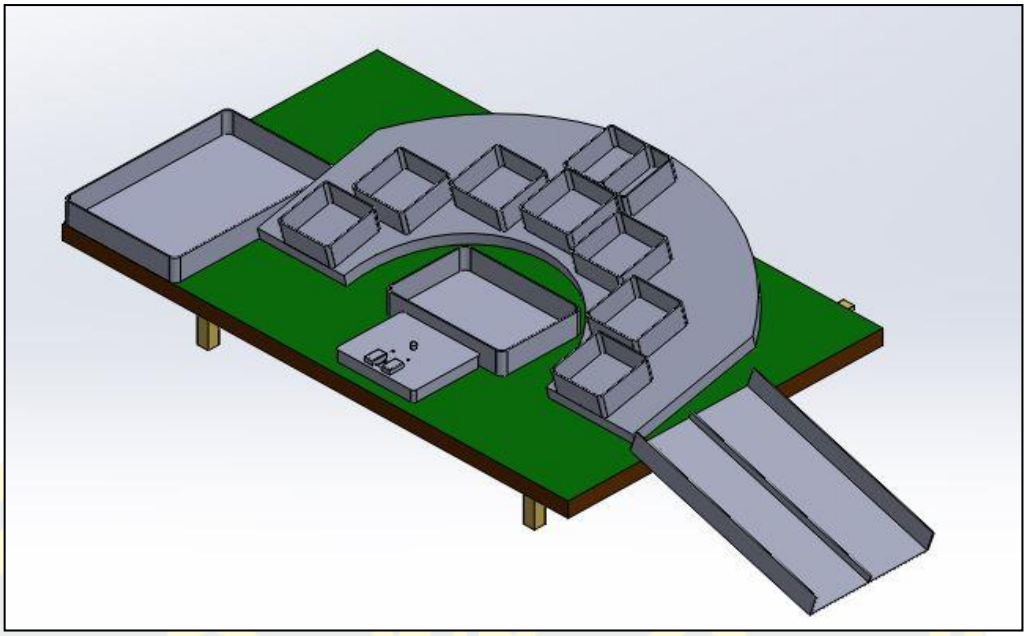
นอกจากที่กล่าวไปข้างต้นได้เพิ่มการออกแบบโดยการนำกล่องพลาสติกมาอยู่ในพื้นที่การปฏิบัติงานเพื่อบรรจุ Inner Case Comp. หลังจากการเป่าลมดังภาพที่ 45 และเพิ่มการออกแบบการลำเลียงชิ้นงานที่ประกอบเสร็จในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ไปยังสถานีถัดไปดังภาพที่ 46 และจะได้การออกแบบพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงานดังภาพที่ 47 เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 45 การออกแบบกล่องพลาสติก (หลังการปรับปรุง)



ภาพที่ 46 การออกแบบการลำเลียงชิ้นงานที่ประกอบเสร็จในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) (หลังการปรับปรุง)



ภาพที่ 47 การออกแบบพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน (หลังการปรับปรุง)

1.3 ดำเนินตามการออกแบบพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน (ก่อนปรับปรุง)

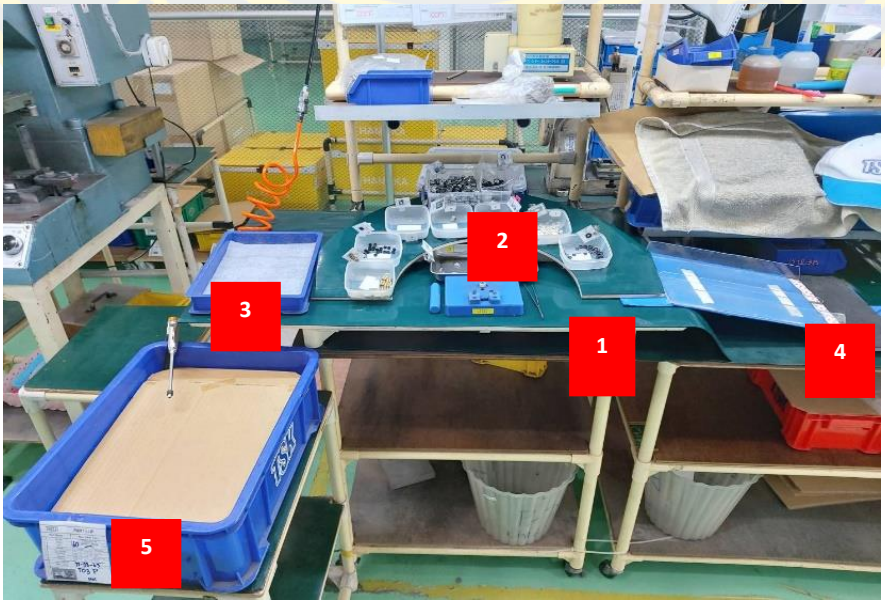
1.3.1 เพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงาน

จากการออกแบบการเพิ่มความสูงของโต๊ะผู้ปฏิบัติงาน มีการทำในส่วนของไม้กระดานที่มีความยาว 90 เซนติเมตร ความกว้าง 56 เซนติเมตร และความหนา 0.8 เซนติเมตร ในส่วนของแผ่นรองที่มีความยาวและความกว้างเท่ากับขนาดของไม้กระดาน และมีความหนา 0.2 เซนติเมตร และในส่วนโครงรองไม้กระดานใช้ท่อเหล็กเคลือบพลาสติกขนาด ¾ นิ้ว ยาว 54 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อน และ ยาว 55 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และข้อต่อสามทางขนาด ¾ นิ้ว จำนวน 2 ชิ้น โดยความสูงของโต๊ะการปฏิบัติงานมีความสูง 7 เซนติเมตร

1.3.2 พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน

จากการออกแบบพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนมีการทำในส่วนของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนใช้ไม้กระดานที่มีความโค้งวงนอก 36 เซนติเมตร ความโค้งวงใน 18 เซนติเมตร ความกว้าง 15 เซนติเมตร โดยก่อนโค้งวงนอกมีระยะตรงยาว 14 เซนติเมตร ความหนา 0.8 เซนติเมตร มีแผ่นรองบนไม้กระดานที่มีขนาดเท่ากับไม้กระดาน และมีความหนา 0.2 เซนติเมตร ในส่วนของโครงรองไม้กระดานใช้ท่อเหล็กเคลือบพลาสติกขนาด ¾ นิ้ว ยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน และ ยาว 6 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อน และข้อต่อสามทางขนาด ¾ นิ้ว จำนวน 1 ชิ้น โดยพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นมีความสูง 9 เซนติเมตร และในส่วนของกล่องบรรจุ

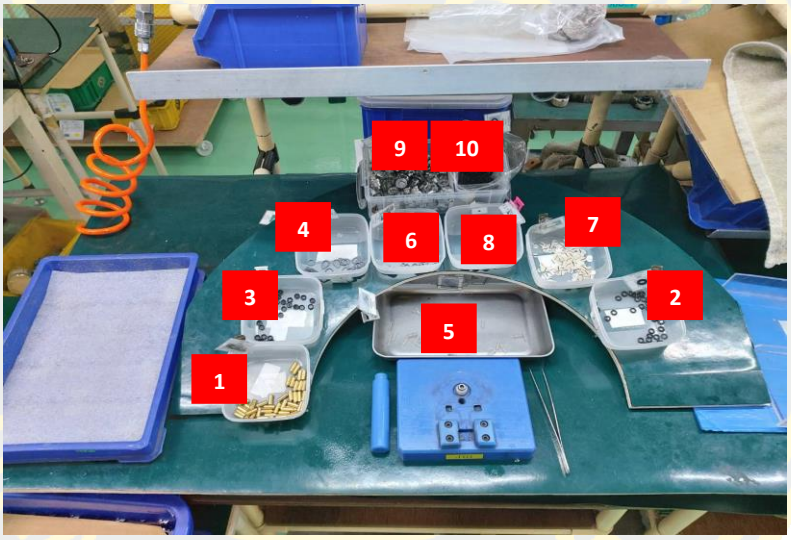
ชิ้นส่วนมีขนาดความยาว 9 เซนติเมตร ความกว้าง 9 เซนติเมตร และความสูง 4 เซนติเมตร จำนวน 7 กล่อง ขนาดความยาว 11 เซนติเมตร ความกว้าง 9 เซนติเมตร และความสูง 4 เซนติเมตร จำนวน 1 กล่อง ขนาดความยาว 9 เซนติเมตร ความกว้าง 6.5 เซนติเมตร และความสูง 4 เซนติเมตร จำนวน 1 กล่อง และถาด Spring 17 มีขนาดความยาว 21 เซนติเมตร ความกว้าง 14.5 เซนติเมตร และความสูง 4 เซนติเมตร นอกจากที่กล่าวไปข้างต้น ในส่วนของการออกแบบโดยการนำกล่องพลาสติกมาอยู่ในพื้นที่การปฏิบัติงาน มีขนาดความยาว 29.4 เซนติเมตร ความกว้าง 21.5 เซนติเมตร ความสูง 6 เซนติเมตร และความหนา 0.2 เซนติเมตร ซึ่งในกล่องพลาสติกมีแผ่นโฟมขนาดความยาว 29.2 เซนติเมตร และความกว้าง 21.3 เซนติเมตร โดยวางกล่องพลาสติกด้านซ้ายของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง) ในส่วนของการออกแบบการลำเลียงชิ้นงานที่ประกอบเสร็จในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ไปยังสถานีถัดไป โดยใช้แผ่นอะครีลิคที่มีความหนา 0.2 เซนติเมตร ขนาดความยาว 3 4เซนติเมตร และความกว้าง 21 เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้น ขนาดความยาว 3 4เซนติเมตร และความกว้าง 3.5 เซนติเมตร จำนวน 2 ชิ้น และขนาดความยาว 3 4เซนติเมตร และความกว้าง 1. 5เซนติเมตร จำนวน 1 ชิ้น และมีการเคลื่อนย้ายโต๊ะวางกล่องบรรจุ Inner Case Comp. ก่อนเป่าลมจากด้านซ้ายโต๊ะปฏิบัติงานไปยังด้านหน้าของโต๊ะปฏิบัติงานและทางด้านซ้ายของพนักงานปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงได้พื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน ดังภาพที่ 48 เพื่อให้พนักงานปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น




ภาพที่ 48 พื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงาน (หลังการปรับปรุง)

จากภาพที่ 48 ลำดับหมายเลขในสี่เหลี่ยมสีแดงบอกถึงตำแหน่งของแต่ละส่วนในพื้นที่การปฏิบัติงานของพนักงานหลังการปรับปรุง โดยหมายเลข 1) การเพิ่มความสูงของโต๊ะการปฏิบัติงาน 2) พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน 3) กล่องวาง Inner Case Comp. หลังการเป่าลม 4) ถาดลำเลียงชิ้นงานที่ประกอบเสร็จจากสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) และ 5) กล่องบรรจุ Inner Case Comp. ก่อนการเป่าลม

ในส่วนของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนหลังการปรับปรุง มีตำแหน่งในการวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนโดยสี่เหลี่ยมสีแดงดังภาพที่ 49 ดังนี้ 1) Bar 2) O Ring 3) Valve A 4) Gasket A 5) Spring 17 6) Valve Seat A 7) Valve B 8) Valve Seat B 9) Cam Rotor และ 10) UV Ring




ภาพที่ 49 พื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง)

1.4 การปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (หลังการปรับปรับปรุง)

1.4.1 ขั้นตอนมาตรฐานการปฏิบัติงานของพนักงานสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุงโดยการกำหนดมาตรฐานการปฏิบัติงานในสถานีงาน Assembly 1 หลังการปรับปรุงมีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

1) เป่าลมภายใน Inner Case Comp. แล้วนำมาวางบนถาด จำนวน 10 ชิ้น/ครั้ง

2) นำ Inner Case Comp. วางลง Jig ทีละชิ้น

3) ประกอบ Bar และ O Ring เข้ากับ Inner Case Comp.

4) ประกอบ Valve A, Gasket A, Spring 17, Valve Seat A, Valve Bและ Valve Seat B เข้ากับ Inner Case Comp.

5) ประกอบ UV Ring เข้ากับ Cam Rotor ก่อนแล้วประกอบแล้วเข้ากับ Inner Case Comp.

6) เมื่อประกอบเสร็จสิ้นจึงส่งให้สถานีงานถัดไป

1.4.2 การแบ่งงานย่อยของมาตรฐานการปฏิบัติงานในสถานีงานประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุงเป็นการศึกษาเวลโดยตรงของสถานีงานประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ใช้การจับเวลาแบบย้อนกลับ (Snap Back) โดยสามารถแบ่งงานย่อยได้ทั้งหมด 4 งานย่อยดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แสดงรายละเอียดการประกอบชิ้นงานย่อยในกระบวนการ Assembly 1

| สถานีงาน | จุดเริ่มต้น | จุดสิ้นสุด |
|---|---|---|
| งานย่อยที่ 1 | นำ Inner Case Comp. ออกจากกล่อง ทำการเป่าลมภายใน Inner Case Comp. เมื่อเป่าลมเสร็จจึงวางลงถาด จำนวน 10 ชิ้น/ครั้ง | เมื่อมือขวาวางปืนเป่าลมแล้ว |
| งานย่อยที่ 2 | จุดเริ่มต้น : นำ Inner Case Comp. ออกจากถาด แล้วจึงนำไปวางลง Jig จากนั้นนำ Bar กับ O Ring ประกอบลง Inner Case Comp. | เมื่อมือขวาประกอบ O Ring ลง Inner Case Comp. แล้ว |
| งานย่อยที่ 3 | ประกอบ Valve A, Gasket A, Spring 17, Valve Seat A, Valve B และ Valve Seat B ใน Inner Case Comp. | เมื่อมือขวาประกอบ Valve Seat A, Valve B และ Valve Seat B ลง Inner Case Comp. แล้ว |
| งานย่อยที่ 4 | ประกอบ UV Ring เข้ากับ Cam Rotor แล้วจึงนำไปประกอบลง Inner Case Comp. จากนั้นจึงส่งให้สถานีงานถัดไป | เมื่อมือขวาส่งชิ้นงานที่เสร็จสิ้นภายในสถานีงาน Assembly 1 ไปยังสถานีถัดไปแล้ว |

1.4.3 ข้อมูลแสดงเวลาของมาตรฐานการปฏิบัติงานในสถานีงานประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง

เวลาของสถานีงานประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) จะใช้ในการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของ $\overline{X}$ (Standard Error of Mean) ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Relative Accuracy) เวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time) เวลาปกติของ

การปฏิบัติงาน (Normal Time) และเวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน (Standard Time) จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลเวลาเบื้องต้นของงานย่อยงานที่ 1 มา 10 ตัวอย่าง พบว่ามีการกระจายของข้อมูลดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ข้อมูลของงานย่อยที่ 1 ทั้งหมด 10 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง

| งานย่อย | เวลาการปฏิบัติงาน (วินาที) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| งานย่อยที่ 1 | 12.10 | 11.73 | 13.62 | 12.18 | 13.46 | 12.79 | 11.92 | 11.10 | 11.96 | 13.07 |

จากตารางที่ 15 กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากับ 10 ข้อมูล ในการคำนวณเวลามาตรฐานใช้วิธี เมื่อ n มีขนาดน้อยกว่า 30 ข้อมูล จะมีลักษณะการแจกแจงแบบที (t - Distribution) โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% (95% CI) ซึ่งค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จะอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 5% จากค่าที่เป็นจริง มีการคำนวณดังนี้

1) การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของ $\bar{X}$ (Standard Error of Mean)

$$\bar{X} = 180.8700 \text{ , } \sum(X - \bar{X})^2 = 0464.12$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{12.0464}{10-1}} = 1.1569$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{S_x}{\sqrt{N}} = \frac{1.1569}{\sqrt{10}} = 0.3659$$

2) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Relative Accuracy)

เนื่องจาก $\alpha = 0.05$ , $v = n - 1 = 10 - 1 = 9$ ดังนั้น $t_{\frac{\alpha}{2}, v} = t_{0.025,9}$ เมื่อนำไปเปิดค่าจากตารางการแจกแจงทีจะได้ 2.262 ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลคือ

$$\text{rel.acc.} = \pm \frac{t_{\frac{\alpha}{2},v} \times S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$\text{rel.acc.} = \pm 4.5754$$

ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ± 4.5754 ซึ่งอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% ดังนั้นสามารถใช้ข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมาได้

เมื่อได้ข้อมูลจากตารางที่ 15 ที่สามารถนำมาใช้ได้แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

3) การคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time) เนื่องจากงานย่อยที่ 1 เป็นการจับเวลาโดย 10 ชิ้น/ครั้ง และเก็บข้อมูลตัวอย่างเป็นจำนวน 10 ข้อมูล ดังนั้นจับเวลาทั้งหมด 100 ชิ้น/ 10 ครั้ง

$$\text{Representative Time} = \frac{(17.29 + 19.31 + 17.98 + \ldots + 18.20)}{100}$$

Representative Time = 1.8087 วินาที

หลังจากได้ค่าเวลาตัวแทนแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าเวลาปกติ โดยจะต้องมีการประเมินอัตราความเร็วของการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยใช้วิธี Westinghouse System of Rating พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัว ดังนี้

(1) ทักษะหรือความชำนาญ (Skill)

(2) ความพยายาม (Effort)

(3) สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Conditions)

(4) ความสม่ำเสมอ (Consistency)

4) การคำนวณหาค่าเวลาปกติของการปฏิบัติงาน (Normal Time)

จากการจับเวลาของงานย่อยที่ 1 เวลาตัวแทนที่คำนวณได้คือ 1.8087 วินาที ได้ให้คะแนนขององค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Skill | : Average | = | D | 0.00 |
| Effort | : Average | = | D | 0.00 |
| Conditions | : Fair | = | E | - 0.03 |
| Consistency | : Average | = | C | 0.00 |
| | รวมคะแนน | | | - 0.03 |

ค่าปรับความเร็วเป็น – แสดงว่าพนักงานปฏิบัติงานช้ากว่าปกติ 3% หรือเท่ากับอัตราความเร็ว 0.97 คำนวณหาเวลาปกติได้ดังนี้

เวลาปกติ (Normal Time) = ค่าเวลาตัวแทน × อัตราความเร็ว

∴ เวลาปกติ (Normal Time) = 1.8087 × 0.97 = 1.7544 วินาที

จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลเวลาเบื้องต้นของงานย่อยงานที่ 2 มา 30 ตัวอย่าง พบว่ามีการกระจายของข้อมูลดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ข้อมูลของงานย่อยที่ 2 ทั้งหมด 30 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง

| งานย่อย | เวลาการปฏิบัติงาน (วินาที) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| งานย่อยที่ 2 | 4.85 | 4.40 | 4.03 | 4.45 | 4.59 | 4.77 | 5.45 | 4.65 | 4.00 | 4.40 |
| | 4.00 | 4.45 | 4.20 | 4.26 | 4.80 | 4.52 | 4.77 | 4.05 | 4.68 | 4.71 |
| | 3.86 | 4.40 | 4.46 | 4.94 | 4.13 | 4.43 | 4.44 | 4.00 | 4.94 | 4.13 |

จากตารางที่ 16 กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากับ 30 ข้อมูล ในการคำนวณเวลามาตรฐานใช้วิธี เมื่อ n มีขนาดมากกว่า 30 ข้อมูล จะมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% (95% CI) ซึ่งค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จะอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% จากค่าที่เป็นจริง มีการคำนวณดังนี้

1) การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของ $\bar{X}$

$\bar{X}$ = 4.4587 , $\sum X$ = 133.7600 , $\sum X^2$ = 600.1450

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\frac{1}{30}\sqrt{(30)(600.1450)-(133.7600)^2}}{\sqrt{30}}$$

$\sigma_{\bar{X}}$ = 0.0646

2) การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Relative Accuracy)

เนื่องจากพื้นที่ใต้โค้งเท่ากับ 95% ซึ่งตรงกับค่า $Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.975}$ เมื่อนำไปเปิดค่าจากตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจะได้ 1.96 ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลคือ

$$\text{rel.acc.} = \pm \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sigma_{\bar{X}}}{\bar{X}} \times 100\%$$

rel.acc. = ± 2.8390

ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ± 2.8390 ซึ่งอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% ดังนั้นสามารถใช้ข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมาได้

เมื่อได้ข้อมูลจากตารางที่ 16 ที่สามารถนำมาใช้ได้แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

3) การคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time)

$$\text{Representative Time} = \frac{4.85 + 4.40 + 4.03 + \ldots + 4.13}{30}$$

Representative Time = 4.4587 วินาที

หลังจากได้ค่าเวลาตัวแทนแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าเวลาปกติ โดยจะต้องมีการประเมินอัตราความเร็วของการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยใช้วิธี Westinghouse System of Rating พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัว ดังนี้

(1) ทักษะหรือความชำนาญ (Skill)

(2) ความพยายาม (Effort)

(3) สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Conditions)

(4) ความสม่ำเสมอ (Consistency)

4) การคำนวณหาค่าเวลาปกติของการปฏิบัติงาน (Normal Time)

จากการจับเวลาของงานย่อยที่ 2 เวลาตัวแทนที่คำนวณได้คือ 4.4587 วินาที ได้ให้คะแนนขององค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| Skill | : Average= | D | 0.00 |
| Effort | : Fair = | E1 | - 0.04 |
| Conditions | : Good = | C | + 0.02 |
| Consistency | : Average= | D | 0.00 |
| | รวมคะแนน | | - 0.02 |

ค่าปรับความเร็วเป็น – แสดงว่าพนักงานปฏิบัติงานช้ากว่าปกติ 2% หรือเท่ากับอัตราความเร็ว 0.98 คำนวณหาเวลาปกติได้ดังนี้

เวลาปกติ (Normal Time) = ค่าเวลาตัวแทน × อัตราความเร็ว

∴ เวลาปกติ (Normal Time) = 4.4587 × 0.98 = 4.3695 วินาที

จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลเวลาเบื้องต้นของงานย่อยงานที่ 3 มา 30 ตัวอย่าง พบว่ามีการกระจายของข้อมูลดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ข้อมูลของงานย่อยที่ 3 ทั้งหมด 30 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง

| งานย่อย | เวลาการปฏิบัติงาน (วินาที) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| งานย่อยที่ 3 | 12.90 | 13.59 | 14.32 | 14.17 | 14.52 | 14.45 | 12.74 | 14.88 | 14.38 | 15.43 |
| | 14.44 | 14.10 | 15.57 | 16.86 | 15.22 | 12.38 | 15.54 | 14.77 | 13.20 | 11.37 |
| | 11.88 | 12.86 | 15.51 | 15.45 | 12.85 | 12.47 | 12.93 | 13.47 | 13.95 | 13.00 |

จากตารางที่ 17 กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากับ 30 ข้อมูล ในการคำนวณเวลามาตรฐานใช้วิธี เมื่อ n มีขนาดมากกว่า 30 ข้อมูล จะมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% (95% CI) ซึ่งค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จะอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% จากค่าที่เป็นจริง มีการคำนวณดังนี้

1) การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของ $\bar{X}$

$\bar{X}$ = 13.9733 , $\sum X$ = 419.2000 , $\sum X^2$ = 5905.8842

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\frac{1}{30}\sqrt{(30)(5905.8842)-(419.2000)^2}}{\sqrt{30}}$$

$\sigma_{\bar{X}}$ = 0.2316

2) คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Relative Accuracy)

เนื่องจากพื้นที่ใต้โค้งเท่ากับ 95% ซึ่งตรงกับค่า $Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.975}$ เมื่อนำไปเปิดค่าจากตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจะได้ 1.96 ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลคือ

$$\text{rel.acc.} = \pm\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sigma_{\bar{X}}}{\bar{X}} \times 100\%$$

rel.acc. = ± 3.2482

ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ± 3.2482 ซึ่งอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% ดังนั้นสามารถใช้ข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมาได้

เมื่อได้ข้อมูลจากตารางที่ 17 ที่สามารถนำมาใช้ได้แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

3) การคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time)

$$\text{Representative Time} = \frac{12.90 + 13.59 + 14.32 + \ldots + 13.00}{30}$$

Representative Time = 13.9733 วินาที

หลังจากได้ค่าเวลาตัวแทนแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าเวลาปกติ โดยจะต้องมีการประเมินอัตราความเร็วของการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยใช้วิธี Westinghouse System of Rating พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัว ดังนี้

(1) ทักษะหรือความชำนาญ (Skill)

(2) ความพยายาม (Effort)

(3) สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Conditions)

(4) ความสม่ำเสมอ (Consistency)

4) การคำนวณหาค่าเวลาปกติของการปฏิบัติงาน (Normal Time)

จากการจับเวลาของงานย่อยที่ 3 เวลาตัวแทนที่คำนวณได้คือ 13.9733 วินาที ได้ให้คะแนนขององค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Skill | : Fair | = | E1 | - 0.05 |
| Effort | : Average | = | D | 0.00 |
| Conditions | : Average | = | D | 0.00 |
| Consistency | : Average | = | D | 0.00 |
| รวมคะแนน | | | | - 0.05 |

ค่าปรับความเร็วเป็น 0 แสดงว่าพนักงานปฏิบัติงานช้ากว่าปกติ 5% หรือเท่ากับอัตราความเร็ว 0.95 คำนวณหาเวลาปกติได้ดังนี้

เวลาปกติ (Normal Time) = ค่าเวลาตัวแทน $\times$ อัตราความเร็ว

$\therefore$ เวลาปกติ (Normal Time) = $13.9733 \times 0.95 = 13.2746$ วินาที

จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลเวลาเบื้องต้นของงานย่อยงานที่ 4 มา 30 ตัวอย่าง พบว่ามีการกระจายของข้อมูลดังตารางที่18

ตารางที่ 18 ข้อมูลของงานย่อยที่ 4 ทั้งหมด 30 ข้อมูล (วินาที) หลังการปรับปรุง

| งานย่อย | เวลาการปฏิบัติงาน (วินาที) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| งานย่อยที่ 4 | 7.61 | 6.92 | 6.60 | 7.13 | 6.87 | 6.54 | 6.56 | 6.69 | 6.47 | 8.53 |
| | 7.32 | 8.30 | 7.41 | 8.16 | 7.64 | 6.84 | 6.67 | 6.43 | 6.29 | 6.80 |
| | 7.88 | 7.19 | 8.76 | 7.13 | 7.78 | 6.61 | 7.11 | 7.54 | 6.81 | 8.19 |

จากตารางที่ 18 กลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเท่ากับ 30 ข้อมูล ในการคำนวณเวลามาตรฐานใช้วิธี เมื่อ n มีขนาดมากกว่า 30 ข้อมูล จะมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) โดยให้มีระดับความเชื่อมั่นไม่ต่ำกว่า 95% (95% CI) ซึ่งค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จะอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% จากค่าที่เป็นจริง มีการคำนวณดังนี้

1) การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจงของ $\bar{X}$

$\bar{X} = 7.2260$ , $\sum X = 216.7800$ , $\sum X^2 = 1579.7760$

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\frac{1}{30}\sqrt{(30)(1579.7760)-(216.7800)^2}}{\sqrt{30}}$$

$\sigma_{\bar{X}} = 0.1217$

2) การคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (Relative Accuracy)

เนื่องจากพื้นที่ใต้โค้งเท่ากับ 95% ซึ่งตรงกับค่า $Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0.975}$ เมื่อนำไปเปิดค่าจากตารางการแจกแจงแบบปกติมาตรฐานจะได้ 1.96 ดังนั้นค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลคือ

$$\text{rel.acc.} = \pm \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}} \times \sigma_{\bar{x}}}{\bar{x}} \times 100\%$$

$$\text{rel.acc.} = \pm 3.3003$$

ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูล ± 3.3003 ซึ่งอยู่ภายในค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน± 5% ดังนั้นสามารถใช้ข้อมูลตัวอย่างที่เก็บมาได้ เมื่อได้ข้อมูลจากตารางที่ 18 ที่สามารถนำมาใช้ได้แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time) โดยใช้วิธีค่าเฉลี่ย

3) การคำนวณหาค่าเวลาตัวแทนของการปฏิบัติงาน (Representative Time)

$$\text{Representative Time} = \frac{7.61 + 6.92 + 6.60 + \ldots + 8.19}{30}$$

Representative Time = 7.2260 วินาที

หลังจากได้ค่าเวลาตัวแทนแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าเวลาปกติ โดยจะต้องมีการประเมินอัตราความเร็วของการปฏิบัติงานของพนักงาน โดยใช้วิธี Westinghouse System of Rating พิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัว ดังนี้

(1) ทักษะหรือความชำนาญ (Skill)

(2) ความพยายาม (Effort)

(3) สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Conditions)

(4) ความสม่ำเสมอ (Consistency)

4) การคำนวณหาค่าเวลาปกติของการปฏิบัติงาน (Normal Time)

จากการจับเวลาของงานย่อยที่ 4 เวลาตัวแทนที่คำนวณได้คือ 7.2260 วินาที ได้ให้คะแนนขององค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ ดังนี้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Skill | : Average= | | D | 0.00 |
| Effort | : Fair | = | E1 | - 0.04 |
| Conditions | : Average= | | D | 0.00 |
| Consistency | : Fair | = | E | - 0.02 |
| รวมคะแนน | | | | - 0.06 |

ค่าปรับความเร็วเป็น - แสดงว่าพนักงานปฏิบัติงานช้ากว่าปกติ 6% หรือเท่ากับอัตราความเร็ว 0.94 คำนวณหาเวลาปกติได้ดังนี้

เวลาปกติ (Normal Time) = ค่าเวลาตัวแทน × อัตราความเร็ว

∴ เวลาปกติ (Normal Time) = 7.2260 × 0.94 = 6.7924 วินาที

หลังจากได้ค่าเวลาปกติการปฏิบัติงานของแต่ละงานย่อยแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าเวลาปกติการปฏิบัติงานของสถานีงาน และนำไปคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 เวลาปกติและเวลามาตรฐานการปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง

| งานย่อยที่ | เวลาปกติของงานย่อย (วินาที) | เวลาปกติการปฏิบัติงานของสถานีงาน (วินาที) | เวลาเผื่อทั้งหมด (%) | เวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน (วินาที/ชิ้น) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.7544 | 26.1909 | 31 % | 34.3101 |
| 2 | 4.3695 | | | |
| 3 | 13.2746 | | | |
| 4 | 6.7924 | | | |

โดยการคำนวณหาค่าเวลาปกติการปฏิบัติของงานสถานีงาน คือ

เวลาปกติการปฏิบัติงานของสถานีงาน = เวลาปกติของงานย่อยที่ 1 + เวลาปกติของงานย่อยที่ 2 + เวลาปกติของงานย่อยที่ 3 + เวลาปกติของงานย่อยที่ 4

= 1.7544 + 4.3695 + 13.2746 + 6.7924

= 26.1909 วินาที

เมื่อคำนวณการหาค่าเวลาปกติการปฏิบัติงานของสถานีงานแล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน โดยจะต้องมีการประเมินเวลาเผื่อของการปฏิบัติงานของพนักงาน ใช้วิธีประเมินจากตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อของการปฏิบัติงาน

5) การคำนวณหาค่าเวลามาตรฐานของการปฏิบัติงานจากตารางวิเคราะห์เวลาเผื่อของการปฏิบัติงาน

| | |
|---|---|
| (1) เวลาส่วนเผื่อคงที่ | 9% |
| (2) เวลาส่วนเผื่อแปรผัน | 22% |
| (3) เวลาเผื่อสำหรับความล่าช้า | 0% |
| (4) อื่น ๆ | 0% |
| รวมคิดเป็น | 31% |

คำนวณหาเวลามาตรฐานโดยมีเวลาเผื่อทั้งหมดเป็น 31% ของเวลาปกติดังนั้น

เวลามาตรฐานของการปฏิบัติงาน = เวลาปกติการปฏิบัติงานของสถานีงาน + (เปอร์เซ็นต์เวลาเผื่อทั้งหมด × เวลาปกติ)

= 26.1909 + (0.31 × 26.1909)

= 34.3101 วินาที

จากเวลาการปฏิบัติงานของพนักงานทั้งหมด 460 นาที/วัน สามารถปฏิบัติงานในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุงได้ 34.3101 วินาที/ชิ้น ซึ่งใน 1 วันสามารถปฏิบัติงานได้ 804 ชิ้น/วัน จากเป้าหมายการประกอบของบริษัทที่กำหนดเฉลี่ย 697 ชิ้น/วัน ดังนั้นหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) สามารถผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการตามที่บริษัทกำหนด

จากการคำนวณเวลามาตรฐานการปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ก่อนการปรับปรุงได้ 34.3101 วินาที/ชิ้น มีการคำนวณ takt time ได้ 39.4286 วินาที/ชิ้น ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง

1.5 ผลการปรับปรุงจากการออกแบบและปรับปรุงพื้นที่การปฏิบัติงานใหม่ ในส่วนของการเพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงานในหัวข้อที่.1 1 จากการออกแบบโต๊ะปฏิบัติงานให้เหมาะสมกับส่วนสูงของพนักงานส่วนใหญ่ในสายการประกอบ โดยพนักงานส่วนใหญ่มีส่วนสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 158 เซนติเมตร คิดเป็น 60% ของพนักงานทั้งหมด ซึ่งวัดระหว่างระดับข้อศอกของพนักงานกับความสูงของโต๊ะการปฏิบัติงานที่มี Jig ของชิ้นงานเข้ามาเพิ่มความสูง วัดระยะห่างได้ผลดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ข้อมูลระยะห่างระหว่างระยะข้อศอกพนักงานและระยะ Jig ของชิ้นงานในพนักงานจำนวน 60% ของพนักงานทั้งหมด

| พนักงานคนที่ | ส่วนสูงของพนักงาน (ซม.) | ระยะห่างระหว่างข้อศอกและระยะ Jig ของชิ้นงาน (ซม.) | ระยะห่างอยู่ระหว่าง 5 –10 (ซม.) |
|---|---|---|---|
| 1 | 158 | 6.0 | ✓ |
| 2 | 158 | 6.0 | ✓ |
| 3 | 160 | 7.0 | ✓ |
| 4 | 160 | 7.3 | ✓ |
| 5 | 160 | 7.5 | ✓ |
| 6 | 162 | 7.9 | ✓ |
| 7 | 165 | 8.5 | ✓ |
| 8 | 166 | 5.8 | ✓ |
| 9 | 170 | 10.0 | ✓ |

จากตารางที่ 20 การเพิ่มความสูงของโต๊ะปฏิบัติงานจากเดิม 7 เซนติเมตร ทำให้โต๊ะยืนปฏิบัติงานเป็นไปตามหลักการยศาสตร์ในพนักงานส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับส่วนสูงส่วนใหญ่ของพนักงาน ส่งผลให้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดการเมื่อยล้าของพนักงานลง เป็นส่วนหนึ่งของการปรับปรุงพื้นที่การปฏิบัติงาน

ในส่วนของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนในหัวข้อที่ 1.2 จากการออกแบบพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนหลังการปรับปรุง เป็นการปรับปรุงเพื่อลดระยะการเคลื่อนย้ายมือ โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของกล่องบรรจุชิ้นส่วนไปยังจุดศูนย์กลางของ Jig จากตำแหน่งการวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนก่อนและหลังการปรับปรุงมีระยะเคลื่อนย้ายมือดังตาราง 21 และ 22

ตารางที่ 21 ระยะการเคลื่อนย้ายมือของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (ก่อนการปรับปรุง)

| ชื่อของชิ้นส่วนประกอบ | มือ | ระยะการเคลื่อนย้ายมือ (ซม.) | | | ค่าเฉลี่ยของระยะการเคลื่อนย้ายมือ (ซม.) | ความถี่ในการเคลื่อนย้ายของมือ (ครั้ง) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Bar | ซ้าย | 48.5 | 49.0 | 49.0 | 48.83 | 1 |
| O Ring | ขวา | 43.0 | 43.0 | 42.5 | 42.83 | 1 |
| Cam Rotor | ขวา | 33.0 | 33.0 | 33.5 | 33.17 | 1 |
| UV Ring | ซ้าย | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.00 | 1 |
| Valve A | ซ้าย | 38.5 | 38.5 | 39.0 | 38.67 | 1 |
| Gasket A | ซ้าย | 37.0 | 37.5 | 37.5 | 37.33 | 1 |
| Spring 17 | ขวา | 26.5 | 26.0 | 26.5 | 26.33 | 1 |
| Valve Seat A | ซ้าย | 37.8 | 37.5 | 38.0 | 37.77 | 1 |
| Valve B | ขวา | 22.5 | 23.0 | 23.0 | 22.83 | 1 |
| Valve Seat B | ขวา | 42.5 | 43.4 | 42.5 | 42.80 | 1 |
| Cam +UV Ring | ซ้าย | 17.5 | 16.5 | 17.7 | 17.23 | 1 |
| รวมระยะการเคลื่อนย้ายมือ (เซนติเมตร/ชิ้น) | | | | | 374.79 | |

จากตารางที่ 21 ได้ทำการเก็บข้อมูลระยะการเคลื่อนย้ายมือในแต่ละกล่องบรรจุชิ้นส่วน จำนวน 3 ข้อมูล จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของระยะการเคลื่อนย้ายมือในแต่ละกล่องบรรจุชิ้นส่วน โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของกล่องบรรจุชิ้นส่วนไปยังจุดศูนย์กลางของ Jig และใน 1 รอบการประกอบชิ้นงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ก่อนการปรับปรุง มีความถี่ในการเคลื่อนย้ายมือจำนวน 11 ครั้ง ดังนั้นจากการเก็บข้อมูลจึงได้รวมระยะการเคลื่อนย้ายมือเป็น 374.79 เซนติเมตร/การประกอบ 1 ชิ้น

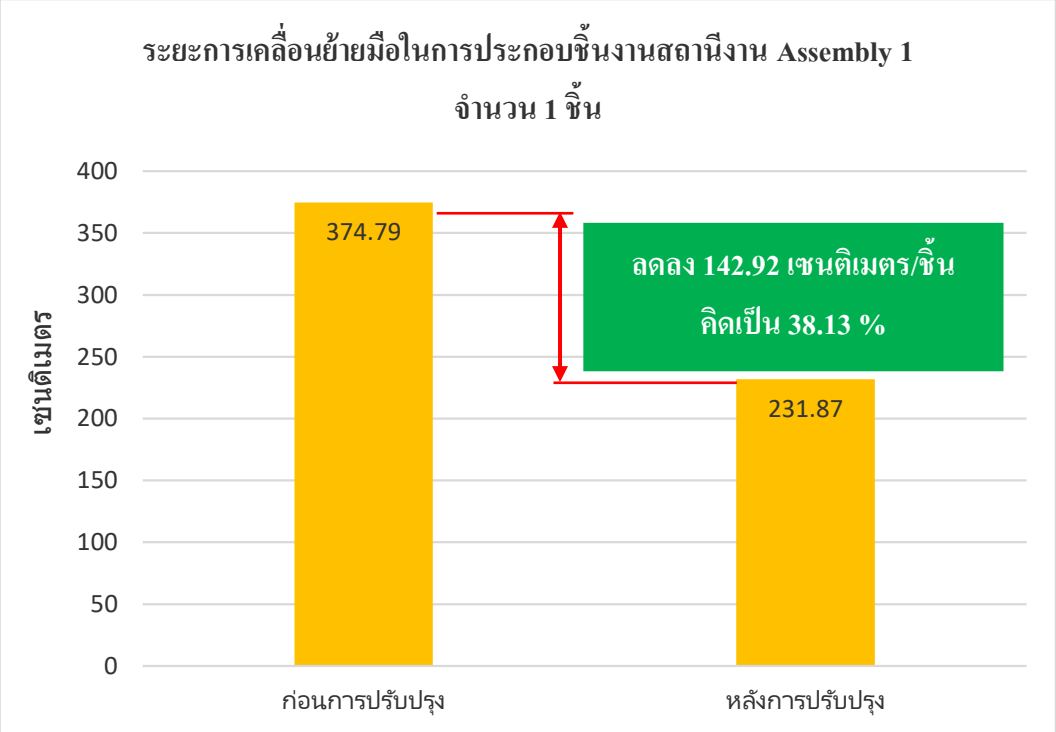
ตารางที่ 22 ระยะการเคลื่อนย้ายมือของพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน (หลังการปรับปรุง)

| ชื่อของชิ้นส่วนประกอบ | มือ | ระยะการเคลื่อนย้ายมือ (เซนติเมตร) | | | ค่าเฉลี่ยของระยะการเคลื่อนย้ายมือ (เซนติเมตร) | ความถี่ในการเคลื่อนย้ายของมือ (ครั้ง) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| Bar | ซ้าย | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.00 | 1 |
| O Ring | ขวา | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.00 | 1 |
| Valve A | ซ้าย | 23.4 | 23.5 | 23.3 | 23.40 | 1 |
| Gasket A | ซ้าย | 25.5 | 25.5 | 25.0 | 25.33 | 1 |
| Spring 17 | ซ้าย | 12.5 | 12.5 | 12.5 | 12.50 | 1 |
| Valve Seat A | ซ้าย | 22.0 | 22.3 | 22.0 | 22.10 | 1 |
| Valve B | ขวา | 22.5 | 22.0 | 22.0 | 22.17 | 1 |
| Valve Seat B | ขวา | 21.3 | 21.5 | 21.3 | 21.37 | 1 |
| Cam Rotor | ซ้าย | 30.5 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 1 |
| UV Ring | ขวา | 30.5 | 30.5 | 30.5 | 30.50 | 1 |
| รวมระยะการเคลื่อนย้ายมือ (เซนติเมตร/ชิ้น) | | | | | 231.87 | |

จากตารางที่ 22 ได้ทำการเก็บข้อมูลระยะการเคลื่อนย้ายมือในแต่ละกล่องบรรจุชิ้นส่วนจำนวน 3 ข้อมูล จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของระยะการเคลื่อนย้ายมือในแต่ละกล่องบรรจุชิ้นส่วน โดยวัดจากจุดศูนย์กลางของกล่องบรรจุชิ้นส่วนไปยังจุดศูนย์กลางของ Jig และใน 1 รอบการประกอบชิ้นงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง มีความถี่ในการเคลื่อนย้ายของมือจำนวน 10 ครั้ง ดังนั้นจากการเก็บข้อมูลจึงได้รวมระยะการเคลื่อนย้ายมือเป็น 231.87 เซนติเมตร/การประกอบ 1 ชิ้น

จากการปรับปรุงพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วน ทำให้มีระยะการเคลื่อนย้ายมือลดลง ดังภาพที่ 50 ซึ่งเป็นการลดการเคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น อีกทั้งยังได้มีการทำความสะอาดกล่องบรรจุชิ้นส่วนเมื่อประกอบชิ้นงานครบตามเป้าหมายที่กำหนด และมีการระบุลำดับการประกอบ

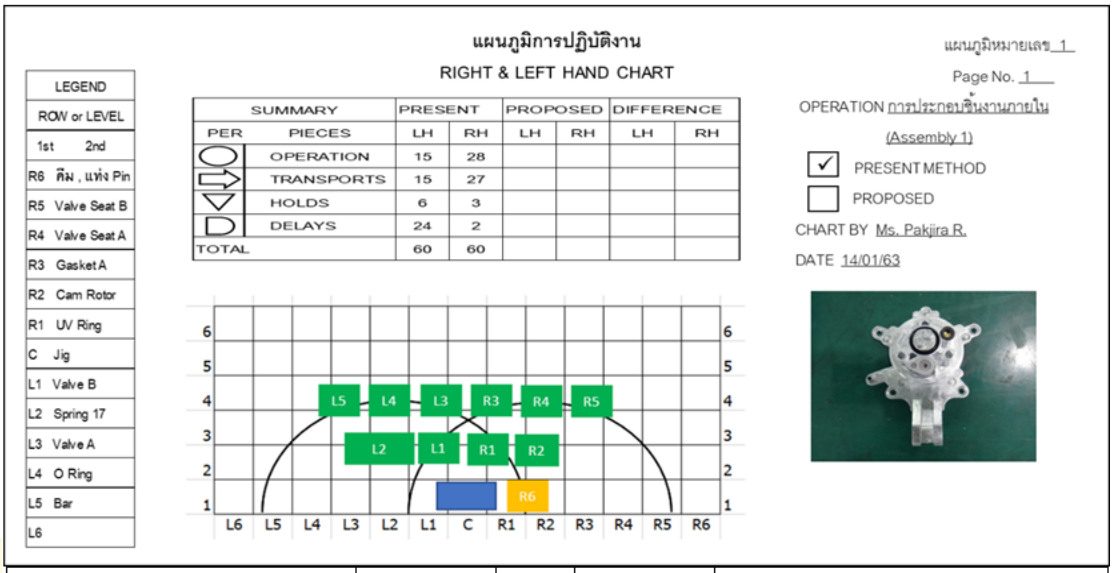
ชิ้นส่วนบนกล่องบรรจุชิ้นส่วนที่ถูกต้อง เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการปฏิบัติงานของพนักงานยิ่งขึ้น




ภาพที่ 50 ระยะการเคลื่อนย้ายมือในการประกอบชิ้นงานสถานีงาน Assembly 1 จำนวน 1 ชิ้น

จากภาพที่ 50 หลังจากการปรับปรุงพื้นที่การวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนพบว่า ระยะการเคลื่อนย้ายมือลดลง 142.92 เซนติเมตร/ชิ้น คิดเป็น 38.13 %

จากการศึกษาการปฏิบัติงานของมือซ้ายและมือขวาในการประกอบชิ้นงานสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ก่อนการปรับปรุง พบว่ามีขั้นตอนในการปฏิบัติงานทั้งหมด 60 ขั้นตอน โดยในส่วนของมือซ้าย มีการปฏิบัติงาน 15 ขั้นตอน การเคลื่อนมือ 15 ขั้นตอน การถือ 6 ขั้นตอน และมือว่าง 24 ขั้นตอน และในส่วนของมือขวา มีการปฏิบัติงาน 28 ขั้นตอน การเคลื่อนมือ 27 ขั้นตอน การถือ 3 ขั้นตอน และมือว่าง 2 ขั้นตอน ดังภาพที่ 51



แผนภูมิการปฏิบัติงาน

RIGHT & LEFT HAND CHART

แผนภูมิหมายเลข 1

Page No. 1

OPERATION การประกอบชิ้นงานภายใน

(Assembly 1)

☑ PRESENT METHOD

☐ PROPOSED

CHART BY Ms. Pakjira R.

DATE 14/01/63

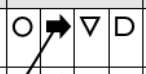
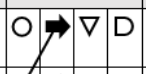
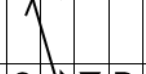
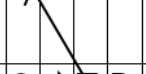
| LEGEND |
|---|
| ROW or LEVEL |
| 1st 2nd |
| R6 คีม , แท่ง Pin |
| R5 Valve Seat B |
| R4 Valve Seat A |
| R3 Gasket A |
| R2 Cam Rotor |
| R1 UV Ring |
| C Jig |
| L1 Valve B |
| L2 Spring 17 |
| L3 Valve A |
| L4 O Ring |
| L5 Bar |
| L6 |

| SUMMARY | | PRESENT | | PROPOSED | | DIFFERENCE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PER | PIECES | LH | RH | LH | RH | LH | RH |
| ○ | OPERATION | 15 | 28 | | | | |
| ⇨ | TRANSPORTS | 15 | 27 | | | | |
| ▽ | HOLDS | 6 | 3 | | | | |
| D | DELAYS | 24 | 2 | | | | |
| TOTAL | | 60 | 60 | | | | |



| Left Hand | Sign | No. | Sign | Right Hand |
|---|---|---|---|---|
| เอื้อมมือไปยังกล่อง Inner Case S/A | ○ ➡ ▽ D | 1 | ○ ➡ ▽ D | เอื้อมมือไปยังปืนเป่าลม |
| เลือก Inner Case Comp. มา 1 ชิ้น | ● ⇨ ▽ D | 2 | ● ⇨ ▽ D | หยิบปืนเป่าลม |
| เคลื่อน Inner Case S/A. มาด้านหน้า | ○ ➡ ▽ D | 3 | ○ ➡ ▽ D | เคลื่อนปืนเป่าลมไปยัง Inner Case Comp. |
| จับ Inner Case Comp. เพื่อเป่าลม | ● ⇨ ▽ D | 4 | ● ⇨ ▽ D | เป่าลม Inner Case Comp. |
| ถือ Inner Case Comp. ไว้ | ○ ⇨ ▼ D | 5 | ○ ➡ ▽ D | เคลื่อนปืนเป่าลมไปยังที่วางปืนเป่าลม |
| ถือ Inner Case Comp. ไว้ | ○ ⇨ ▼ D | 6 | ● ⇨ ▽ D | วางปืนเป่าลม |
| ถือ Inner Case Comp. ไว้ | ○ ⇨ ▼ D | 7 | ○ ➡ ▽ D | เคลื่อนมือไปยังมือซ้ายที่ถือ Inner Case S/A |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | ○ ⇨ ▽ ● | 8 | ● ⇨ ▽ D | หยิบ Inner Case Comp. จากมือซ้าย |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | ○ ⇨ ▽ ● | 9 | ○ ➡ ▽ D | เคลื่อน Inner Case Comp. ไปยัง Jig |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | ○ ⇨ ▽ ● | 10 | ● ⇨ ▽ D | วาง Inner Case Comp. ลงบน Jig |
| เอื้อมมือไปยังกล่อง Bar | ○ ➡ ▽ D | 11 | ○ ➡ ▽ D | เอื้อมมือไปยังกล่อง O Ring |
| เลือก Bar มา 1 ชิ้น | ● ⇨ ▽ D | 12 | ● ⇨ ▽ D | เลือก O Ring มา 1 ชิ้น |
| เคลื่อน Bar ไปยัง Inner Case Comp. | ○ ➡ ▽ D | 13 | ○ ➡ ▽ D | เคลื่อน O Ring ไปยัง Inner Case Comp. |
| ประกอบ Bar เข้ากับ Inner Case S/A | ● ⇨ ▽ D | 14 | ○ ⇨ ▼ D | ถือ O Ring อยู่ |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | ○ ⇨ ▽ ● | 15 | ● ⇨ ▽ D | ประกอบ O Ring เข้ากับ Inner Case Comp. |

ภาพที่ 51 แผนภูมิมือซ้ายมือขวาในการประกอบชิ้นงานก่อนการปรับปรุง

| Left Hand | Sign | No. | Sign | Right Hand |
|---|---|---|---|---|
| เคลื่อนมือไปยังกล่อง UV Ring |  | 16 |  | เคลื่อนมือไปยังกล่อง Cam Rotor |
| เลือก UV Ring มา 1 ชิ้น | | 17 | | เลือก Cam Rotor มา 1 ชิ้น |
| เคลื่อน UV Ring มาบริเวณด้านหน้า | | 18 | | เคลื่อน Cam Rotor มาบริเวณด้านหน้า |
| ประกอบ UV Ring เข้ากับ Cam Rotor | | 19 | | ประกอบ UV Ring เข้ากับ Cam Rotor |
| เคลื่อน Cam Rotor ที่ประกอบแล้วไปยังบริเวณพื้นที่ว่างด้านซ้ายมือ | | 20 | | ว่างคอยมือซ้ายทำงาน |
| วาง Cam Rotor ที่ประกอบแล้วบริเวณพื้นที่ว่างด้านซ้ายมือ | | 21 | | ว่างคอยมือซ้ายทำงาน |
| เอื้อมมือไปยังกล่อง Valve A | | 22 | | เคลื่อนมือไปยังคีม |
| เลือก Valve A มา 1 ชิ้น | | 23 | | หยิบคีม |
| เคลื่อน Valve A ไปยัง Inner Case S/A | | 24 | | เคลื่อนคีมไปยัง Valve A |
| ประกอบ Valve A เข้ากับ Inner Case Comp. | | 25 | | ใช้คีมช่วยประกอบ Valve A เข้ากับ Inner Case Comp. |
| เอื้อมมือไปยังกล่อง Gasket A | | 26 | | ถือคีมไว้ |
| เลือก Gasket A มา 1 ชิ้น |  | 27 |  | ถือคีมไว้ |
| เคลื่อน Gasket A ไปยัง Inner Comp. | | 28 | | เคลื่อนคีมไปยัง Gasket A |
| ประกอบ Gasket A เข้ากับ Inner Comp | | 29 | | ใช้คีมช่วยประกอบ Gasket A เข้ากับ Inner Case Comp. |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 30 | | เคลื่อนคีมไปยังที่วางคีม |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 31 | | วางคีมลง |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 32 | | เคลื่อนมือไปยังถาด Spring 17 |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 33 | | เลือก Spring 17 มา 1 ชิ้น |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 34 | | เคลื่อน Spring 17 ไปยัง Inner Case |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 35 | | ประกอบ Spring 17 เข้ากับ Inner Case |
| เอื้อมมือไปยังกล่อง Valve Seat A | | 36 | | เคลื่อนมือไปยังกล่อง Valve B |
| เลือก Valve Seat A มา 1 ชิ้น | | 37 | | เลือก Valve B มา 1 ชิ้น |
| เคลื่อน Valve Seat A มาบริเวณด้านหน้า | | 38 | | เคลื่อน Valve B มาบริเวณ Valve Seat A |
| ประกอบ Valve Seat A เข้ากับ Valve B | | 39 | | ประกอบ Valve B เข้ากับ Valve Seat A |

ภาพที่ 51 (ต่อ)

| Left Hand | Sign | No. | Sign | Right Hand |
|---|---|---|---|---|
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 40 | | เคลื่อนมือไปยัง Valve Seat B |
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 41 | | เลือก Valve Seat B มา 1 ชิ้น |
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 42 | | เคลื่อน Valve Seat B ไปยัง Valve Seat A |
| ประกอบ Valve S. B เข้ากับ Valve S. A | | 43 | | ประกอบ Valve S. A เข้ากับ Valve S. B |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 44 | | เคลื่อน Valve Seat A ที่ประกอบแล้วไปยัง Inner Case Comp. |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 45 | | ประกอบ Valve Seat A ที่ประกอบแล้วเข้ากับ Inner Case Comp. |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 46 | | เคลื่อนมือไปยัง Cam Rotor ที่ประกอบไว้ก่อน |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 47 | | หยิบ Cam Rotor ที่ประกอบไว้ก่อนหน้า |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 48 | | เคลื่อน Cam Rotor ที่ประกอบไว้ก่อนหน้าไปยัง Inner Case Comp. |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 49 | | หมุน Cam Rotor ที่ประกอบไว้ก่อนหน้าให้ตรงตำแหน่งกับร่องของ Inner Case Comp. |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 50 | | ประกอบ Cam Rotor ที่ประกอบไว้ก่อนหน้าเข้ากับ Inner Case Comp. |
| เคลื่อนมือไปยัง Cam Rotor บน Inner Case Comp. | | 51 | | เคลื่อนมือไปยังแท่ง Pin |
| หมุน Cam Rotor ให้ตรงตำแหน่งกับร่องของ Inner Case Comp. | | 52 | | หยิบแท่ง Pin |
| เคลื่อนมือมาบริเวณด้านหน้า | | 53 | | เคลื่อน Pin ไปยัง Cam Rot. บน Inner C.C |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 54 | | กดแท่ง Pin ลง Cam Rotor บน Inner C.C |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 55 | | เคลื่อนแท่ง Pin ไปยังที่วางแท่ง Pin |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 56 | | วางแท่ง Pin |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 57 | | เคลื่อนมือไปยังชิ้นงาน |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 58 | | หยิบชิ้นงานออกจาก Jig |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 59 | | เคลื่อนชิ้นงานปยังสถานีงานถัดไป |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 60 | | วางชิ้นงานลงเพื่อรอทำในสถานีงานถัดไป |

ภาพที่5 1 (ต่อ)

| Left Hand | Sign | No. | Sign | Right Hand |
|---|---|---|---|---|
| เลื่อนมือไปยังกล่อง Inner Case Comp. | | 1 | | เลื่อนมือไปยังปืนเป่าลม |
| เลือก Inner Case Comp. มา 1 ชิ้น | | 2 | | หยิบปืนเป่าลม |
| เคลื่อน Inner Case Comp. มาด้านหน้า | | 3 | | เคลื่อนปืนเป่าลมไปยัง Inner Case Comp. |
| จับ Inner Case Comp. เพื่อเป่าลม | | 4 | | เป่าลม Inner Case Comp. |
| เคลื่อน Inner Case Comp. ไปยัง Jig | | 5 | | เคลื่อนปืนเป่าลมไปยังที่วางปืนเป่าลม |
| วาง Inner Case Comp. ลงบน Jig | | 6 | | วางปืนเป่าลม |
| เคลื่อนมือไปยังกล่อง Bar | | 7 | | เคลื่อนมือไปยังกล่อง O Ring |
| เลือก Bar มา 1 ชิ้น | | 8 | | เลือก O Ring มา 1 ชิ้น |
| เคลื่อน Bar ไปยัง Inner Case Comp. | | 9 | | เคลื่อน O Ring ไปยัง Inner Case Comp. |
| ประกอบ Bar เข้ากับ Inner Case Comp. | | 10 | | ดัน O Ring อยู่ |
| เคลื่อนมือไปยังกล่อง Valve A | | 11 | | ประกอบ O Ring เข้ากับ Inner Case Comp. |
| เลือก Valve A มา 1 ชิ้น | | 12 | | เคลื่อนมือไปยังคีบ |
| เคลื่อน Valve A ไปยัง Inner Case S/A | | 13 | | หยิบคีบ |
| ดัน Valve A ไว้ | | 14 | | เคลื่อนคีบไปยัง Valve A |
| เคลื่อนมือไปยังกล่อง Gasket A | | 15 | | ใช้คีบช่วยประกอบ Valve A เข้ากับ Inner Case |
| เลือก Gasket A มา 1 ชิ้น | | 16 | | ดันคีบไว้ |
| เคลื่อน Gasket A ไปยัง Inner Case Com | | 17 | | เคลื่อนคีบไปยัง Gasket A |
| ประกอบ Gasket A เข้ากับ Inner C.C | | 18 | | ใช้คีบช่วยประกอบ Gasket A เข้ากับ Inner C.C |

ภาพที่ 52 แผนภูมิมือซ้ายมือขวาในการประกอบชิ้นงานหลังการปรับปรุง

| Left Hand | Sign | No. | Sign | Right Hand |
|---|---|---|---|---|
| เคลื่อนมือไปยังถาด Spring 17 | | 19 | | เคลื่อนคีมไปยังที่วางคีม |
| เลือก Spring 17 มา 1 ชิ้น | | 20 | | วางคีมลง |
| เคลื่อน Spring 17ไปยังมือขวา | | 21 | | เคลื่อนมือขวาไปยัง Spring 17 |
| ส่ง Spring 17ให้มือขวา | | 22 | | รับ Spring 17 จากมือซ้าย |
| เคลื่อนมือไปยังกล่อง Valve Seat A | | 23 | | ประกอบ Spring 17 เข้ากับ Inner C.C |
| เลือก Valve Seat A มา 1 ชิ้น | | 24 | | เคลื่อนมือไปยังกล่อง Valve B |
| เคลื่อน Valve Seat A มาด้านหน้า | | 25 | | เลือก Valve B มา 1 ชิ้น |
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 26 | | เคลื่อน Valve B มาบริเวณ Valve Seat A |
| ประกอบ Valve S. A เข้ากับ Valve B | | 27 | | ประกอบ Valve B เข้ากับ Valve Seat A |
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 28 | | เคลื่อนมือไปยังกล่อง Valve Seat B |
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 29 | | เลือก Valve Seat B มา 1 ชิ้น |
| ถือ Valve Seat A ไว้ | | 30 | | เคลื่อน Valve Seat B ไปยัง Valve S. A |
| ประกอบ Valve S.A เข้ากับ Valve S.B | | 31 | | ประกอบ Valve S.A เข้ากับ Valve S.B |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 32 | | เคลื่อน Valve Seat A ที่ประกอบแล้วไปยัง Inner Case Comp. |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 33 | | ประกอบ Valve Seat A ที่ประกอบแล้วเข้ากับ Inner Case Comp. |
| เคลื่อนมือไปยังกล่อง Cam Rotor | | 34 | | เคลื่อนมือไปยังกล่อง UV Ring |
| เลือก Cam Rotor มา 1 ชิ้น | | 35 | | เลือก UV Ring มา 1 ชิ้น |
| เคลื่อน Cam Rotor ไปยัง UV Ring | | 36 | | เคลื่อน UV Ring ไปยัง Cam Rotor |
| ประกอบ Cam Rotor เข้ากับ UV Ring | | 37 | | ประกอบ UV Ring เข้ากับ Cam Rotor |
| เคลื่อนมือไปยังแท่ง Pin | | 38 | | เคลื่อน Cam Rotor ที่ประกอบแล้วไปยัง Inner Case Comp. |
| หยิบแท่ง Pin | | 39 | | หมุน Cam Rotor ที่ประกอบแล้วให้ตรงตำแหน่งกับร่องของ Inner Case Comp. |

ภาพที่ 52 (ต่อ)

| Left Hand | Sign | No. | Sign | Right Hand |
|---|---|---|---|---|
| เคลื่อนแท่ง Pin ไปยัง Inner Case Comp. | | 40 | | ประกอบ Cam Rotor ที่ประกอบแล้วเข้ากับ Inner Case Comp. |
| ถือแท่ง Pin ไว้ | | 41 | | หมุน Cam Rotor ที่ประกอบแล้วให้ตรงตำแหน่งกับร่องของ Inner Case Comp. |
| กด Pin ลง Cam Rotorบน Inner C.C | | 42 | | ปล่อยมือออกจาก Cam Rotor |
| เคลื่อนแท่ง Pin ไปยังที่วางแท่ง Pin | | 43 | | เคลื่อนมือไปยัง Inner Case Comp. |
| วางแท่ง Pin | | 44 | | หยิบชิ้นงานออกจาก Jig |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 45 | | เคลื่อนชิ้นงานไปยังสถานีถัดไป |
| ว่างคอยมือขวาทำงาน | | 46 | | วางชิ้นงานลงเพื่อรอทำในสถานีถัดไป |

ภาพที่ 52 (ต่อ)

จากภาพที่ 52 เป็นการศึกษาการปฏิบัติงานของมือซ้ายและมือขวาในการประกอบชิ้นงานสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง พบว่ามีขั้นตอนในการปฏิบัติงานทั้งหมด 46 ขั้นตอน โดยในส่วนของมือซ้าย มีการปฏิบัติงาน 18 ขั้นตอน การเคลื่อนมือ 18 ขั้นตอน การถือ 6 ขั้นตอน และมือว่าง 4 ขั้นตอน และในส่วนของมือขวา มีการปฏิบัติงาน 24 ขั้นตอน การเคลื่อนมือ 20 ขั้นตอน การถือ 2 ขั้นตอน และมือว่าง 0 ขั้นตอน

ดังนั้นจากการปรับปรุงพื้นที่การปฏิบัติงานและขั้นตอนในการปฏิบัติงานของพนักงานในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) สามารถลดขั้นตอนการปฏิบัติงานลงไปได้ 14 ขั้นตอน ซึ่งคิดเป็น 23.33% โดยในส่วนของมือซ้ายหลังการปรับปรุง มีการเพิ่มขึ้นของการปฏิบัติงาน 3 ขั้นตอน การเพิ่มขึ้นของการเคลื่อนมือ 3 ขั้นตอน ไม่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของการถือ และการลดลงของมือว่าง 20 ขั้นตอน และในส่วนของมือขวาหลังการปรับปรุง มีการลดลงของการปฏิบัติงาน 4 ขั้นตอน การลดลงของการเคลื่อนมือ 7 ขั้นตอน การลดลงของการถือ 1 ขั้นตอน และการลดลงของมือว่าง 2 ขั้นตอน ดังภาพที่ 53

| SUMMARY | | PRESENT | | PROPOSED | | DIFFERENCE | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PER | PIECES | LH | RH | LH | RH | LH | RH |
| ○ | OPERATION | 15 | 28 | 18 | 24 | 3 | -4 |
| ⇨ | TRANSPORTS | 15 | 27 | 18 | 20 | 3 | -7 |
| ▽ | HOLDS | 6 | 3 | 6 | 2 | 0 | -1 |
| D | DELAYS | 24 | 2 | 4 | 0 | -20 | -2 |
| TOTAL | | 60 | 60 | 46 | 46 | -14 | -14 |

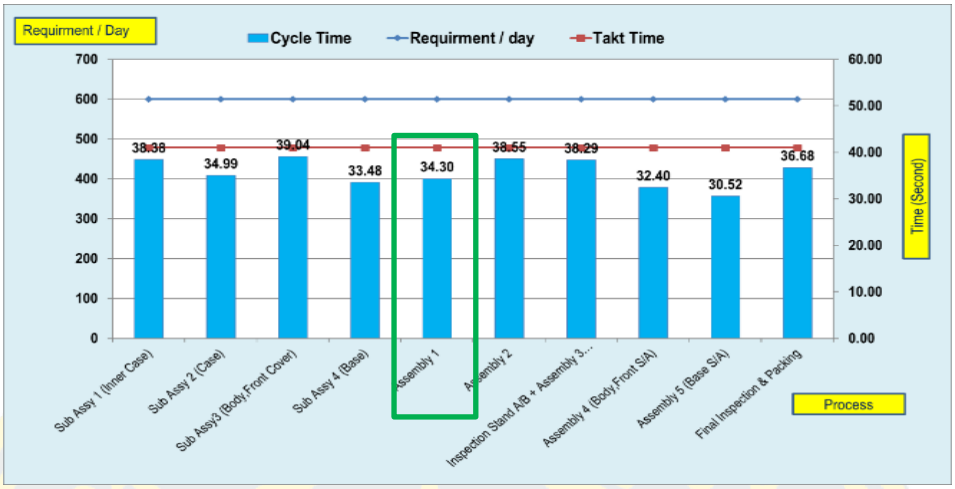
ภาพที่ 53 การเปรียบเทียบการปฏิบัติงานของมือซ้ายมือขวาก่อนและหลังการปรับปรุง

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) หลังการปรับปรุง สามารผลิตเป็นชิ้นงานที่สมบูรณ์ได้มากกว่าก่อนการปรับปรุงดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 เปรียบเทียบก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1)

| | เวลามาตรฐาน (วินาที/ชิ้น) | ผลผลิต (ชิ้น/วัน) | จำนวนเงิน (บาท) |
|---|---|---|---|
| ก่อนการปรับปรุง | 45.5412 | 606 | 155,742 |
| หลังการปรับปรุง | 34.3101 | 804 | 206,628 |
| ผลต่าง | 11.2311 | 198 | 50,886 |
| เปอร์เซ็นต์ของผลต่าง | 24.66 | 32.67 | 32.67 |

จากตารางที่ 23 หลังการปรับปรุงในสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly 1) ทำให้เวลามาตรฐานลดลงถึง 11.2311 วินาที/ชิ้น คิดเป็น 24.66% และจากเดิมผลผลิต 606 ต่อวันซึ่งไม่สามารถปฏิบัติตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด หลังการปรับปรุงได้ผลผลิตต่อวันเพิ่มขึ้น 198 ชิ้น คิดเป็น 32.67% สามาถปฏิบัติตามเป้าหมายที่บริษัทกำหนด สามารถทำรายได้เพิ่มขึ้นให้กับบริษัทเป็นจำนวน 50,886 บาท คิดเป็น 32.67% และเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุง 34.3101 วินาที/ชิ้น ซึ่งสอดคล้องกับ takt time 39.4286 วินาที/ชิ้น ดังแสดงในรูปที่ 54

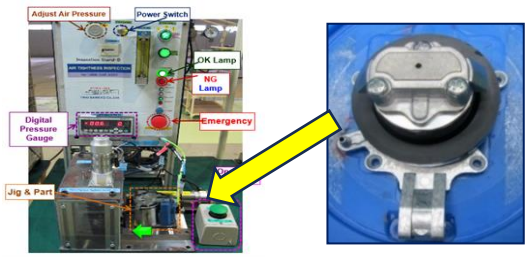



ภาพที่ 54 Cycle time ของสถานี Assembly 1 (หลังการปรับปรุง)

**2. การปรับปรุงความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพของชิ้นงาน**

2.1 ปัญหาคุณภาพจากชิ้นงานรั่ว

จากการวิเคราะห์สาเหตุและการแก้ไขปัญหาชิ้นงานรั่ว ปัจจัยที่มีผลเกี่ยวกับปัญหาชิ้นงานรั่วเกิดขึ้นจากปัญหาชิ้นงานจากกระบวนการ Die Casting ผิวชิ้นงานของ Inner Case ไม่เรียบ ขรุขระ มีรูพรุน ฉีดไม่เต็ม ซึ่งสาเหตุเกิดขึ้นจากอัตราส่วนผสมของ Zinc Alloy ไม่มีการควบคุม แนวทางการแก้ไขปัญหาคือ ควบคุมอัตราส่วนผสมของ Zinc Alloy ระหว่าง New Ingot และ Recycle Ingot หาค่าสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุด มาทำการทดลองและนำมาเปรียบเทียบสัดส่วนงานดีและงานเสียโดยใช้เครื่อง Inspection Stand-B ดังภาพที่ 54 ในการทวนสอบตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานฉีด Inner Case จำนวน 100 ตัว จำนวน 4 Condition ของกลุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 24




ภาพที่ 55 เครื่องตรวจสอบ Air Tightening (Leakage) และชิ้นงานตัวอย่าง

ตารางที่ 24 แสดงผลการทดลองหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของ Zinc Alloy

| Condition | Mixing Ratio | | Test Sample | Test Results (Pcs) | | % OK |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | New Ingot | Recycle Ingot | (pcs) | Passed | Failed | |
| 1 | 80 | 20 | 100 | 98 | 2 | 98% |
| 2 | 70 | 30 | 100 | 88 | 12 | 88% |
| 3 | 60 | 40 | 100 | 80 | 20 | 80% |
| 4 | 50 | 50 | 100 | 72 | 28 | 72% |

จากตารางที่ 24 อัตราส่วนการผสมของ Zinc Alloy ระหว่าง New Ingot และ Recycle Ingot สรุปได้ว่า Condition ที่ 1 เหมาะสมที่สุด ดังนั้นทางผู้วิจัยและทีมงานเลือกใช้อัตราส่วน Condition 1 ทำเป็นมาตรฐานในการฉีดชิ้นงาน Inner Case ลงในใบสั่งงานทุกครั้งที่มีการผลิตชิ้นงาน จากนั้นทำการฝึกอบรมให้กับหน้างานและเก็บบันทึกผลด้วยแผนภูมิ P- Chart ก่อนและหลังการปรับปรุง ได้ผลการทดลองตามตารางที่ 25 และภาพที่ 56

ตารางที่ 25 ผลการทดลองยืนยันหลังจากกำหนดอัตราส่วนผสมของ Zinc Alloy ในช่วง 15 เดือน ก่อนและหลังการปรับปรุง

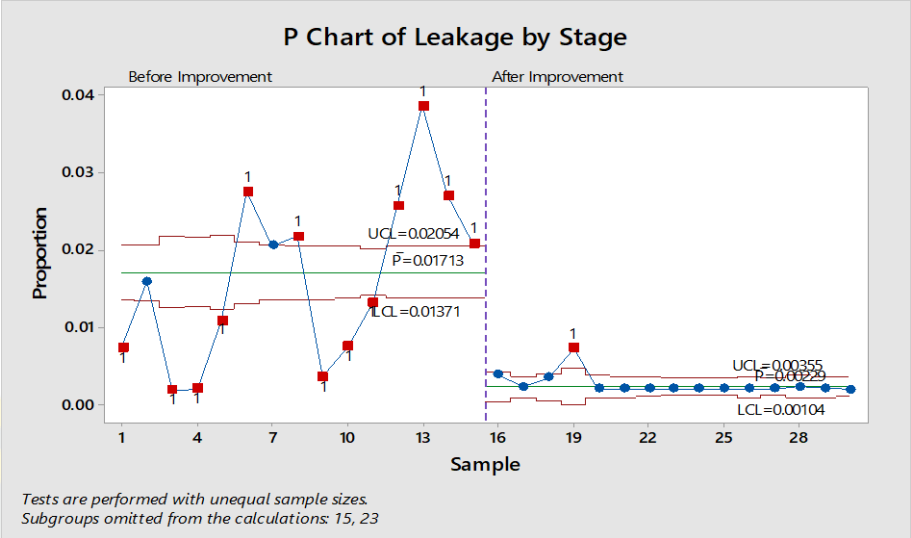
| สภาวะ | Mod | จำนวนการ | ปัญหาชิ้นงานรั่ว | | P Chart Control | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | el | ประกอบ | จำนวน | PPM | UCL | CL | LCL |
| ก่อนการปรับปรุง | | 175,492 | 3,054 | 17,403 | 0.02054 | 0.01713 | 0.01713 |
| หลังการปรับปรุง | ZR6 | 138,234 | 319 | 2,308 | 0.00355 | 0.00229 | 0.00104 |
| ผลการเปรียบเทียบ | 50 | 37,258 | 2,735 | 15,095 | 0.01699 | 0.01484 | 0.01609 |

จากผลจากการทดลองเพื่อยืนยันช่วงเดือน ม.ค.2562 – มี.ค. 2564 พบว่าสามารถลดสัดส่วนของเสียจากปัญหาชิ้นงานรั่วของฝาถังน้ำมัน ZR650 ลงได้ 15,095 PPM หรือคิดเป็น 86.7%

เพื่อการตรวจติดตามและการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานรั่วที่พบในกระบวนการทีมงานได้เก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงระยะเวลา 15 เดือน และหลังปรับปรุงระยะเวลา 15 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 26 ดังแสดงในภาพที่ 56

ตารางที่ 26 จำนวนชิ้นส่วนงานเสีย ก่อนและหลังการปรับปรุง

| ช่วงการดำเนินการ | เดือน/ปี | จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น) | | สัดส่วนชิ้นส่วนรั่ว |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลิต | รั่ว | |
| ก่อนปรับปรุง | มกราคม/62 | 11,600 | 85 | 0.0073 |
| | กุมภาพันธ์/62 | 11,400 | 181 | 0.0159 |
| | มีนาคม/62 | 7,000 | 13 | 0.0019 |
| | เมษายน/62 | 7,450 | 15 | 0.0020 |
| | พฤษภาคม/62 | 6,550 | 71 | 0.0108 |
| | มิถุนายน/62 | 9,500 | 262 | 0.0276 |
| | กรกฎาคม/62 | 11,600 | 238 | 0.0205 |
| | สิงหาคม/62 | 12,657 | 275 | 0.0217 |
| | กันยายน/62 | 12,635 | 45 | 0.0036 |
| | ตุลาคม/62 | 13,500 | 101 | 0.0075 |
| | พฤศจิกายน/62 | 16,600 | 219 | 0.0132 |
| | ธันวาคม/62 | 14,000 | 359 | 0.0256 |
| | มกราคม/63 | 14,000 | 541 | 0.0386 |
| | กุมภาพันธ์/63 | 14,000 | 378 | 0.0270 |
| | ตุลาคม/62 | 13,500 | 101 | 0.0075 |
| หลังการปรับปรุง | เมษายน/63 | 5,800 | 12 | 0.0021 |
| | พฤษภาคม/63 | 11,000 | 5 | 0.0005 |
| | มิถุนายน/63 | 7,000 | 9 | 0.0013 |
| | กรกฎาคม/63 | 3,715 | 9 | 0.0024 |
| | สิงหาคม/63 | 10,127 | 11 | 0.0011 |
| | กันยายน/63 | 11,245 | 14 | 0.0012 |
| | ตุลาคม/63 | 13,105 | 15 | 0.0011 |
| | พฤศจิกายน/63 | 16,080 | 9 | 0.0006 |
| | ธันวาคม/63 | 16,814 | 14 | 0.0008 |
| | มกราคม/64 | 15,456 | 8 | 0.0005 |
| | กุมภาพันธ์/64 | 11,342 | 14 | 0.0012 |
| | มีนาคม/64 | 16,550 | 15 | 0.0009 |
| | เมษายน/64 | 10,127 | 9 | 0.0009 |
| | พฤษภาคม/64 | 11,245 | 8 | 0.0007 |
| | มิถุนายน/64 | 13,105 | 12 | 0.0009 |




ภาพที่ 56 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดย P Chart ข้อมูลช่วงเดือนก่อนและหลังการปรับปรุง 15 เดือน

**2.2 ปัญหาคุณภาพจากชิ้นงานตรวจไม่ผ่าน (Appearance NG)**

สาเหตุของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ 1) ชิ้นส่วนที่รับเข้ามาจากผู้ส่งมอบชิ้นส่วนไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ และ 2) การรับเข้าชิ้นส่วนจากทางด้านผู้ส่งมอบ มีการสุ่มตรวจตามมาตรฐาน AQL ในระดับระดับผ่อนคลายมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ตารางแสดงมาตรฐานการการสุ่มตรวจสอบชิ้นส่วนก่อนการปรับปรุง

| Sample Size Level | การตรวจสอบแบบผ่อนคลาย | | | |
|---|---|---|---|---|
| Defect / Lot size (Pcs.) | Sampling (Pcs.) | AQL 0.65 | 1 | 1.5 |
| 26-50 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 51-90 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 91-150 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 151-280 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 281-500 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 501-1200 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 1201-3200 | 8 | 1 | 0 | 1 |
| 3201-10000 | 8 | 1 | 1 | 1 |
| 10001-35000 | 8 | 1 | 1 | 2 |
| 35001-150000 | 13 | 2 | 2 | 3 |

จากตารางที่ 27 ผลจากการชักสุ่มตัวอย่างเชิงเดี่ยว (Single Sampling Plan) จำนวนที่ชักสุ่มตัวอย่างตาม Lot Size ถือว่าเป็นจำนวนน้อยมาก เมื่อเทียบกับมาตรฐานการสุ่มตรวจ MIL-STD-105E โดยทางผู้บริหารชาวญี่ปุ่น เป็นคนกำหนดขึ้นมาเพราะต้องการลดเวลาในการตรวจสอบในกระบวนการรับเข้า ทำให้การชักสุ่มตามตัวอย่างไม่สามารถดักจับชิ้นส่วนที่มีตำหนิรับเข้าจากทางผู้จำหน่ายได้ ทำให้ชิ้นงานหลุดเข้าในไลน์การประกอบเป็นจำนวนเท่ากับ10 ,788 ppm เทียบเท่ากับ Sigma quality level = 2.25 sigma (ข้อมูลย้อนหลังก่อนปรับปรุง 15 เดือน)

ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทางผู้วิจัยได้ดำเนินการเอามาตรฐานการสุ่ม MIL-STD-105E โดยการสุ่มตามมาตรฐาน AQL ในระดับ Normal ดังในภาพที่ 56 และกรณีตรวจเจอข้อบกพร่องของชิ้นงานให้ทำการปฏิเสธรับ Lot ของชิ้นงาน 100% หลังจากนั้นให้ทำการปรึกษาหารือร่วมกันเพื่อหาทางออกในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งมาตรฐานระดับการยอมรับโดยการฝึกอบรมด้วยเกณฑ์ของลูกค้า หลังจากนั้นให้ทำการตรวจรับชิ้นส่วนจากผู้จำหน่ายด้วยกฎการสับเปลี่ยนเกณฑ์การตรวจสอบ ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 การกำหนดมาตรฐานสำหรับสุ่มตรวจสอบกระบวนการรับเข้า

**การกำหนดจำนวนสำหรับสุ่มตรวจสอบ**

**SAMPLING PLANS AND AQL'S**

Single Sampling plans for normal inspection ( * sample size + maximium number of defective acceptable )

| Sample Size Level | | Reduced Inspection การตรวจสอบแบบผ่อนคลาย | | | | Normal Inspection การตรวจสอบแบบปกติ | | | | Tightened Inspection การตรวจสอบแบบเคร่งครัด | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Defect / Lotsize | | AQL | | | | AQL | | | | AQL | | | |
| | | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 | 0.40 | 0.65 | 1.0 | 1.5 |
| 51 ~ 90 | * | | 2 | 2 | 2 | | 13 | 13 | 13 | | 20 | 20 | 20 |
| | + | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 91 ~ 150 | * | | 3 | 3 | 3 | | 20 | 20 | 20 | | 32 | 32 | 32 |
| | + | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 |
| 151 ~ 280 | * | | 5 | 5 | 5 | | 32 | 32 | 32 | | 50 | 50 | 50 |
| | + | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 1 | | 0 | 0 | 1 |
| 281 ~ 500 | * | | 8 | 8 | 8 | | 50 | 50 | 50 | | 80 | 80 | 80 |
| | + | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 2 | | 0 | 1 | 2 |
| 501 ~ 1,200 | * | | 13 | 13 | 13 | | 80 | 80 | 80 | | 125 | 125 | 125 |
| | + | | 0 | 0 | 0 | | 1 | 2 | 3 | | 1 | 2 | 3 |
| 1,201 ~ 3,200 | * | | 20 | 20 | 20 | | 125 | 125 | 125 | | 200 | 200 | 200 |
| | + | | 0 | 0 | 1 | | 2 | 3 | 5 | | 2 | 3 | 5 |
| 3,201 ~ 10,000 | * | | 32 | 32 | 32 | | 200 | 200 | 200 | | 315 | 315 | 315 |
| | + | | 0 | 1 | 1 | | 3 | 5 | 7 | | 3 | 5 | 8 |
| 10,001 ~ 35,000 | * | | 50 | 50 | 50 | | 315 | 315 | 315 | | 500 | 500 | 500 |
| | + | | 1 | 1 | 2 | | 5 | 7 | 10 | | 5 | 8 | 12 |
| 35,001 ~ 150,001 | * | | 80 | 80 | 80 | | 500 | 500 | 500 | | 800 | 800 | 800 |
| | + | | 1 | 2 | 3 | | 7 | 10 | 14 | | 8 | 12 | 18 |
| 150,001 ~ 150,000 | * | | 125 | 125 | 125 | | 800 | 800 | 800 | | 1250 | 1250 | 1250 |
| | + | | 2 | 3 | 5 | | 10 | 14 | 21 | | 12 | 18 | 18 |
| 500,001 + More | * | | 200 | 200 | 200 | | 1250 | 1250 | 1250 | | 3150 | 3150 | 3150 |
| | + | | 3 | 5 | 7 | | 14 | 21 | 21 | | 18 | 18 | 18 |

* หมายถึง จำนวนที่กำหนดให้สุ่มตรวจสอบเป็นอย่างน้อย

+ หมายถึง จำนวนชิ้นงานที่ตรวจสอบพบปัญหาและสามารถยอมรับได้

อ้างอิง : มาตรฐานระบบการตรวจสอบด้วยการชักสิ่งตัวอย่าง *MIL - STD - 105E*

ตารางที่ 29 ผลการปรับปรุงวิธีมาตรฐานการสุ่มตรวจ ในช่วง 15 เดือน ก่อนและหลังการปรับปรุง

| สภาวะ | Model | จำนวนการประกอบ | ปัญหารอยตำหนิ | | P Chart Control | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | จำนวน | PPM | UCL | CL | LCL |
| ก่อนการปรับปรุง | ZR650 | 175,492 | 1,893 | 10,787 | 0.01425 | 0.01190 | 0.00585 |
| หลังการปรับปรุง | | 138,234 | 112 | 810 | 0.00125 | 0.00060 | 0 |
| ผลการ | | 37,258 | 1,781 | 9,977 | 0.01300 | 0.01140 | 00585.0 |

จากตารางที่ 29 ผลหลังจากทำการปรับปรุงวิธีการตรวจรับเข้าชิ้นส่วนในกระบวนการ QC-Incoming พบว่าสัดส่วนชิ้นส่วน NG หลุดเข้าไปในสายการประกอบลดน้อยลง จากเดิม 10,787 ppm เหลือเพียง 810 ppm ลดลง 92%

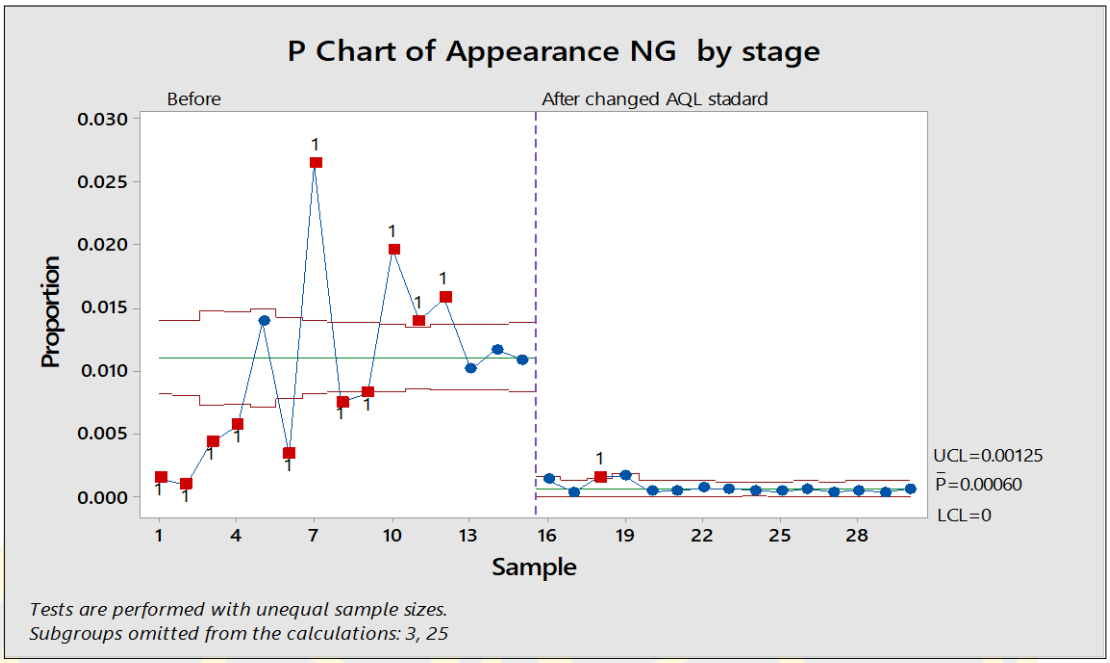
เพื่อการตรวจติดตามและการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานมีรอยตำหนิหลังจากสุ่มตรวจไม่เจอ ที่พบในกระบวนการทีมงานได้เก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงระยะเวลา 15 เดือน และหลังปรับปรุงระยะเวลา 15 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 30 ดังแสดงในภาพที่ 57

ตารางที่ 30 จำนวนชิ้นส่วนเสียจากผู้ผลิตภายนอกที่พบ ก่อน-หลัง การปรับปรุงการสุ่มตรวจ

| ช่วงการดำเนินการ | เดือน/ปี | จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น) | | สัดส่วนชิ้นส่วนมีตำหนิที่พบ |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลิต | รอยตำหนิ | |
| ก่อนปรับปรุง | มกราคม/62 | 11,600 | 17 | 0.0015 |
| | กุมภาพันธ์/62 | 11,400 | 11 | 0.0010 |
| | มีนาคม/62 | 7,000 | 30 | 0.0043 |
| | เมษายน/62 | 7,450 | 42 | 0.0056 |
| | พฤษภาคม/62 | 6,550 | 91 | 0.0139 |
| | มิถุนายน/62 | 9,500 | 32 | 0.0034 |
| | กรกฎาคม/62 | 11,600 | 307 | 0.0265 |
| | สิงหาคม/62 | 12,657 | 95 | 0.0075 |
| | กันยายน/62 | 12,635 | 104 | 0.0082 |
| | ตุลาคม/62 | 13,500 | 265 | 0.0196 |

ตารางที่ 30 (ต่อ)

| ช่วงการดำเนินการ | เดือน/ปี | จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น) | | สัดส่วนชิ้นส่วนมีตำหนิที่พบในไลน์ |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลิต | มีรอยตำหนิ | |
| ก่อนการปรับปรุง | พฤศจิกายน/62 | 16,600 | 232 | 0.0140 |
| | ธันวาคม/62 | 14,000 | 221 | 0.0158 |
| | มกราคม/63 | 14,000 | 142 | 0.0101 |
| | กุมภาพันธ์/63 | 14,000 | 163 | 0.0116 |
| | มีนาคม/63 | 13,000 | 141 | 0.0108 |
| หลังการปรับปรุง | เมษายน/63 | 5,800 | 8 | 0.0014 |
| | พฤษภาคม/63 | 11,000 | 4 | 0.0004 |
| | มิถุนายน/63 | 7,000 | 11 | 0.0016 |
| | กรกฎาคม/63 | 3,715 | 6 | 0.0016 |
| | สิงหาคม/63 | 10,127 | 7 | 0.0007 |
| | กันยายน/63 | 11,245 | 5 | 0.0004 |
| | ตุลาคม/63 | 13,105 | 9 | 0.0007 |
| | พฤศจิกายน/63 | 16,080 | 10 | 0.0006 |
| | ธันวาคม/63 | 16,814 | 8 | 0.0005 |
| | มกราคม/64 | 15,456 | 6 | 0.0004 |
| | กุมภาพันธ์/64 | 11,342 | 7 | 0.0006 |
| | มีนาคม/64 | 16,550 | 6 | 0.0004 |
| | เมษายน/64 | 10,127 | 9 | 0.0009 |
| | พฤษภาคม/64 | 11,245 | 8 | 0.0007 |
| | มิถุนายน/64 | 13,105 | 8 | 0.0006 |




ภาพที่ 57 เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง โดย P Chart ข้อมูลช่วงเดือนก่อนและหลังการปรับปรุง 15 เดือน

**ติดตามผลและการควบคุม (Control Phase)**

ในขั้นตอนนี้ได้จัดทำมาตรฐานการทำงาน (Work Instruction, WI) ของกระบวนการประกอบตามที่ได้ปรับปรุง และได้ใช้แผนภูมิ P Chart ในการควบคุมสัดส่วนความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพชิ้นงานรั่วและชิ้นงานไม่ผ่านการตรวจสอบลักษณะภายนอก (Appearance) ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการควบคุมความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพชิ้นงาน (Leakage and Appearance NG) ในช่วงก่อน-หลังทำการปรับปรุง

| ช่วงการดำเนินการ | Model | จำนวนการประกอบ | ปัญหาชิ้นงานรั่วและรอยตำหนิ | | Control Limits: P Chart | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | จำนวน | ppm | UCL | CL | LCL |
| ก่อนการปรับปรุง | ZR650 | 175,492 | 4,947 | 28,190 | 0.03224 | 0.02791 | 0.02358 |
| หลังการปรับปรุง | | 138,234 | 276 | 1,997 | 0.00428 | 0.00288 | 0.00148 |

จากตารางที่ 31 ผลที่ได้จากการปรับปรุงความสูญเปล่าที่เกิดจากคุณภาพชิ้นงาน (Leakage and Appearance) พบว่าสามารถลดสัดส่วนงานเสียของฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 จากปัญหาชิ้นงานรั่วและตรวจไม่ผ่านทางกายภาพลดลงจาก 28,190 ppm มาอยู่ที่ 1,997 ppm ซึ่งลดลงได้ 26,193 ppm หรือคิดเป็น 92.91% เมื่อเทียบกับสัดส่วนของเสียก่อนการปรับปรุง

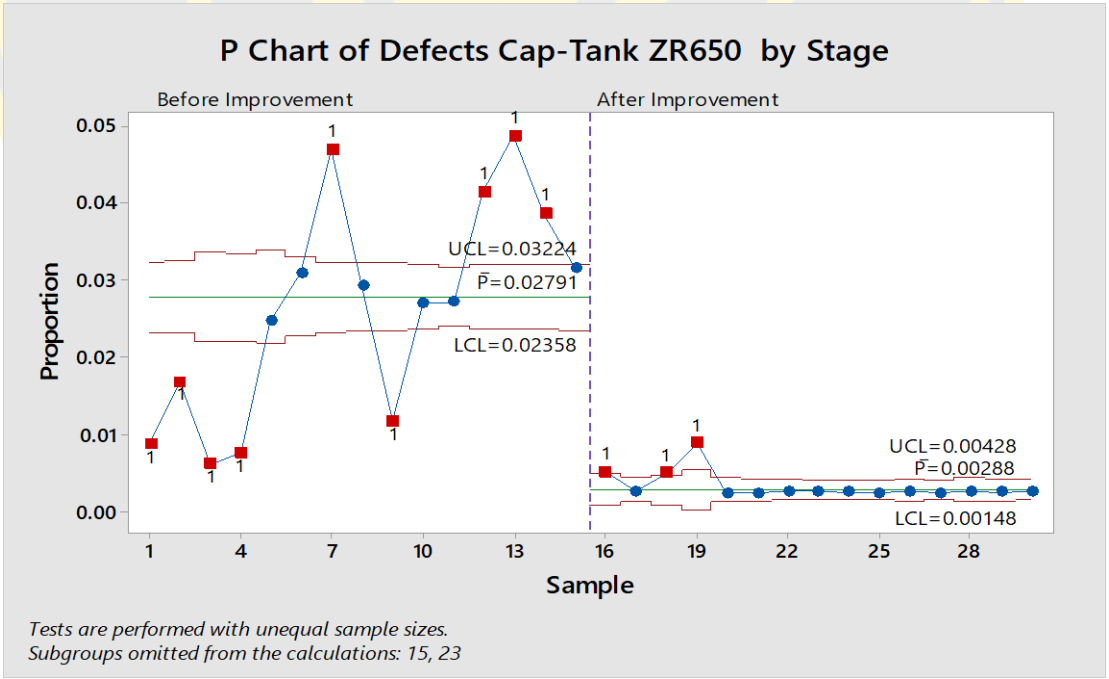
เพื่อการตรวจติดตามและการเปรียบเทียบจำนวนชิ้นงานรั่วที่พบในกระบวนการทีมงานได้เก็บข้อมูลก่อนปรับปรุงระยะเวลา 15 เดือน และหลังปรับปรุงระยะเวลา 15 เดือน ดังแสดงในตารางที่ 32 ดังแสดงในภาพที่ 58

ตารางที่ 32 ผลการควบคุมความสูญเปล่าจากปัญหาคุณภาพชิ้นงาน (Leakage and Appearance NG) ในช่วงก่อนและหลังทำการปรับปรุง

| ช่วงการดำเนินการ | เดือน/ปี | จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น) | | สัดส่วนชิ้นส่วนงานเสีย |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลิต | รั่วและรอยตำหนิ | |
| ก่อนปรับปรุง | มกราคม/62 | 11,600 | 102 | 0.0088 |
| | กุมภาพันธ์/62 | 11,400 | 192 | 0.0168 |
| | มีนาคม/62 | 7,000 | 43 | 0.0061 |
| | เมษายน/62 | 7,450 | 57 | 0.0077 |
| | พฤษภาคม/62 | 6,550 | 162 | 0.0247 |
| | มิถุนายน/62 | 9,500 | 294 | 0.0309 |
| | กรกฎาคม/62 | 11,600 | 545 | 0.0470 |
| | สิงหาคม/62 | 12,657 | 370 | 0.0292 |
| | กันยายน/62 | 12,635 | 149 | 0.0118 |
| | ตุลาคม/62 | 13,500 | 366 | 0.0271 |
| | พฤศจิกายน/62 | 16,600 | 451 | 0.0272 |
| | ธันวาคม/62 | 14,000 | 580 | 0.0414 |
| | มกราคม/63 | 14,000 | 683 | 0.0488 |
| | กุมภาพันธ์/63 | 14,000 | 541 | 0.0386 |
| | มีนาคม/63 | 13,000 | 412 | 0.0317 |
| หลังการปรับปรุง | เมษายน/63 | 5,800 | 20 | 0.0034 |
| | พฤษภาคม/63 | 11,000 | 9 | 0.0008 |
| | มิถุนายน/63 | 7,000 | 20 | 0.0029 |
| | กรกฎาคม/63 | 3,715 | 15 | 0.0040 |

ตารางที่ 32 (ต่อ)

| ช่วงการดำเนินการ | เดือน/ปี | จำนวนชิ้นงาน (ชิ้น) | | สัดส่วนชิ้นส่วน |
|---|---|---|---|---|
| | | ผลิต | รั่ว | รั่ว |
| หลังการปรับปรุง | สิงหาคม/63 | 10,127 | 18 | 0.0018 |
| | กันยายน/63 | 11,245 | 19 | 0.0017 |
| | ตุลาคม/63 | 13,105 | 24 | 0.0018 |
| | พฤศจิกายน/63 | 16,080 | 19 | 0.0012 |
| | ธันวาคม/63 | 16,814 | 22 | 0.0013 |
| | มกราคม/64 | 15,456 | 14 | 0.0009 |
| | กุมภาพันธ์/64 | 11,342 | 21 | 0.0019 |
| | มีนาคม/64 | 16,550 | 21 | 0.0013 |
| | เมษายน/64 | 10,127 | 18 | 0.0018 |
| | พฤษภาคม/64 | 11,245 | 16 | 0.0014 |
| | มิถุนายน/64 | 13,105 | 20 | 0.0015 |




ภาพที่ 58 ผลการตรวจติดตาม เปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังการปรับปรุง

# บทที่ 5
# สรุป อภิปรายผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

## สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตฝาถังมอเตอร์ไซด์ ด้วยการประยุกต์ลีน ซิกซ์ ซิกมา โดยใช้กรอบขั้นตอนของ DMAIC ทำให้สามารถระบุสาเหตุหลักของปัญหาได้เป็น 2 ประเด็น ได้แก่

1. รอบเวลาการผลิตเท่ากับ 45.54 วินาทีต่อชิ้น ซึ่งสูงกว่า Takt Time อันเป็นผลมาจากพื้นที่การปฏิบัติงานของสถานีงานการประกอบชิ้นงานภายใน (Assembly (1ความสูงของโต๊ะปฏิบัติงาน เป็นลักษณะการทำงานไม่เหมาะสมเนื่องจากโต๊ะปฏิบัติงานมีความสูงเพียง 83 เซนติเมตร ซึ่งไม่สอดคล้องกับส่วนสูงของพนักงานของแต่ละคนที่มีส่วนสูงแตกต่างกันไป โดยพนักงานมีส่วนสูงมากที่สุดคือ 170 เซนติเมตร และพนักงานมีส่วนสูงน้อยที่สุดคือ 147 เซนติเมตร ความสูงเฉลี่ย158 เซนติเมตร จากการสังเกตพบว่าพนักงานมีความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน เนื่องจากมีลักษณะการทำงานที่ก้มคอ หลังงอ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่าตำแหน่งของการวางกล่องบรรจุชิ้นส่วนไม่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน เนื่องจากต้องใช้การเอื้อมมือในการหยิบชิ้นงานเพื่อนำมาประกอบทำให้สูญเสียเวลาในการประกอบและนอกเหนือจากนี้ยังมีปัญหาในไลน์ Assembly 1 คือ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานโดยไม่จำเป็น และมีความซับซ้อน และมีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น ทำให้เกิดการสูญเสียจากการเคลื่อนไหว (Muda of Motion) โดยมีระยะการย้ายมือซ้ายและมือขวาเป็นจำนวนมากทำให้เวลาในการปฏิบัติงานมีระยะเวลานาน และทั้งหมดสาเหตุของปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้การไหล (Flow) ของชิ้นงานไม่ราบรื่นประเมินด้วยดัชนีประสิทธิภาพสายการผลิตได้เท่ากับ 79.76% ซึ่งบ่งชี้ว่ามีเวลาการผลิตสูญเปล่าโดยเฉลี่ย 20.24% ของเวลาการผลิตทั้งหมด

2. ปัญหาคุณภาพ 2 ประเภทหลัก คือลักษณะภายนอก (Appearance) ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดประเมินได้เท่ากับ 10,787 ppm และอากาศรั่วผ่านฝาถังน้ำมัน (Leakage) ที่ประกอบเสร็จประเมินได้ 17,403 ppm รวมเป็น 28,190 ppm ซึ่งเทียบกับระดับคุณภาพ 2.2 ซิกม่า

การปรับปรุงตามแนวทางที่กำหนดจากการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าทั้งด้านการไหลด้วยแนวทาง ECRS ส่งผลให้รอบเวลาการผลิตลดลงเหลือ 34.31 วินาทีต่อชิ้นซึ่งต่ำกว่า Takt Time ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มเป็น 98.67% และการปรับปรุงด้านคุณภาพด้วยการปรับแผนการสุ่มตรวจสอบชิ้นส่วนที่ซื้อจากผู้ผลิตภายนอกและการควบคุมส่วนผสมของ Zinc

Alloy ด้วยการใช้ส่วนผสมระหว่าง Ingot ใหม่และ Ingot ใช้ซ้ำเท่ากับ 80:20 ทำให้สัดส่วนงานเสียจาก Appearance ลดลงเหลือ 810 ppm และสัดส่วนชิ้นงานรั่วลดลงเหลือ 1,186 ppm รวมเป็น 1,997 ppm ซึ่งเทียบกับระดับคุณภาพ 3.1 ซิกม่า ในภาพรวมอัตราการผลิตเพิ่มจาก 550 เป็น 804 ชิ้น/วัน เพิ่มขึ้น 32.67% ซึ่งเป็นอัตราที่ทำให้ผลิตฝาถังน้ำมันได้ตามแผนการผลิตที่ต้องการ

## อภิปรายผลการดำเนินงาน

ผลจากปรับปรุงความสูญเปล่าจากประสิทธิภาพของสายการผลิตและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากปัญหาคุณภาพของชิ้นงานของกระบวนการประกอบฝาถังน้ำมันรุ่น ZR650 โดยมีการประยุกต์ใช้วิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า และจากการดำเนินงานตามแนวทางลีน ซิกซ์ ซิกม่า ภายใต้กรอบขั้นตอนของ DMAIC พบว่าสามารถลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวของพนักงานที่เกิดจากการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานและการจัดวางชิ้นส่วนในสถานีส่งผลให้ลดรอบเวลาการผลิต และสามารถเพิ่มผลผลิตที่ทำได้ต่อวันตามเป้าหมายที่ต้องการด้วยหลักการลีน และสามารถลดความสูญเปล่าจากการผลิตงานเสียด้วยการตรวจสอบความสูญแหล่งที่มาของความผันแปรตามแนวคิดด้านการปรับปรุงคุณภาพ

อย่างไรก็ตามผลด้านระดับคุณภาพของงานวิจัยซึ่งทำภายใต้กรอบของ DMAIC เท่ากับ 3.1 Sigma Quality Level บ่งชี้ว่าการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องต่อไปมีโอกาสที่จะลดความผันแปรที่ส่งผลต่อปัญหาคุณภาพได้อย่างมีนัยสำคัญ

## ข้อดีและข้อเสียในการดำเนินงานแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า

### ข้อดี

1. เนื่องจากการการดำเนินงานตามวิธีการ ลีน ซิกซ์ ซิกม่า นั้น ทุกคนในองค์กรจะมีส่วนร่วมในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาอย่างเป็นทีม ดังนั้นทุกตำแหน่งในคณะทางานล้วนมีบทบาทสำคัญอันจะสร้างความสามัคคีในหมู่คณะและทำให้เกิดศักยภาพในการทำงานร่วมกัน

2. การดำเนินงานตามวิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า จะมีลักษณะเป็นขั้นตอนและแบบแผนที่ชัดเจน ดังนั้นในการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาใดจะสามารถช่วยให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีขั้นตอน และมีเหตุมีผลซึ่งกันและกัน

3. วิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า เป็นเทคนิคที่รวมเอาเครื่องมือทางคุณภาพและสถิติไว้ด้วยกันอย่างเป็นขั้นตอน ทำให้ผลลัพธ์แต่ละขั้นตอนจะมีความน่าเชื่อถือได้

**ข้อเสีย**

เนื่องจากการดำเนินงานตามวิธีการลีน ซิกซ์ ซิกม่า จำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคุณภาพและสถิติซึ่งมีรายละเอียดที่ซับซ้อน ดังนั้นในการประยุกต์ใช้จึงเหมาะสำหรับองค์กรที่บุคคลกรมีความรู้ความเข้าเกี่ยวกับหลักการควบคุมคุณภาพและหลักการทางสถิติเบื้องต้น อีกทั้งองค์กรยังควรจะต้องมีมาตรฐานในการควบคุมคุณภาพ เพื่อที่จะสามารถให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงสุด

**ข้อเสนอแนะ**

จากผลการศึกษาของงานวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สถานประกอบการที่ทำการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาในลักษณะนี้จะต้องกำหนดทีมงานพร้อมขอบเขตอำนาจ หน้าที่รับผิดชอบในการโครงการปรับปรุงอย่างชัดเจน เพื่อเพิ่มโอกาสความสำเร็จของโครงการ เนื่องจากโดยปกติพนักงานจะมีหน้าที่ประจำ หากการปรับปรุงเป็นงานเสริมโครงการอาจไม่สามารถมดำเนินการได้อย่างต่อเนื่องจนบรรลุผล

2. ในการประยุกต์ผลการวิเคราะห์/วิธีการแก้ปัญหา เพื่อประเมินผลการดำเนินการตามแนวทางที่ได้ศึกษาซึ่งมักเกี่ยวข้องกับวิธีการปฏิบัติงานจะต้องมีการสื่อสารถึงการเปลี่ยนแปลงและอบรมพนักงานที่เกี่ยวข้องให้มีความเข้าใจเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้จริง

3. หลังจากเสร็จโครงการจะต้องมีแนวทางการติดตามประเมินผลเป็นระยะทั้งด้วยการกำหนดผู้รับผิดชอบและการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม

4. การออกแบบการทดลองด้านส่วนผสมระหว่าง new ingot และ reused ingot เพื่อบ่งชี้ optimal mix ควรประเมินทั้งด้านต้นทุนวัตถุดิบ ต้นทุนการผลิต และต้นทุนคุณภาพ ซึ่งต้องใช้รูปแบบการทดลองที่สามารถบ่งชี้ผลของปัจจัยได้อย่างละเอียดเช่น Factorial Design เป็นต้น

5. การเก็บข้อมูลจำเป็นต้องใช้เวลานานมาก เนื่องจากต้องคุมปัจจัยต่างๆ เพื่อให้สามารถได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องสมบูรณ์มากที่สุด

6. ข้อเสนอแนะสำหรับในการศึกษาครั้งต่อไป หากมีการเพิ่มเติม โดยการนำเทคนิคลีน ซิกซ์ ซิกม่ามาประยุกต์ใช้ในช่วงที่ผลิตภัณฑ์กำลังทำการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New product) ก็จะยิ่งส่งผลให้การผลิตมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเมื่อเริ่มทำการผลิตผลิตภัณฑ์ไปแล้ว การปรับปรุงแก้ไขบางอย่างทำได้ยากมาก เนื่องจากจะกระทบต่อต้นทุน และอาจต้องแจ้งให้ลูกค้าทราบเพื่อขออนุมัติการเปลี่ยนแปลง

# บรรณานุกรม


เกียรติขจร. (2550). Lean: วิธีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้ง แอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด.

เกียรตินุกูล วารินทร์. (2561). การจัดสมดุลสายการผลิตกระบวนการประกอบโครงอลูมิเนียมกรณีศึกษา: บริษัทตัวอย่าง. *Thai Industrial Engineering Network Journal, 4*(1), 49-58.

จิรภา ลิ่มศิลา. (2549). เรื่อง Six Sigma การควบคุมคุณภาพที่ดีขององค์กร (คู่มือสัมมนา). กรุงเทพฯ: บริษัทเอ็กซ์เปอร์เน็ท จำกัด.

ทิพวรรณ แก้วสังข์. (2552). การวิเคราะห์ย้อนกลับโครงการประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษาบริษัทอิเล็กทรอนิกส์ จำกัด.

นพดล เฟื่องเด่นขจร. (2547). การปรับปรุงความพร้อมในการตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการทันตกรรมโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา : กรณีศึกษาคลินิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประเสริฐ ศรีบุญจันทร์. (2550). การปรับปรุงกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอโดยเทคนิค Six Sigma. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ปารเมศ ชุติมา และ ภาณุ ชุดเจือจีน. (2550). การประยุกต์ซิกซ์ ซิกมา เพื่อลดของเสียจากการพ่นสีรองพื้นในกระบวนการผลิตกล่องนาฬิการาคาแพง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรินทร์ อุ่นเอมใจ. (2548). ได้ทำการวิจัยเรื่องการบูรณาการ ลีน ซิกซ์ ซิกม่าและซีเอ็มเอ็มไอเข้าสู่วิสาหกิจโดยใช้แบบจำลองพลวัตกรณีศึกษา: บริษัท สแปนชัน (ไทยแลนด์) จำกัด. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร. .

พิมพ์ชนก ไพศาล และ ภาณุมาศ. (2550). การลดระยะเวลานำในการผลิตในโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาโดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

ยุทธ ไกยวรรณ์. (2550). การควบคุมและการตรวจสอบคุณภาพการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ของฝ่ายประกันคุณภาพโรงงานผู้รับจ้างผลิต. *RMUTP Research Journal, 1*(1), 21-32.

ลลิดา ยิ่งสูง. (2551). ผลศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบผลิตแบบลีนร่วมกับการบริหารโซ่อุปทาน: กรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างของอุตสาหกรรมการผลิต.

วสันต์ พุกผาสุข (2549). การลดของเสียจากกระบวนการชุบโครเมี่ยม โดยประยุกต์ใช้วิธีการซิกซ์ ซิกม่า กรณีศึกษา : บริษัทในอุตสาหกรรมชุบโครเมี่ยม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ/กรุงเทพฯ.

วัชรินทร์ สิทธิเจริญ. (2547). การศึกษางาน (Work Study), กรุงเทพมหานคร: บริษัทโอเดียนสโตร์. 192-202.

ศิรศักดิ์ เทพจิต. (2549). การประเมินการนำ Lean Six Sigma ไปใช้งานด้วยการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ กรณีศึกษา: โรงพยาบาล วิจัยชิ้นนี้คือศึกษาพฤติกรรมของระบบของกระบวนการให้บริการตรวจรักษาของโรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ถ่ายเอกสาร. .

สมอุสา วรรณฤมล. (2550). การลดจำนวนผลิตภัณฑ์ที่บกพร่องโดยใช้เทคนิค ซิกส์ ซิกม่า. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมศาสตร์). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร. .

อนุชา วัฒนาภา. (2551). วิจัยเรื่องการลดของเสียในกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์โดยเทคนิคซิกส์ซิกม่า. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ อศ.ม. (อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีบางมด. ถ่ายเอกสาร.

อภิชาติ เปรมปราชญ์ชยันต์. (2550). การเพิ่มประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทานโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

Greene. B.M. (2002). “Taxonomy of The Adoptation of Lean Production Tools and Technics.” Ph.D. Thesis, Faculty of Engineering Science, the University of Tennessee.

Sung HP. (2006). Six Sigma and other management initiatives. In Six Sigma for Quality and Productivity Promotion. Tokyo: Asian Productivity Organization 2003; 122-135.

Taghizadegan Salman. (2010). *Essentials of lean six sigma*: Elsevier.

มหาวิทยาลัยบูรพา
BURAPHA UNIVERSITY

# ประวัติย่อของผู้วิจัย

| | |
|---|---|
| **ชื่อ-สกุล** | Mr. Chonnatee Duangchai |
| **วัน เดือน ปี เกิด** | 21 August 1984 |
| **สถานที่เกิด** | Udonthani Province |
| **สถานที่อยู่ปัจจุบัน** | 95/221 Moo.5 T. Surasak A.Sriracha, Chonburi 20110 |
| **ตำแหน่งและประวัติการทำงาน** | Factory Manager at Surface Treatment Technology (Thailand) Co., Ltd. Start 2022 - Present<br>General Manager at Thai Sankyo Co., Ltd. Start 2011 - 2022<br>Japanese Interpreter and Production Engineer at Taisei Plas Thailand Co., Ltd. Start 2010 - 2011 |
| **ประวัติการศึกษา** | Bachelor Degree |
| **รางวัลหรือทุนการศึกษา** | Champion QCC Activity<br>The best Kaizen FY2023 at STT |