การเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงานระหว่างแนวทางลีน และ แนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ในโรงงานผลิตเครื่องยนต์เรือ

นายคุณัช สุขสมานวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

A COMPARISON OF PROCESS IMPROVEMENT BETWEEN LEAN APPROACH AND LEAN-SIX SIGMA APPROACH IN AN OUTBOARD MOTOR FACTORY

Mr. Kunut Suksamarnvong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงานระหว่างแนวทางลีน และ แนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ในโรงงานผลิตเครื่องยนต์เรือ
โดย	นายคุณัช สุขสมานวงศ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

คุณัช สุขสมานวงศ์ : การเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงานระหว่างแนวทางลีน และ แนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ในโรงงานผลิตเครื่องยนต์เรือ (A COMPARISON OF PROCESS IMPROVEMENT BETWEEN LEAN APPROACH AND LEAN-SIX SIGMA APPROACH IN AN OUTBOARD MOTOR FACTORY) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์, 125 หน้า.

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาและเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงการทำงานระหว่าง แนวทางลีน และ แนวทางลีน ซิกซ์ ซิกมา เนื่องจากในปัจจุบัน แนวทางสองชนิดนี้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในโรงงาน โดยที่การปรับปรุงการทำงานตามแนวทางลีน คือการทำให้กระบวนการมีการไหลอย่างต่อเนื่อง กำจัดความสูญเปล่าต่างๆและมองในภาพรวมของทั้งกระบวนการ ขณะที่การปรับปรุงตามแนวทางซิกซ์ ซิกมามีจุดเด่นในด้านการปรับปรุงกระบวนการในด้านคุณภาพและเน้นปรับปรุงในจุดที่สนใจ ดังนั้น จึงเป็นที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาสองแนวทางนี้มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน บนโรงงานกรณีศึกษาประเภทสายการผลิต

งานวิจัยนี้เริ่มปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน หลังจากนั้น เพิ่มการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางซิกซ์ ซิกมาเข้าไป โดยผลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน พบว่าช่วยลดเวลาในการผลิตในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายได้ 38.67 วินาทีต่อชิ้น จาก 144.96 วินาทีต่อชิ้นเป็น 106.29 วินาทีต่อชิ้นหรือคิดเป็น 26.68% และแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมาสามารถลดเวลาในการผลิตได้ 42.22 วินาทีต่อชิ้น จาก 144.96 วินาทีต่อชิ้นเป็น 102.74 วินาทีต่อชิ้นหรือคิดเป็น 29.13% โดยการนำ 5 ขั้นตอนของซิกซ์ ซิกมามาใช้ในการปรับปรุงสามารถลดจากแนวทางลีนได้ 3.55 วินาทีต่อชิ้น จาก 106.29 วินาทีต่อชิ้นเป็น 102.74 วินาทีต่อชิ้นหรือคิดเป็น 3.34% และเมื่อเปรียบเทียบกับการลงทุนในการปรับปรุงซิกซ์ ซิกมา พบว่ามีความคุ้มค่าไม่เพียงพอกับการลงทุน ในโรงงานกรณีศึกษาแบบสายการผลิต ที่เน้นคนเป็นหลัก

จากผลกรณีศึกษา การปรับปรุงแนวทางลีนจึงมีความเหมาะสมมากกว่า แต่แนวทางซิกซ์-ซิกมาก็มีความน่าสนใจในด้านการมีบุคลากรที่รับผิดชอบเต็มเวลาในด้านการปรับปรุงกระบวนการ ดังนั้นการนำข้อดีนี้ใส่เข้าไปในลีน จึงน่าจะเป็นส่วนหนึ่งของแนวทางลีนที่เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้สูงยิ่งขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5470570621: MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORDS: PROCESS IMPROVEMENT/ CONTINUOUS FLOW/ LEAN/ LEAN-SIX SIGMA

KUNUT SUKSAMARNVONG: A COMPARISON OF PROCESS IMPROVEMENT BETWEEN LEAN APPROACH AND LEAN-SIX SIGMA APPROACH IN AN OUTBOARD MOTOR FACTORY. ADVISOR: ASSOC. PROF. JEERAPAT NGAOPRASERTWONG., 125 pp.

This paper describes approaches which are popular in manufacturing include Lean approach and Six Sigma approach. Lean approach can reduce wastes on process, develop continuous flow process and interest the whole process. Furthermore, Six Sigma approach can reduce variability in process, reduce defects to a minimum and focus on specific problem. In the other hand, the combination of Lean and Six Sigma approach is interested in a few industries. Therefore, a comparison between Lean and Lean-Six Sigma in process improvement via the continuous process is necessary to study for identity appropriate approach in organizations.

In case study of outboard motor, the first approach to process improvement is Lean. An implementation Six Sigma had done after that. The result of Lean can reduce standard time 26.68% or 38.67 seconds/piece from 144.96 seconds/piece to 106.29 seconds/piece. The result of Lean-Six Sigma can reduce standard time 29.13% or 42.22 seconds/piece from 144.96 seconds/piece to 102.74 seconds/piece. The increment of Six Sigma's 5 steps can reduce standard time from Lean 3.34% or 3.55 seconds/piece from 106.29 seconds/piece to 102.74 seconds/piece. Moreover, Six Sigma approach does not value when comparing to investment.

Therefore, Lean can be confirmed for appropriate approach of continuous flow process improvement. Nevertheless, a benefit of Six Sigma approach is the Six Sigma staff team mainly responsible for improvement. Also, full responsibility assigned to the team should be a part of Lean Approach which may increases more process efficiency.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

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

Academic Year : 2013 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รศ. จิรพัฒน์ เงาประเสริฐวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจสอบแก้ไขในรายละเอียดต่างๆ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง รศ.สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปารเมศ ชุติมา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรศ.สมชาย พวงเพิกศึก กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำต่างๆ ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ รวมถึงพนักงานในบริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ จำกัดที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้อย่างดี

นอกจากนั้นขอขอบคุณทุกกำลังใจ และความช่วยเหลือจากคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว ครอบครัวและญาติพี่น้องทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ทุนทรัพย์ และให้การช่วยเหลืออย่างดีจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่ช่วยเหลือ และกรุณาสละเวลาอันมีค่าให้ข้อมูลประกอบกับความรู้ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณกับความตั้งใจ และความพยายาม มานะ อุตสาหะของผู้วิจัยที่สามารถทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์อย่างที่คาดหวังไว้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฎ
สารบัญรูป..... ฐ

บทที่

1. บทนำ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 ประวัติความเป็นมาของบริษัท และรายละเอียดของโรงงานกรณีศึกษา..... 7
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 10
1.4 ขอบเขตของงานวิจัย..... 10
1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยดำเนินงาน..... 10
1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..... 11
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 12
2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 12
2.1.1 การผลิตแบบลีน (Lean Production)..... 12
2.1.1.1 สายธารแห่งคุณค่า (The value steam mapping)..... 14
2.1.1.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ..... 15
2.1.1 ซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma)..... 16
2.1.2.1 องค์ประกอบของซิกซ์ ซิกมา..... 19
2.1.3 แนวคิดลีน-ซิกซ์ ซิกมา (Lean-six sigma)..... 19
2.1.4 การจัดสมดุลการผลิต (Production line balancing)..... 19
2.1.5 หลักการ ECRS..... 20
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 20

บทที่ หน้า

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลีน..... 20
2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลีน-ซิกซ์ ซิกมา..... 22
3. วิธีดำเนินงานวิจัย……..... 25
3.1 ลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย..... 25
3.2 ศึกษาข้อมูลโรงงานกรณีศึกษา..... 25
3.3 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์……..... 27
3.4 ข้อมูลกระบวนการ……..……..……..... 29
3.5 ข้อมูลของเวลาการผลิต..... 43
3.6 การวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่า..... 45
3.7 สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น..... 47
3.8 แนวทางในการแก้ไขปัญหา..... 56
4. การดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีน..... 59
4.1 การนำแนวทางลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 59
4.1.1 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความ จำเป็น..... 59
4.1.2 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น. 61
4.1.3 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย..... 63
4.1.4 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น..... 66
4.1.4 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย..... 64
4.2 ผลการนำแนวคิดลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 68
4.2.1 ผลการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น..... 68
4.2.2 ผลการลดความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น..... 69
4.2.3 ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย..... 69
4.2.4 ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความ จำเป็น..... 69
4.2.5 ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย..... 69
4.3 ผลสรุปการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 69
5. การดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา…..... 73

บทที่ หน้า

5.1 การเลือกทีมงานในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 73
5.2 ขั้นตอนการนิยามปัญหา..... 73
5.2.1 กระบวนการทำงานหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 74
5.2.2 การนิยามปัญหา..... 76
5.3 ขั้นตอนการวัด..... 76
5.3.1 ค่าดัชนีชี้วัด..... 76
5.3.2 การเก็บข้อมูล..... 76
5.3.3 ผลการวัดสภาพปัญหาหลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 77
5.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์..... 79
5.4.1 การวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล..... 80
5.4.2 การวิเคราะห์ 4M..... 80
5.4.3 สรุปสาเหตุและแนวทางแก้ไข..... 82
5.5 ขั้นตอนการปรับปรุง..... 84
5.5.1 การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน..... 84
5.5.2 อุปกรณ์ช่วยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน..... 85
5.5.3 หลักการ ECRS..... 86
5.6 ขั้นตอนการควบคุม..... 90
5.7 ผลการปรับปรุงตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา..... 90
6. สรุปผล..... 94
6.1 สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 94
6.2 ความคุ้มค่าในการเพิ่มการปรับปรุงกระบวนการทำงานแนวทางซิกซ์ ซิกมาในแนวทางลีน..... 96
7. การเปรียบเทียบกระบวนการทำงาน..... 98
7.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 98
7.2 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 98
7.3 ผลการเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 99
7.4 ข้อเสนอแนะ..... 99
รายการอ้างอิง..... 100

บทที่ หน้า
ภาคผนวก..... 104
ภาคผนวก ก. ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย..... 105
ภาคผนวก ข. ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย..... 106
ภาคผนวก ค. ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน..... 112
ภาคผนวก ง. ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน..... 113
ภาคผนวก จ. ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา..... 119
ภาคผนวก ฉ. ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา..... 120
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 125

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของ ลีน และ ซิกซ์ ซิกมา..... 2
ตารางที่ 1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ลีน-ซิกซ์ ซิกมา และ ลีน กับ ซิกซ์ ซิกมา... 4
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4..... 27
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดสถานีงานของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 37
ตารางที่ 3.3 เวลามาตรฐานของการทำงานในแต่ละสถานีงาน..... 44
ตารางที่ 3.4 สรุปข้อมูลแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย..... 46
ตารางที่ 3.5 กิจกรรมที่เกิดจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น..... 48
ตารางที่ 3.6 กิจกรรมที่เกิดจากการรอคอย..... 49
ตารางที่ 3.7 กิจกรรมที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น..... 50
ตารางที่ 3.8 สัดส่วนของเสียตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55..... 51
ตารางที่ 3.9 ของเสียแบ่งตามกระบวนการต่าง ๆ..... 52
ตารางที่ 3.10 ปัญหาของเสียในการประกอบขั้นสุดท้าย..... 54
ตารางที่ 3.11 สัดส่วนของเสียจากการประกอบขั้นสุดท้ายตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55..... 55
ตารางที่ 4.1 ปัญหาของเสียในการประกอบขั้นสุดท้าย..... 64
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ตามแนวทางลีน.... 70
ตารางที่ 5.1 เวลามาตรฐานของการทำงานในแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 74
ตารางที่ 5.2 สัดส่วนของเสียหลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 79
ตารางที่ 5.3 สรุปกิจกรรมในการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่นDF4. 80
ตารางที่ 5.4 สาเหตุที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้..... 83
ตารางที่ 5.5 ปัจจัยและแนวทางในการแก้ไข..... 84
ตารางที่ 5.6 สัดส่วนของเสีย..... 85
ตารางที่ 5.7 จัดอันดับสถานีงานตามเวลามาตรฐาน..... 87
ตารางที่ 5.8 เวลารวมของกระบวนการผลิตเครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4..... 88

หน้า

ตารางที่ 5.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา..... 91
ตารางที่ 5.10 สัดส่วนของเสียเปรียบเทียบกันของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 92
ตารางที่ 6.1 สรุปการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 94
ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบค่าดัชนีชี้วัด กับ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน..... 96

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ผลผลิตเครื่องยนต์เรือแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2556..... 5
รูปที่ 1.2 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน..... 6
รูปที่ 1.3 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 7
รูปที่ 1.4 ตัวอย่างเครื่องยนต์เรือ 2 จังหวะ..... 8
รูปที่ 1.5 ตัวอย่างเครื่องยนต์เรือ 4 จังหวะ..... 9
รูปที่ 1.6 ยอดการผลิตของแผนกเครื่องยนต์เรือ..... 10
รูปที่ 2.1 วิวัฒนาการของการผลิตแบบ Lean..... 13
รูปที่ 2.2 การกระจายแบบปกติ ตั้งแต่ +/- 1 σ จนถึง +/- 6 σ..... 17
รูปที่ 2.3 ขั้นตอน D-M-A-I-C..... 18
รูปที่ 3.1 ส่วนแบ่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือทั่วโลกปี พ.ศ. 2555..... 26
รูปที่ 3.2 Process flow chart ของกระบวนการผลิตเครื่องยนต์เรือ..... 29
รูปที่ 3.3 พนักงานขณะจัดวัตถุดิบเพื่อนำไปประกอบการผลิต..... 30
รูปที่ 3.4 พนักงานขณะทำงานในแผนก Machining..... 30
รูปที่ 3.5 พนักงานขณะหยิบชิ้นส่วนเข้ากระบวนการพ่นสี..... 31
รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนที่ออกมาจากกระบวนการพ่นสี..... 31
รูปที่ 3.7 แสดงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 32
รูปที่ 3.8 กระบวนการทดสอบเครื่องยนต์..... 32
รูปที่ 3.9 กระบวนการ packaging..... 33
รูปที่ 3.10 ปริมาณการผลิตตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ส.ค. ปี พ.ศ. 2555..... 34
รูปที่ 3.11 ปริมาณการขายตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ส.ค. ปี พ.ศ. 2555..... 34
รูปที่ 3.12 Tray ที่สามารถเข็นได้..... 35
รูปที่ 3.13 สถานีงานในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 36
รูปที่ 3.14 แผนผังของโรงงาน..... 43
รูปที่ 3.15 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน..... 45
รูปที่ 3.16 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า..... 47
รูปที่ 3.17 ของเสียแบ่งตามกระบวนการต่าง ๆ..... 53

หน้า

รูปที่ 3.18 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 55
รูปที่ 4.1 ก่อนการปรับปรุง..... 61
รูปที่ 4.2 Tray ที่มีช่องเก็บของวางไว้บน Tray ที่เป็นรถลากของพนักงาน (หลังปรับปรุง)..... 61
รูปที่ 4.3 ก่อนการติดตั้งระบบอัติโนมัติ..... 62
รูปที่ 4.4 หลังการติดตั้งระบบอัติโนมัติ..... 63
รูปที่ 4.5 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 65
รูปที่ 4.6 ผังก้างปลาแสดงปัญหาบกพร่องจากการประกอบ..... 65
รูปที่ 4.7 ผังก้างปลาแสดงปัญหาไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน..... 65
รูปที่ 4.8 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน..... 67
รูปที่ 4.9 เวลาในสถานีงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง..... 70
รูปที่ 4.10 ผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือเฉพาะรุ่น DF4..... 71
รูปที่ 4.11 สัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 72
รูปที่ 4.12 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า..... 72
รูปที่ 5.1 สถานีงานในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน. 75
รูปที่ 5.2 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานเมื่อผ่านการปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 78
รูปที่ 5.3 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุในการขาดประสิทธิภาพในการทำงาน..... 82
รูปที่ 5.4 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย..... 85
รูปที่ 5.5 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานเมื่อผ่านการปรับปรุงตามแนวทางลีน..... 87
รูปที่ 5.6 Layout ชี้สถนีงานที่ 6..... 89
รูปที่ 5.7 Layout ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 89
รูปที่ 5.8 เวลาในสถานีงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง..... 91
รูปที่ 5.9 ผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือเฉพาะรุ่น DF4..... 92
รูปที่ 5.10 สัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา..... 93
รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบเวลาในสถานีงาน..... 95
รูปที่ 6.2 รูปแสดงผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4..... 97

บทที่ 1
บทนำ

สถานการณ์ในปัจจุบันทุกวันนี้ มีการแข่งขันกันสูงในด้านการลดต้นทุนในการผลิต ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนแรงงาน หรือ ต้นทุนวัตถุดิบ ซึ่งประเทศที่เป็นประเทศชั้นนำในด้านอุตสาหกรรมต่างย้ายฐานการผลิตหรือเพิ่มหน่วยในการลงทุนในประเทศที่มีต้นทุนด้านแรงงานถูกมากขึ้น และเพื่อที่จะสามารถรองรับการเข้ามาลงทุนของต่างชาติได้ ดังนั้นทางโรงงานผลิตในไทยจำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อมในด้านความรู้ เทคโนโลยี แรงงาน เป็นต้น และการเพิ่มประสิทธิภาพเพื่อรองรับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการทุกวันนี้ มีเครื่องมือทางด้านการปรับปรุงกระบวนการทำงานมากมายถูกนำมาใช้ เนื่องจากความจำเป็นในการพัฒนาและปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อความอยู่รอดขององค์กร และแต่ละเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้ล้วนมีจุดเด่น จุดด้อยที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันมีแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานหลายแนวทาง และมีแนวทาง 2 แนวทางที่ถูกนำมาใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรม คือ แนวทางลีน และ แนวทางซิกซ์ ซิกมา โดยที่การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน คือการทำให้กระบวนการมีการไหลอย่างต่อเนื่อง กำจัดความสูญเปล่าต่างๆ และมองในภาพรวมของทั้งกระบวนการ ขณะที่แนวทางซิกซ์ซิกมามีจุดเด่นในด้านการปรับปรุงกระบวนการในด้านคุณภาพและเน้นปรับปรุงในจุดที่สนใจ โดยที่ส่วนใหญ่โรงงานอุตสาหกรรมแต่ละโรงงาน มีการเลือกนำแนวทางทั้ง 2 ตัว อย่างใดอย่างหนึ่งไปใช้ แต่มีโรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นกรณีศึกษาในการนำแนวทางทั้ง 2 ตัวไปใช้ร่วมกันเป็นจำนวนน้อย ดังนั้น การนำแนวทางทั้งสองตัวมาใช้ร่วมกันเพื่อเป็นกรณีศึกษาในโรงงานอุตสาหกรรมจึงมีความน่าสนใจอย่างยิ่ง โดยในการศึกษาการปรับปรุงกระบวนการทำงานแบบลีน, ซิกซ์ ซิกมา และลีน-ซิกซ์ ซิกมาจากงานวิจัย และกรณีศึกษาต่าง ๆ ทำให้รู้ถึงข้อดี ข้อเสีย รวมถึงความเหมือนและความแตกต่างของลีน, ซิกซ์ ซิกมา กับลีน-ซิกซ์ ซิกมา ดังตารางที่ 1.1 และ ตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของ ลีน และ ซิกซ์ ซิกมา [3], [6], [12]

	ลีน	ซิกซ์ ซิกมา	ลีน-ซิกซ์ ซิกมา
ข้อดี	- มุ่งเน้นลดความสูญเปล่าต่าง ๆ - ผลักดันให้เกิดการไหลต่อเนื่องของกระบวนการ - ใช้ระยะเวลาที่สั้น หลักการพื้นฐาน ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการเข้าใจ - มุ่งเน้นไปที่สายธารแห่งคุณค่า [12] - สร้างแนวทางเพื่อการปรับปรุง [12] - ใช้กับการแก้ไขปัญหาที่ค้นหาที่มาของปัญหาได้ยาก แต่ดำเนินการแก้ไขได้ง่าย - มองภาพรวมทั้งกระบวนการ	- ลดความแปรปรวนของกระบวนการ - ลดของเสียในกระบวนการ - มีการนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้ - ลดต้นทุนคุณภาพ[3] - เพิ่มผลกำไร[3] - เกิดการค้นพบ หรือสร้างสรรค์ความรู้ใหม่ ๆ [12] - ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ค้นหาที่มาของปัญหาได้ง่ายแต่ดำเนินการแก้ไขได้ยาก - มีทีมงานชำนาญการในการปรับปรุงโดยเฉพาะ - มีการร่วมมือจากทุกคนทุกระดับ - มีวิธีปฏิบัติที่ชัดเจน - สนใจในโครงการเฉพาะ	- สร้างมาตรฐานให้กับการทำงาน - กำจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ - ปรับปรุงการไหลตามแนวคิดแบบลีน 5 ขั้นตอน - มีขั้นตอนเป็นรูปแบบชัดเจน - มีการใช้เครื่องมือทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

	ลีน	ซิกซ์ ซิกมา	ลีน-ซิกซ์ ซิกมา
ข้อเสีย	- ไม่มีการนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้ในการสนับสนุนเพื่อบรรลุความสามารถของกระบวนการ[6] - ไม่มีการนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้จึงไม่สามารถเห็นผลแบบเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนได้[6] - ไม่มีโปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาฝีมือ - ไม่มีการตระหนักในความแปรปรวน - ไม่มีพนักงานที่มีหน้าที่ในการปรับปรุงโดยเฉพาะ	- ไม่มีแนวทางในการผลักดันให้เกิดการไหลอย่างต่อเนื่องในกระบวนการ[6] - ไม่สามารถปรับปรุงกระบวนการได้ในระยะเวลาอันสั้นได้เนื่องจากซิกซ์ ซิกมามีขั้นตอนที่แน่นอนในการดำเนินการ 5 ขั้นตอน (D-M-A-I-C)[6] - ในProcess mapping ของซิกซ์ ซิกมา ไม่มีการจำแนกความสูญเปล่าเหมือน Value steam mapping ของลีน - จำเป็นจะต้องมีผู้ชำนาญการในการดำเนินโครงการ	- เครื่องมือนี้ยังไม่มีรูปแบบการนำไปใช้ที่แน่นอน ทำให้อาจเกิดความเข้าใจผิดในการนำไปใช้ได้ง่าย

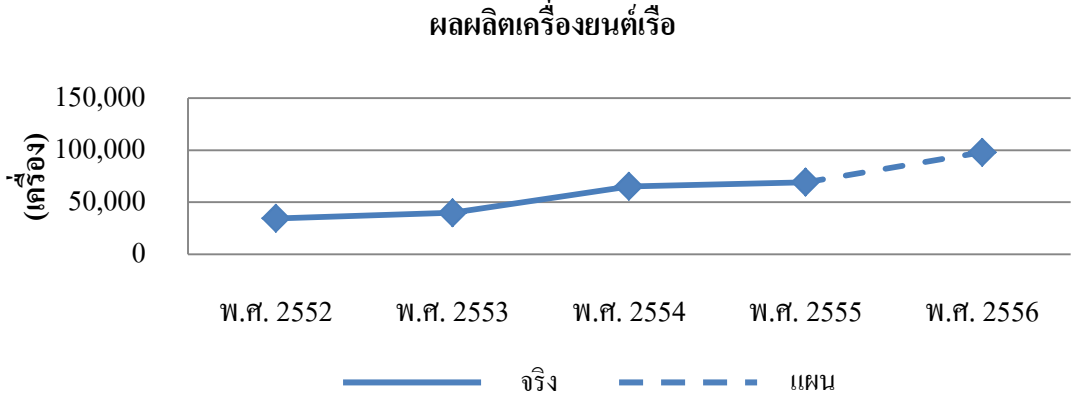
ตารางที่ 1.2 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ลีน-ซิกซ์ ซิกมา และ ลีน กับ ซิกซ์ ซิกมา [3]

<table>
<tr><th></th><th>ลีน</th><th>ซิกซ์ ซิกมา</th></tr>
<tr><td rowspan="4">ลีน-ซิกซ์ ซิกมา</td><td colspan="2">ความเหมือน</td></tr>
<tr><td>- สร้างมาตรฐานให้กับการทำงาน
- กำจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ
- ปรับปรุงการไหลตามแนวคิดแบบลีน 5 ขั้นตอน</td><td>- มีขั้นตอนเป็นรูปแบบชัดเจน
- มีการใช้เครื่องมือทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="2">ความแตกต่าง</td></tr>
<tr><td>- ลีนไม่มีการนำเครื่องมือทางสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์[6]
- ลีนมุ่งเน้นที่ value steam mapping โดยไม่มุ่งเน้นที่กระบวนการทางวิทยาศาสตร์[6]</td><td>- ซิกซ์ ซิกมาอาจไม่ได้มีความแน่นอนในการสร้างความยั่งยืน[6]
- ซิกซ์ ซิกมาไม่สามารถสร้างความสมดุลของกระบวนการและหาจุดที่ทำให้เกิดการไหลที่ดีที่สุดได้[6]</td></tr>
</table>

จากการศึกษาความเหมือนและความแตกต่างของลีน, ซิกซ์ ซิกมา กับลีน-ซิกซ์ ซิกมา ทำให้ทราบถึงความเหมือนของทั้งสองเครื่องมือ คือเน้นที่การปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยลีนจะเน้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่เข้าใจง่ายกับทุกระดับ พัฒนากระบวนการอย่างต่อเนื่อง และใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ค้นหาที่มาของปัญหาได้ยาก แต่ดำเนินการแก้ไขได้ง่าย ในขณะที่ซิกซ์ ซิกมา จะเน้นที่การปรับปรุงกระบวนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน ใช้เครื่องมือทางสถิติมาช่วย และใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ค้นหาที่มาของปัญหาได้ง่ายแต่ดำเนินการแก้ไขได้ยากเพราะมีขั้นตอนที่ตายตัว 5 ขั้นตอน และเครื่องมือทั้งสองต่างล้วนมีข้อเสีย เช่น ลีนไม่มีการสนับสนุนการนำข้อมูลและเครื่องมือทางสถิติมาใช้ในการตัดสินใจ ในขณะเดียวกันซิกซ์ ซิกมาไม่มีการเน้นที่ความต่อเนื่องของกระบวนการ เนื่องจากซิกซ์ ซิกมาเป็นการพิจารณาโครงการเฉพาะจุดที่สนใจ และจาก

การที่ไม่มีการเน้นที่ความต่อเนื่องของกระบวนการ ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการได้ ดังนั้น ในการนำเครื่องมือทั้งสองมาใช้ร่วมกันจึงมีความน่าสนใจ เพราะ เมื่อมีการนำเอา 2 แนวทาง มาใช้ร่วมกัน จะทำให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

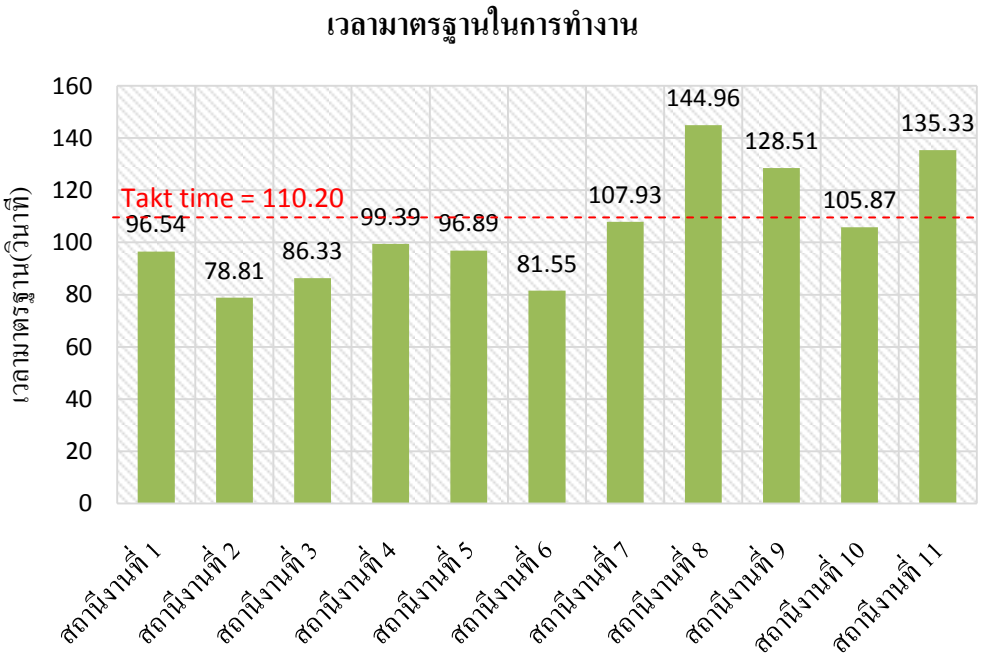
ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มาใช้กับกรณีศึกษา โรงงานผลิตเครื่องยนต์เรือ เนื่องด้วยเครื่องยนต์เรือมีราคาสูง และ เป็นผลิตภัณฑ์หลักประเภทหนึ่งของบริษัทกรณีศึกษา บริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ โดยมีสาเหตุในการเลือกกรณีศึกษามาจาก การที่ประเทศที่เป็นประเทศอุตสาหกรรมและเป็นประเทศที่พัฒนาแล้วมีแนวโน้มย้ายฐานการผลิตและการลงทุนมายังประเทศกลุ่มกำลังพัฒนา ไม่ว่าจะเป็นเหตุผลในด้านต้นทุนหรือแรงงาน เช่นเดียวกับกลุ่มประเทศอุตสาหกรรมแบบ ประเทศญี่ปุ่น ที่มีการย้ายฐานการผลิตเข้ามาสู่ประเทศไทย ตัวอย่างเช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ รถจักรยานยนต์ ชิ้นส่วนยานยนต์ อิเล็กทรอนิก และเครื่องยนต์เรือ เป็นต้น ปัจจุบันเครื่องยนต์เรือยี่ห้อซูซูกิมีการผลิตใน 2 สถานที่ คือ โรงงานโทโยกาว่า บริษัทซูซูกิมอเตอร์ ประเทศญี่ปุ่น และ บริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ จากการที่ประเทศญี่ปุ่นมีปัญหาในด้านภัยพิบัติทางธรรมชาติ การขาดแคลนพลังงานจากวิกฤตนิวเคลียร์ ค่าเงินที่แข็งตัวอย่างต่อเนื่อง และ อัตราค่าจ้างในระดับสูง ทำให้มีการขยายฐานการผลิตเครื่องยนต์เรือ มาที่บริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ ที่มีความพร้อมในการผลิตเครื่องยนต์เรือ เนื่องจากมีประสบการณ์ในด้านการผลิตเครื่องยนต์เรือมาแล้ว ตั้งแต่ พ.ศ. 2542 และในปี พ.ศ. 2555 บริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ มีแผนที่จะเพิ่มอัตราการผลิตเครื่องยนต์เรือจากเดิม ที่ผลิตในปี พ.ศ. 2554 อยู่ที่ 65,000 เครื่อง ต่อปี มาเป็น 98,000 เครื่องในปี พ.ศ. 2556 หรือเพิ่มขึ้น 50% จากเดิม ดังรูปที่ 1.1



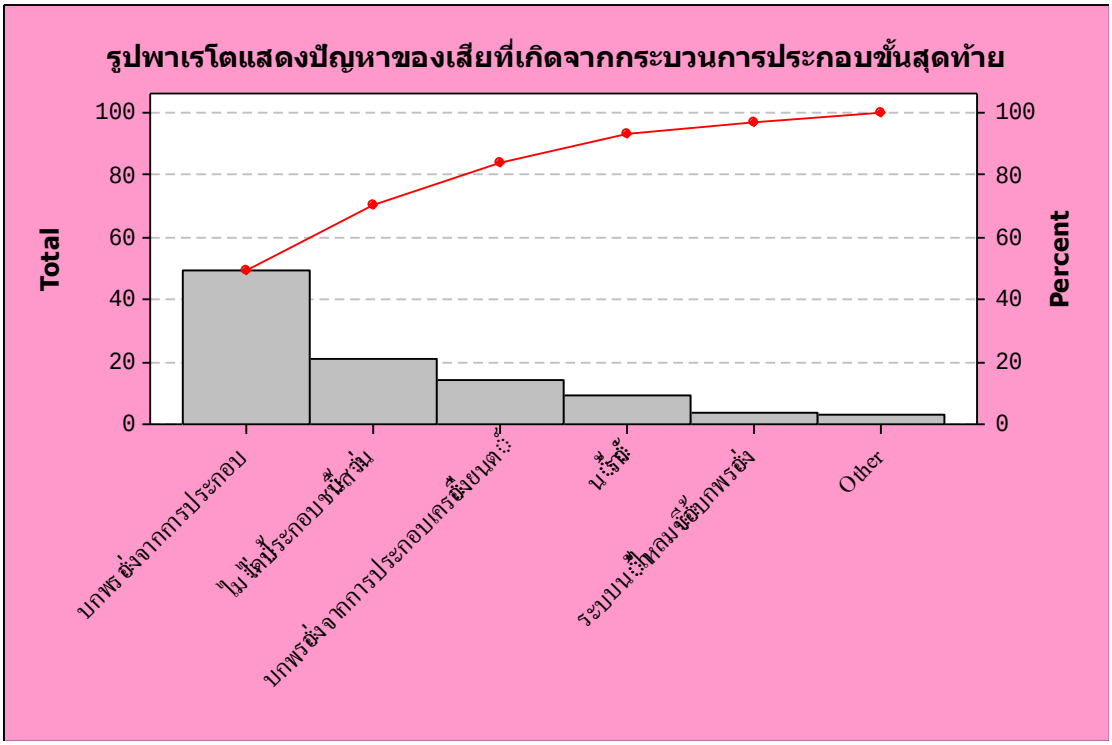
รูปที่ 1.1 ผลผลิตเครื่องยนต์เรือนแต่ละปีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552-2556

จากที่กล่าวมาข้างต้น ส่งผลให้บริษัทไทยซูซูกิมอเตอร์ ต้องมีการเตรียมพร้อมรับมือในการขยายฐานการผลิตเพิ่ม ไม่ว่าจะเป็นในด้านของแรงงาน เครื่องจักร สถานที่และวิธีการระหว่างการปฏิบัติงาน และเนื่องจากการสังเกตพร้อมทั้งศึกษาการทำงานในโรงงานกรณีศึกษา พบว่ากระบวนการผลิตในแผนกเครื่องยนต์เรือ บริษัท ไทยซูซูกิมอเตอร์ มีการใช้แรงงานคนเป็นหลักมากกว่าการใช้เครื่องมือช่วย หรือ ระบบอัตโนมัติ และมีการวางผังโรงงานที่ทำให้เกิดการเสียเวลาในการขนย้ายวัตถุดิบระหว่างการผลิต ซึ่งทั้งหมดนี้ส่งผลให้เกิดความสูญเปล่าต่าง ๆ เช่น การขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น การรอคอยงาน เป็นต้น นอกจากนั้น ถ้าเกิดในกรณีที่พบของเสียจะต้องมีการดำเนินการแก้ไข เพราะเครื่องยนต์เรือมีราคาขายที่ราคาสูง ซึ่งส่งผลให้มีกิจกรรมการซ่อมที่ถือว่าไม่ก่อให้เกิดมูลค่าและเสียเวลาอีกด้วย จากเหตุผลทั้งหมดนี้ หากมีการกำจัดความสูญเปล่า ลดของเสียที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานให้กับกระบวนการผลิตของเครื่องยนต์เรือ จะส่งผลให้เกิดการเพิ่มผลผลิตขึ้นได้อย่างแน่นอน และ ในด้านของการเป็นกรณีศึกษา และประโยชน์ที่จะเกิดกับโรงงาน

จากสภาพปัญหาที่พบและการศึกษาแนวคิดที่ผ่านมาพบว่า ความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นรวมถึงการวางผังโรงงาน อีกทั้งมีของเสียที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการ ทำให้ทางผู้วิจัยจึงมีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อที่จะวิเคราะห์ถึงปัญหาดังนี้ เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต และสัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ ตามรูปที่ 1.2 และรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.2 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน



รูปที่ 1.3 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

ซึ่งจากการสังเกต และศึกษากระบวนการทำงานของแผนกเครื่องยนต์เรือ ทำให้พบแนวทางที่จะทำการแก้ไขปัญหาในการกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น และ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ จึงเป็นเหตุให้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการ รวมถึงมีการนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้ในการลดของเสียที่เกิดขึ้น โดยนำการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน และแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มาช่วยในการแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าต่าง ๆ และลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการ อันนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตที่มากขึ้น ลดจำนวนของเสีย และ การดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อผลิตเครื่องยนต์เรือได้ตามความต้องการของทางโรงงานกรณีศึกษา

1.2 ประวัติความเป็นมาของบริษัท และรายละเอียดของโรงงานกรณีศึกษา

บริษัท ไทยซูซูกิมอเตอร์ อยู่ที่ 31/1 ถนนรังสิต-องค์รักษ์ ตำบลบางยี่โถ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย เริ่มก่อตั้งในปี พ.ศ. 2510 เป็นการร่วมทุนกันระหว่างกลุ่มร่วมของไทย และบริษัท ซูซูกิมอเตอร์คอเปอเรชั่น จำกัด ประเทศญี่ปุ่นมีทุนจดทะเบียนที่ 270,910,000 บาท และถือว่าเป็นการร่วมทุนครั้งแรกนอกประเทศญี่ปุ่นของบริษัท บริษัท ซูซูกิมอเตอร์คอเปอเรชั่น จำกัด โดยแรกเริ่มมีโรงงานผลิตอยู่ที่ซอยเสนานิคม 1 ถนนพหลโยธิน เขตบางเขต

กรุงเทพมหานคร ในเนื้อที่ 7 ไร่ และมีผลิตภัณฑ์เดียวคือ รถจักรยานยนต์ ต่อมามีการย้ายโรงงานผลิตมาที่ ถนนรังสิต-องครักษ์ ตำบลบางยี่โถ เขตธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีเนื้อที่ 199.45 ไร่ ในปี พ.ศ. 2520 โดยสาเหตุการย้าย เนื่องจากการเจริญเติบโตของฐานการผลิต และการรองรับการผลิตรถจักรยานยนต์รุ่นใหม่ ๆ ต่อมาอีกครั้งในปี พ.ศ. 2542 บริษัท ไทยซูซูกิมอเตอร์ ได้รับมอบหมายจาก บริษัท ซูซูกิมอเตอร์คอเปอเรชั่น จำกัด ประเทศญี่ปุ่น ให้ผลิตเครื่องยนต์เรือ เพื่อส่งออกไปยังทวีปอเมริกา และทวีปยุโรป ส่งผลให้จนถึงปัจจุบัน บริษัทไทยซูซูกิมอเตอร์มีผลิตภัณฑ์ 2 กลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มแรกรถจักรยานยนต์และชิ้นส่วนอะไหล่ ภายใต้แบรนด์ซูซูกิ กลุ่มสองเครื่องยนต์เรือ โดยเครื่องยนต์เรือมีราคาที่สูงต่อชิ้น ซึ่งกลุ่มลูกค้าเป้าหมายของผลิตภัณฑ์จะเป็นนักท่องเที่ยวที่ชื่นชอบการเดินทางทางน้ำ และบุคคลที่ชอบกีฬาตกปลา ซึ่งเป็นกลุ่มลูกค้าที่มีกำลังซื้อสูง แม้ว่าจะมีปริมาณการผลิตที่น้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มรถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักอีกชนิดหนึ่งของบริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์

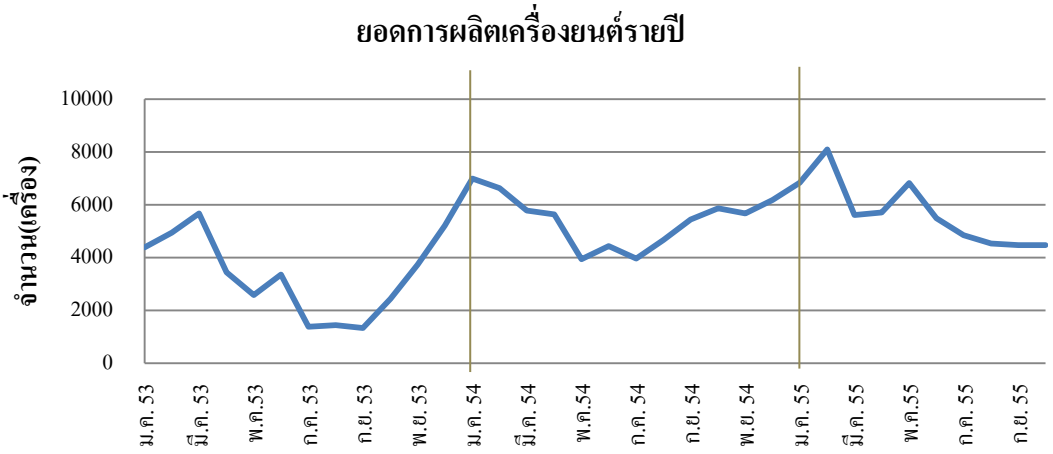
ผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือที่บริษัท ไทยซูซูกิมอเตอร์ ได้รับความไว้วางใจให้ทำการผลิตจากบริษัท ซูซูกิมอเตอร์คอเปอเรชั่น จำกัด ประเทศญี่ปุ่น โดยในแรกเริ่ม มีการผลิตเพื่อส่งออกไปยังทวีปอเมริกา และทวีปยุโรป แต่ในปัจจุบันมีการขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่นในทวีปเอเชีย ทวีปอเมริกา และทวีปยุโรปด้วย โดยและมีการทำการผลิตทั้งหมด 2 ชนิดเครื่องยนต์ คือ

1. ชนิดเครื่องยนต์เรือ 2 จังหวะ ตั้งแต่รุ่น DT 9.9 จนถึงรุ่น DT 40
2. ชนิดเครื่องยนต์เรือ 4 จังหวะ ตั้งแต่รุ่น DF 2 จนถึงรุ่น DF 20

รูปที่ 1.4 ตัวอย่างเครื่องยนต์เรือ 2 จังหวะ

รูปที่ 1.5 ตัวอย่างเครื่องยนต์เรือ 4 จังหวะ

ในการส่งออกเครื่งยนต์เรือประเภท 2 จังหวะ ส่งออกไปสู่ทวีปเอเชีย 1 ประเทศ ทวีปอเมริกา 3 ประเทศ ทวีปยุโรป 2 ประเทศ และทวีปแอฟริกา 3 ประเทศ รวม 9 ประเทศ ขณะที่เครื่องยนต์เรือประเภท 4 จังหวะส่งออกสู่ ทวีปอเมริกา 6 ประเทศ ทวีปเอเซีย 3 ประเทศ ทวีปยุโรป 22 ประเทศ และทวีปแอฟริกา 3 ประเทศ รวมทั้งหมด 34 ประเทศ นอกจากนั้นยังขายในประเทศไทยด้วย โดยสัดส่วนหลักอยู่ที่การส่งออกต่างประเทศ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ส่งขายภายในประเทศ สำหรับความต้องการเครื่องยนต์เรือในตลาดจะเป็นแบบช่วงฤดูกาล (seasonal) คือ ในช่วงไตรมาสที่ 4 ของปี จนถึงไตรมาสที่ 1 ของปีถัดไปจะมียอดการผลิตที่สูง เมื่อเทียบกับช่วงไตรมาสที่ 2 และ 3 ของทุกปีที่มียอดการผลิตต่ำกว่า ดังรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 ยอดการผลิตของแผนกเครื่องยนต์เรือรายปี

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษาเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงการทำงานระหว่าง แนวทางลีน และ แนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการศึกษาและปรับปรุงในส่วนของ สายการผลิต แผนกเครื่องยนต์เรือ ของโรงงานกรณีศึกษา บริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ จำกัด

1.5 ขั้นตอนการศึกษาวิจัยดำเนินงาน

1. ศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา พร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตในการทำวิจัย
2. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษากระบวนการในการผลิตเครื่องยนต์เรือ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์
4. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่พบขึ้น และหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน
5. นำแนวทางลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงานแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและวัดผล
6. นำแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมามาปรับปรุงกระบวนการทำงานแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและวัดผล
7. เปรียบเทียบผลที่ได้รับจากแนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

8. วิเคราะห์และสรุปผล พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ

1.6 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวิธีลีน-ซิกซ์ ซิกมา ไปประยุกต์กับทุกแผนกในโรงงานกรณีศึกษา บริษัทไทย ซูซูกิ มอเตอร์ จำกัดได้
2. เป็นแนวทางในการนำเอาวิธีลีน-ซิกซ์ ซิกมา ไปใช้กับอุตสาหกรรมและบริการประเภทอื่น ๆ ต่อไป
3. เป็นแนวทางในการนำเอาวิธีลีน-ซิกซ์ ซิกมา ไปใช้ในการปรับปรุงการไหลในกระบวนการผลิต ควบคู่ไปกับการลดความผันแปรในกระบวนการ

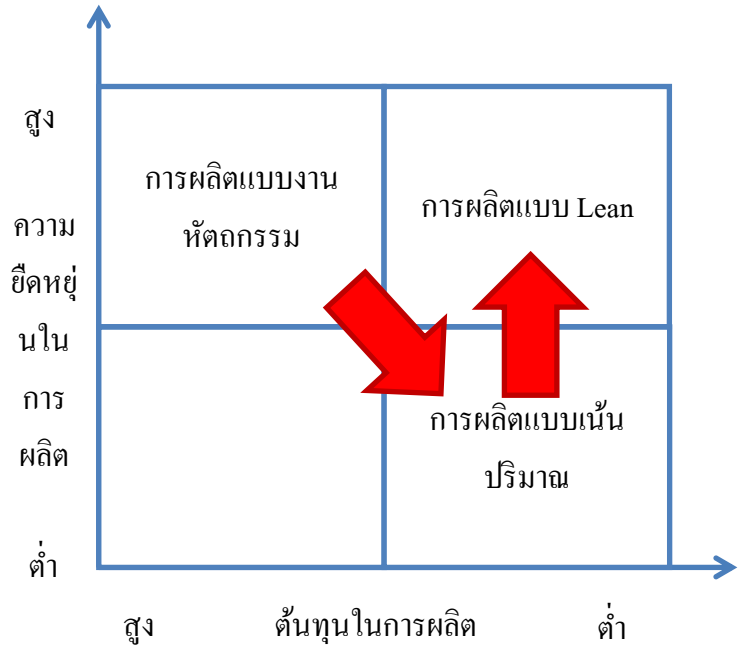
บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การผลิตแบบลีน (Lean Production)

เมื่อค้นหาความหมายของคำว่า “ลีน” ตรง ๆ ตามตัว หมายถึง ผอม บาง หรือ ไม่มีส่วนเกิน ซึ่งตรงกับการผลิตแบบลีนที่เริ่มจากการพิจารณาถึงคุณค่าในการดำเนินงาน รวมถึง มุ่งตอบสนองความต้องการของลูกค้า และสร้างคุณค่าให้กับตัวสินค้า ในที่นี้สินค้าหมายถึง สินค้าที่เป็นสิ่งของอย่างผลิตภัณฑ์และสินค้าที่ไม่เป็นสิ่งของอย่างการบริการ และเน้นที่ความสำคัญในการผลิตสินค้าให้ถูกต้องตามคุณภาพ

การผลิตแบบลีน เกิดขึ้นมาครั้งแรกในอุตสาหกรรมรถยนต์ โดยแรกเริ่มการผลิตสินค้ามีลักษณะเป็นงานประเภทหัตถกรรม หรือ งานประเภทฝีมือ ซึ่งส่งผลให้เกิดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยที่มีราคาค่อนข้างสูง แต่สามารถตอบสนองได้ตรงกับความต้องการของลูกค้า ต่อมา Henry ford แห่ง บริษัท Ford motor ได้มีการนำหลักการการศึกษาเวลา และการศึกษาการเคลื่อนไหวของ Frank &Lillian Gilbreth ร่วมกับการจัดการแบบวิทยาศาสตร์ของ Frederick W. Taylor มาใช้ในสายการผลิตโดยออกแบบให้มีลักษณะล้ายการไหลของน้ำ โดยกำจัดความสูญเปล่าที่ส่งผลเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ออกไปให้หมด ใช้ชิ้นส่วนที่ทดแทนกันได้ และนำเอาเทคโนโลยีสายการลำเลียงในการผลิตมาใช้ ส่งผลให้เวลาในการผลิตลดลง ระบบที่ Henry ford ใช้นี้ถูกเรียกว่า “ระบบการผลิตแบบเน้นปริมาณ (Mass Production)”[1] และทำให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลดลง อีกหลายปีต่อมา Eiji Toyoda และ Taiichi Ohno ผู้บริหารของบริษัทโตโยต้า พยายามนำเอาแนวคิดของ Ford ไปปรับปรุงระบบการผลิตของบริษัทตนที่ประเทศญี่ปุ่น แต่พวกเขาพบว่าสภาพของบริษัทโตโยต้าไม่เหมาะกับการนำไปใช้ คือ ประเทศญี่ปุ่นในขณะนั้น ได้รับผลกระทบจากสภาพผู้แพ้สงคราม ปัจจัยสิ่งของที่ช่วยในการผลิตมีอยู่อย่างจำกัด จึงร่วมกันพัฒนาระบบการผลิตขึ้นจากประสบการณ์ที่พบ โดยเริ่มต้นจากการค้นหาและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระดับปฏิบัติการ การนำข้อเสนอแนะการปรับปรุงงานที่ได้จากพนักงานมาทดลองปฏิบัติ และประยุกต์แนวคิดของระบบซุปเปอร์มาเก็ตหรือระบบดึง มาสร้างระบบการผลิตที่เรียกว่า “ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System : TPS)”[1] หรือที่รู้จักกันดีในชื่อของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time Production System : JIT)[1] ดังนั้นเราอาจกล่าได้ว่าผู้ริเริ่มแนวคิดของระบบ Lean ก็คือ Henry Ford แต่ผู้นำแนวคิดมาประยุกต์ใช้จนเกิดผลลัพธ์เป็นรูปธรรมก็คือบริษัทโตโยต้า หรืออีกนัยหนึ่งระบบการผลิตแบบโตโยต้า ก็คือวิธีปฏิบัติที่เป็นเลิศ (Best Practice) ของระบบ Lean



รูปที่ 2.1 วิวัฒนาการของการผลิตแบบ Lean [1]

การผลิตแบบลีนใช้หลักการเพื่อมุ่งเน้นในการค้นหา และขจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ทั้ง 7+1 ประการ(7+1 wastes) ที่เกิดขึ้นตลอดทั้งกระบวนการ และส่งผลให้เกิดการผลิตอย่างต่อเนื่องและไหลลื่นมากที่สุดทั้งในกระบวนการผลิต การออกแบบ การติดต่อสื่อสารกับทั้งผู้รับเหมา และลูกค้า การส่งมอบ รวมไปถึงการบริหารงานในระหว่างวัน ซึ่งทำให้สามารถรถลดเวลาที่ใช้ ลดต้นทุนในการผลิต เพิ่มผลกำไร และทำให้กระบวนการผลิตได้ต่อเนื่องอย่างพอดีทั้งในด้านของการผลิต กระบวนการ การขนส่ง และความสำคัญอีกข้อหนึ่งในการนำการผลิตแบบลีนมาใช้คือ ความเข้าใจในการผลิตแบบลีน เพราะการผลิตแบบลีนไม่ใช่การนำเครื่องมือที่สำเร็จรูปมาใช้ในการจัดการองค์กร แต่มันเป็นการผสมผสานระหว่างแนวคิด กิจกรรมและวิธีการอย่างลงตัว เพื่อผลักดันองค์กรให้เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้องและเหมาะสม โดยแนวคิดในการผลิตแบบลีนมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุคุณค่าของสินค้า คุณค่าของสินค้าเป็นสิ่งที่เกิดจากความต้องการของลูกค้าเป็นผู้ระบุ โดยไม่ควรกำหนดคุณค่าในมุมมองขององค์กรเอง ก่อนจะเพิ่มคุณค่าองค์กรต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณค่าก่อน โดยองค์กรจำเป็นต้องทราบวิธีการตอบสนองความพอใจแก่ลูกค้า การเพิ่มคุณค่า หรือ Value-added Work อาจจะเรียกอย่างหนึ่งว่าการลดงานที่ไม่เพิ่มคุณค่า หรือการลดความสูญเปล่า (Waste)

2. การสร้างสายธารแห่งคุณค่าในทุกๆ กระบวนการที่เกิดขึ้น เป็นการจัดทำผังแห่งคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) ซึ่งเป็นการระบุกิจกรรมที่ต้องทำทั้งหมดตั้งแต่การรับวัตถุดิบเข้าที่ประตูโรงงานของผู้ผลิต จนกระทั่งสินค้าได้ถูกส่งถึงประตูโรงงานของบริษัทลูกค้า
3. การทำให้กิจกรรมต่างๆ มีคุณค่าเพิ่มอย่างต่อเนื่อง โดยพยายามทำให้กำจัดสิ่งเหล่านี้ออกจากกะบวนการ คือ การอ้อม การย้อนกลับ การคอย ของเสีย
4. การใช้ระบบดึงในกระบวนการ (Pull) ระบบการผลิตแบบดึงเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งของลีน ซึ่งระบบดึงหมายถึง ระบบงานที่กระบวนการถัดไป หรือลูกค้าเป็นผู้ดึงชิ้นงาน หรือสินค้าจากกระบวนการผลิตก่อนหน้าเมื่อมีความต้องการ จากนั้นกระบวนการก่อนหน้าจะผลิตชิ้นงาน ระบบการผลิตแบบดึงมีแนวคิดคล้ายซุปเปอร์มาเก็ต ช่วยในการควบคุมการผลิต และเครื่องมือที่นำมาช่วยในระบบดึงก็คือ คัมบัง ซึ่งคัมบังเป็นระบบสั่งการผลิตใช้เพื่อตอบสนองความต้องการอย่างรวดเร็ว โดยคัมบังจะช่วยให้กระบวนการไหลของงานดีขึ้น สามารถลดปริมาณสินค้าคงคลัง
5. การพัฒนาสู่ความสมบูรณ์ คือการกำจัดความสูญเปล่า 7 ประการ ความสูญเปล่าในกระบวนการทำงาน

2.1.1.1 สายธารแห่งคุณค่า (The value steam mapping) [15]

ในการผลิตแบบลีน มีเครื่องมือและเทคนิคที่สามารถแสดงลำดับขั้นตอนของกระบวนการในแต่ละกระบวนการ เพื่อให้เข้าใจถึงความสามารถของกระบวนการโดยรวมทั้งหมด ในมุมมองของลูกค้า โดยมุ่งเน้นที่แนวทางในการปรับปรุงกระบวนการการไหลของทรัพยากรในระบบ และในส่วนสารสนเทศ รวมถึงในห่วงโซ่อุปทาน และจากที่กล่าวมาทำให้สามารถระบุถึงการกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการได้ ซึ่งเครื่องมือชนิดนั้นเรียกว่า “สายธารแห่งคุณค่า” และในแนวคิดสายธารแห่งคุณค่า (Value steam thinking) ได้แยกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่าที่ต้องกำจัดทิ้ง โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ในปัจจุบัน มาเทียบกับข้อมูลหลังจากการปรับปรุง

แผนภูมิสายธารแห่งคุณค่า เป็นเครื่องมือและเทคนิคที่มุ่งเน้นศึกษาในคุณค่าและความสูญเปล่าของกระบวนการในมุมมองของลูกค้า ดังนั้นแผนผังสายธารแห่งคุณค่า จึงแสดงส่วนของการไหลในกระบวนการทั้งกระบวนการ ซึ่งส่งผลให้สามารถระบุถึงกิจกรรม และขอบเขตในทั้งกระบวนการได้ และมีการแบ่งกิจกรรมเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value adding activity: VA) คือ กิจกรรมที่มีคุณค่าในการดำเนินงาน ถ้าพิจารณาจากมุมมองของลูกค้าจะเห็นได้ว่ากิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ มีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นสิ่งที่ลูกค้าเต็มใจจะจ่ายค่าตอบแทนเพื่อแลกกับมัน
2. กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Non-value adding activity: NVA) คือ กิจกรรมที่ไม่จำเป็น ถ้าพิจารณาจากมุมมองลูกค้าจะเห็นได้ว่า กิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น และไม่ได้จำเป็นต้องมี ยกตัวอย่างเช่น เวลารอคอย การรอผลิตภัณฑ์ระหว่างผลิตโดยไม่เชื่อมต่อเพื่อเข้าสู่กระบวนการต่อไปในทันที การทำงานหรือกิจกรรมเดียวกันซ้ำ ๆ กิจกรรมเหล่านี้เป็นความสูญเปล่าอย่างเห็นได้ชัด ควรจะเป็นเป้าหมายแรกที่จะทำการแก้ไขในระยะเวลาอันสั้น
3. กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็น (Necessary non-value adding activity:(N)NVA) คือ กิจกรรมที่ไม่จำเป็น ถ้าพิจารณาจากมุมมองลูกค้าจะเห็นได้ว่า กิจกรรมประเภทนี้เป็นกิจกรรมที่ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์หรือบริการมีคุณค่าเพิ่มมากขึ้น แต่จำเป็นต้องมี ยกตัวอย่างเช่น การเดินในระยะไกลเพื่อหยิบชิ้นส่วนหรือวัตถุดิบ การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ หรือเครื่องมือระหว่างการผลิต กิจกรรมประเภทนี้เป็นการยากที่จะสามารถถูกกำจัดได้ในระยะเวลาอันสั้น ควรเป็นเป้าหมายในระยะยาว และ อาจจำเป็นต้องทำการเปลี่ยนแปลงการทำงานครั้งใหญ่

2.1.1.2 ความสูญเปล่า 7 ประการ [1]

ความสูญเปล่า 7 ประการที่มักถูกนำมาใช้ในการพิจารณาในการผลิตแบบลีนโดยเป็นการขจัดความสูญเปล่าทิ้ง หรือ ทำให้ลดน้อยลงที่สุด โดยเป็นการลดความสูญเปล่าที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value added) กับตัวผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะเป็นในด้านแรงงานคน เครื่องจักร วิธีการ วัตถุดิบต่าง ๆ โดยความสูญเปล่าในเริ่มแรกมีเพียง 7 ประการ ต่อมาภายหลังมีการเพิ่มเรื่องของการใช้งานของแรงงานคนให้ถูกกับงานเพิ่มขึ้นมาเป็น 7 ประการ ดังนี้

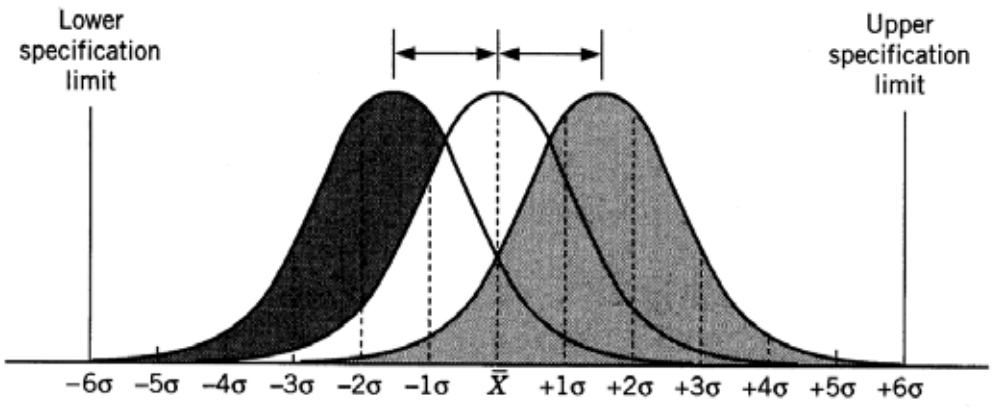
1. การผลิตมากเกินความจำเป็น (Over production) คือ การผลิตสินค้าที่มากเกินความต้องการหรือเร็วเกินกว่าความต้องการในขณะนั้น เกิดจากแนวคิดที่ผลิตของออกมาให้มาก โดยไม่คำนึงถึงความจำเป็น เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการไหลของข้อมูลข่าวสาร หรือ สินค้า และยังก่อให้เกิดสินค้าคงคลังที่มากเกินไป

2. กระบวนการที่มากเกินความจำเป็น (Over processing) คือ ขั้นตอนกระบวนการทำงานที่ใช้ชุดเครื่องมือ วิธีการทำงาน หรือระบบที่ไม่เหมาะสม บ่อยครั้งที่พบว่า วิธีการที่เรียบง่ายให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า ดังนั้นกระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็นในทุก ๆ ขั้นตอนควรจะถูกขจัดให้หมดไป
3. การขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น (Conveyance) คือ การเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น การขนส่งที่มากเกินไปของข้อมูลข่าวสาร หรือสินค้า ซึ่งการเคลื่อนไหวเหล่านี้ไม่ได้เพิ่มคุณค่าใด ๆ ให้กับผลิตภัณฑ์ และยังเป็นผลทำให้เกิดเวลาและต้นทุนที่สูญเปล่า ดังนั้นจึงควรหาแนวทางในการกำจัดการขนย้ายที่เกินความจำเป็น หรือทำให้เกิดการขนย้ายที่น้อยที่สุด
4. การเก็บวัตถุดิบคงคลังเกินความจำเป็น (Unnecessary stock) คือ การเก็บวัตถุดิบที่มากเกินไป และการล่าช้าของข้อมูลข่าวสารหรือผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการ สาเหตุจากแนวคิดที่ต้องการมีวัตถุดิบพร้อมตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ของขาดมือ หรืออาจเกิดความต้องการลดต้นทุน ซึ่งถ้าหากซื้อมากจะได้ราคาที่ถูกกว่า รวมทั้งการผลิตด้วยขนาดลอตที่ใหญ่ หรือกระบวนการที่ใช้เวลาในการผลิตนาน ก็เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการบริการลูกค้า และทำให้เกิดต้นทุนที่มากเกินไป
5. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary motion) คือ การจัดการสถานที่ทำงานที่ไม่เหมาะสม เป็นผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ เช่น การก้มหรือการเอื้อมที่มากเกินไป รวมถึงการเกิดความสูญหายของสิ่งของต่าง ๆ เนื่องจากลักษณะการจัดเก็บเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ไม่เหมาะสม
6. การรอคอย (Waiting/Delay) คือระยะเวลารอโดยปราศจากกิจกรรมใด ๆ ของคน ข้อมูลข่าวสาร หรือสินค้า เป็นผลทำให้เกิดอุปสรรคในการไหล และทำให้เกิดเวลานำที่ยาวนาน
7. การเกิดของเสียและการแก้ไขงานที่เสีย (Defect and rework) คือ ความผิดพลาดที่ทำให้เกิดปัญหาในด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์ หรือทำให้ความสามารถในการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าลดลง การแก้ไขควรหาแนวทางในการป้องกันการเกิดของเสีย แทนการตรวจซ่อม และซ่อมแซมของเสีย

2.1.2 ซิกซ์ ซิกมา (Six Sigma)

ซิกมา (σ)[2] เป็นตัวอักษรในภาษากรีก ในวิชาสถิติศาสตร์ใช้เป็นสัญลักษณ์ที่มีความหมายบ่งบอกถึงความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของกระบวนการ ในที่นี้คือกระบวนการผลิต และตัวเลข 6 ในซิกซ์ ซิกมา คือตัวเลขที่แสดงถึงความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6 เท่าที่

ครอบคลุมกระบวนการผลิต ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนของเสียเพียง 3.4 ชิ้น เมื่อผลิตของทั้งหมด 1,000,000 ชิ้น หรือมีประสิทธิภาพในการผลิตสูงถึง 99.99966 % ดังแสดงในรูปที่ 3 ดังนั้น ความหมายของซิกซ์ ซิกมา คือ เครื่องมือที่มีเป้าหมายในการกำจัดของเสียทั้งในผลิตภัณฑ์ และพัฒนาหรือปรับปรุงกระบวนการในด้านคุณภาพ ตลอดจนสร้างความเชื่อมั่นให้กับลูกค้าในส่วนของคุณภาพ โดยนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้ในการปรับปรุง



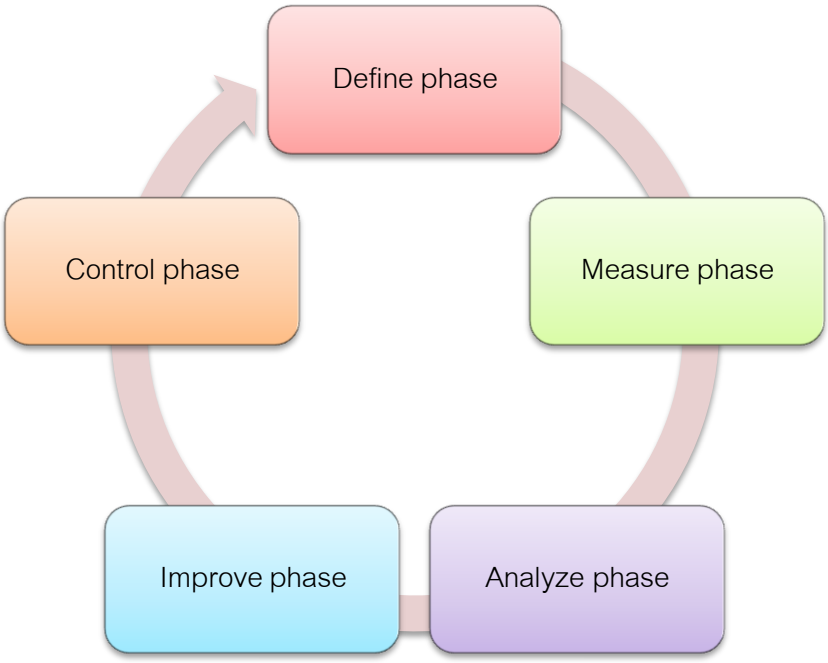
รูปที่ 2.2 การกระจายแบบปกติ ตั้งแต่ +/- 1 $\boldsymbol{\sigma}$ จนถึง +/- 6 $\boldsymbol{\sigma}$ [16]

โดยทั่วไป ซิกซ์ ซิกมา มีขั้นตอนในการดำเนินการทั้งหมด 5 ขั้นตอน (D-M-A-I-C) ดังนี้

1. ขั้นตอนการนิยามปัญหา(Define phase) ในขั้นตอนการกำหนดปัญหานั้น องค์กรต้องทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสายการผลิต โดยทำความเข้าใจตั้งแต่กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนการทำงาน จากนั้นต้องทราบถึงข้อมูลการเกิดปัญหาโดยวิเคราะห์จากแนวโน้มการเกิด โดยการเกิดอาจจะเป็นในระดับเดือน หรือวัน ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือไม่ นอกจากนี้สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกปัญหาคือต้นทุนที่เกิดขึ้นมีผลกระทบมากน้อยแค่ไหนต่อองค์กร เทคนิคที่ใช้อาจจะเป็นกราฟแท่ง หรือแผนภาพพาเรโต เพื่อชี้ให้ชัดเจนถึงปัญหาที่แท้จริง
2. ขั้นตอนการวัด(Measure phase) ในขั้นตอนการวัดนี้จะเป็นการวัดและเก็บข้อมูลของสภาพของปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อหาปัจจัยที่น่าจะเป็นสาเหตุของปัญหา โดยการเก็บข้อมูลควรจะมีการสร้างผังกระบวนการโดยละเอียด วางแผนในการเก็บข้อมูล

วิเคราะห์ระบบการวัด ทำการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ความสามารถของกระบวนการ

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์(Analyze phase) ในขั้นตอนการวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้น ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา
4. ขั้นตอนการปรับปรุง(Improve phase) ในการปรับปรุงกระบวนการ สิ่งที่สำคัญคือการห้ามปิดกั้นความคิดของบุคลากร การระดมสมองต้องมีการเปิดกว้างในการแสดงความคิดเห็นโดยอาจจะใช้วิธีการเขียนใส่กระดาษ เทคนิคในการปรับปรุงที่ใช้มีได้หลากหลายเครื่องมือ เลือกตามความเหมาะสมขององค์กร
5. ขั้นตอนการควบคุม(Control phase) เป็นการป้องกันไม่ให้ปัญหาเดิมเกิดซ้ำอีก ซึ่งการควบคุมเป็นการรักษาระดับคุณภาพของกระบวนการด้วย



รูปที่ 2.3 ขั้นตอน D-M-A-I-C [2]

ลักษณะที่เด่นชัดของซิกซ์ ซิกมาในมุมมองทางด้านสถิติ คือ มีการลดความแปรปรวนในกระบวนการและ ลดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด โดยมีขอบเขตของกรอบเวลาอย่างชัดเจน มีกลไกในการสร้างผลกำไร มีการกำหนดเป้าหมายให้กับทีมที่ทำซิกซ์ ซิกมา และมีการแสดงสาเหตุที่มาของของเสีย ซึ่งเป็นการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ในซิกซ์ ซิกมา มีการรวบรวมที่นำ

เครื่องมือทางสถิติแบบต่าง ๆ มาจัดหมวดหมู่และเลือกนำมาให้อย่างเป็นระบบ ดังนั้น ซิกซ์ ซิกมา จึงหมายถึง เครื่องมือที่นำวิธีการทางสถิติมาใช้ เพื่อมุ่งไปสู่ความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์ และความพึงพอใจด้านบริการให้แก่ลูกค้า ข้อดีอย่างหนึ่งของซิกซ์ ซิกมา คือการแปลงหน่วยความแปรปรวนไปเป็นตัวชี้วัดในด้านความสำเร็จที่มีความแน่นอน กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์ที่ตรงต่อความต้องการของลูกค้าหรือไม่ สิ่งที่ไม่ตรงกับความต้องการของลูกค้า ถูกเรียกว่า ของเสีย และหากสามารถระบุและวัดความต้องการของลูกค้าได้ จะทำให้สามารถคำนวณระดับของเสีย ผลิตผล และ เปอเซนต์ของผลิตภัณฑ์ได้

2.1.2.1 องค์ประกอบของซิกซ์ ซิกมา

1. การให้ความสนใจลูกค้าอย่างจริงจัง
2. การใช้ข้อมูลและข้อเท็จจริงมาเป็นตัวผลักดันในการบริหารโครงการ
3. ให้มุ่งเน้นกับกระบวนการ การจัดการและการปรับปรุง
4. มีการจัดการในเชิงรุก (Proactive)
5. มีความร่วมมือและประสานงานกัน
6. นำไปสู่การผลักดันสู่ความสมบูรณ์แบบ

2.1.3 แนวคิดลีน-ซิกซ์ ซิกมา (Lean-six sigma)

แนวคิดลีน-ซิกซ์ ซิกมา (Lean-six sigma) เป็นแนวคิดที่มีการนำเอาเครื่องมือที่มีจุดเด่นสองด้านมาใช้ร่วมกันคือ ระบบการผลิตแบบลีนและ เครื่องมือซิกซ์ ซิกมา โดยการผลิตแบบลีนมีจุดเด่นคือ ทำให้กระบวนการ ผลิตได้ต่อเนื่องอย่างพอดีทั้งในด้านของการผลิต กระบวนการ การขนส่ง และจุดเด่นของซิกซ์ ซิกมา คือ การพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการในด้านคุณภาพด้านลดของเสีย โดยนำเครื่องมือทางสถิติมาใช้ ซึ่งทั้งคู่มีมุมมองที่เหมือนกัน คือ การมุ่งเน้นไปที่ลูกค้า

โดยในการนำไปปฏิบัตินั้น จะนำลีนมาใช้เป็นมาตรฐาน และนำซิกซ์ ซิกมามาใช้ในการแก้ปัญหา และลดความผันแปรในกระบวนการผลิต ถึงแนวคิดทั้งสองจะมีแนวคิดและกระบวนการที่แตกต่างกัน แต่การนำแนวคิดทั้งสองมาใช้ในการจัดการปัญหาร่วมกันกลับได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน และทำให้เกิดแนวทางใหม่ในการจัดการกับปัญหา

2.1.4 การจัดสมดุลการผลิต (Production line balancing) [26]

การจัดสมดุลสายการผลิตในส่วนใหญ่ใช้ในอุตสาหกรรมที่มีการผลิตในปริมาณที่มาก คงที่ ไม่มีการแปรผันมาก และเป็นแบบสายการผลิต มีวิธีการและขั้นตอนถูกกำหนดอย่างชัดเจน

ซึ่งในหนึ่งกระบวนการจะถูกแบ่งเป็นหลายสานีงานย่อย ๆ และในแต่ละสถานีงานแต่ละงานมีเวลาที่ใช้อย่างชัดเจน โดยในการปรับปรุงมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เวลาและภาระงานในแต่ละสถานีงาน มีการสมดุลกัน ลดเวลารอคอยในแต่ละสถานีงาน เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้กับกระบวนการ และในขณะเดียวกันสามารถผลิตได้ตามอัตราการผลิตที่ต้องการ

การกำหนดการจัดสมดุลการผลิตในสถานีงาน ทำได้โดยการศึกษาและวิเคราะห์แยกเป็นแต่ละขั้นตอนย่อย ๆ ที่ซึ่งสามารถประกอบเข้าเป็นผลิตภัณฑ์ได้ โดยในแต่ละขั้นตอนย่อย ๆ จะมีเวลาที่ใช้ หลังจากนั้นจึงนำขั้นตอนของงานเหล่านั้นมาจัดสมดุลให้กับในแต่ละสถานีงานได้ถูกต้องตามลำดับ ซึ่งเวลาที่ใช้การผลิตจำเป็นต้องได้สมดุลด้วย ในการจัดสมดุลการผลิตในกระบวนการที่มีการผลิตอย่างต่อเนื่อง ถือว่ามีความสำคัญในด้านการออกแบบโรงงาน โรงงานหรือกระบวนการที่มีประสิทธิภาพ มีการจัดสายการผลิตที่มีความสมดุล โดยพยายามจัดให้แต่ละสถานีงาน มีขั้นตอนในการทำงานและใช้เวลาเท่า ๆ กัน

ในการวัดรอบเวลามาตรฐาน (Standard time) ในการผลิต ใช้การวัดจากเวลาการทำงานของสถานีงานที่ใช้เวลาสูงที่สุด

2.1.5 หลักการ ECRS [27]

หลักการ ECRS คือ หลักการที่นำตัวย่อภาษาอังกฤษ 4 ตัวมาใช้เป็นหลักการในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน มีดังนี้

- E (Eliminate) คือ การหาขั้นตอนที่ไม่จำเห็นและดำเนินการกำจัดออก E ถือว่าเป็นหลักการที่ได้ประสิทธิผลสูงสุดในการปรับปรุง
- C (Combine) คือ การหาทางผสมผสานงานเข้าด้วยกัน เพื่อลดขั้นตอนของงานบางส่วน โดยในส่วนใหญ่การผสมผสานช่วยให้งานทั้งระบบง่ายขึ้น
- R (Rearrange) คือ การจัดลำดับของงานเพื่อสร้างโอกาสในการกำจัดงานบางส่วนที่ไม่จำเป็น หรือโอกาสในการผสมผสานใหม่
- S (Simplify) คือ การทำให้ขั้นตอนง่ายขึ้นเท่าที่จะทำได้ โดยทำหลังจากเมื่อพิจารณา E, C และ R ครบถ้วนแล้ว

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลีน

Toni L. Doolen and Maria E. Hacker [17] ได้ศึกษาและสำรวจเครื่องมือต่าง ๆ ที่สามารถประยุกต์ใช้ในองค์การของลีน เพื่อหาการเลือกใช้เครื่องมือให้ถูกต้องเหมาะสมตามหลักของลีน

โดยใช้โรงงานผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ในตะวันตกเฉียงเหนือของแปซิฟิกเป็นกรณีศึกษา การประสบความสำเร็จจากการใช้ลีนในอุตสาหกรรมจำนวนมากเกิดจากการนำส่วนต่าง ๆ ของลีนมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับปัจจัยที่เกิดขึ้นจริงในโรงงานอุตสาหกรรม โดยในกรณีศึกษานี้ใช้เครื่องมือ 7 ชนิดที่แตกต่างกันเพื่อบอกถึงความเหมาะสมของการนำไปใช้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันออกไป

Jan Riezebos, Warse Klingenberg, Christian Hicks [18] ได้ศึกษาทฤษฎีการผลิตแบบลีนที่สามารถใช้ได้ในอุตสาหกรรมผลิต และการบริการ ซึ่งช่วยในการแข่งขันในด้านการผลิต คุณภาพ และการให้บริการลูกค้า โดยอาศัยส่วนของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อกล่าวถึงความเหมือนและความแตกต่างของการผลิตแบบลีนและเทคโนโลยีสารสนเทศ ในหัวข้อโลจิสจิกส์ ระบบการจัดการการผลิต และการบำรุงรักษาโรงงานขั้นสูง

Tarcisio Abreu Saurin, Cle´ ber Fabricio Ferreira [19] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบในการผลิตแบบลีนภายใต้สถานการณ์ต่าง ๆ ในการทำงานที่โรงงานอุตสาหกรรมประกอบเครื่องจักรการเกษตรในบราซิล โดยมีการเก็บข้อมูลใน 4 ส่วน คือ ข้อมูลเชิงคุณภาพในการผลิตแบบลีน บทสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัย วิศวกรความปลอดภัย และพนักงานปฏิบัติการด้านความปลอดภัย แบบสอบถามสำหรับพนักงานระดับปฏิบัติการในสายการผลิต เพื่อประเมินสภาพการทำงานในปัจจุบัน และ เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบแบบเก่า Taylorist-Fordist กับการทำงานในระบบลีนใหม่ และการประชุมผลตอบรับ ซึ่งในส่วนของการเก็บข้อมูลนี้ครอบคลุม 4 กลุ่มการทำงานคือ องค์กรในการทำงาน การพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สุขภาพ และความปลอดภัย

Fawaz A. Abdulmalek, Jayant Rajgopal [20] ได้ศึกษาเกี่ยวกับลีนในส่วนของกระบวนการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปเหล็ก และมีการใช้แผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value steam mapping) เป็นเครื่องมือหลักในการชี้เฉพาะบ่งถึง โอกาสสำหรับการนำเทคนิคลีนมาใช้ และอธิบายถึงรูปแบบจำลองที่ใช้ในการพัฒนาทั้งก่อนและหลังการปรับปรุง เช่น การลดเวลานำ และการลดเวลาในการรอคอยสินค้าระหว่างกระบวนการ เป็นต้น

ณัฐพร ภาสภิรมย์ [21] ได้ศึกษาแนวทางในการใช้แนวคิดแบบลีน มาลดจำนวนชิ้นส่วนที่มีมากเกินไประหว่างรอการผลิต โดยมุ่งที่กระบวนการผลิตเป็นหลัก ซึ่งมาประยุกต์ใช้กับโรงงานประกอบชุดรับ-ส่งสัญญาณแสง ในการจัดสมดุลระหว่างการผลิต ปรับปรุงกระบวนการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน ปรับเปลี่ยนลำดับขั้นตอนของกระบวนการผลิตใหม่ และวางแผนจัดสรรวัตถุดิบใหม่ โดยหลังจากการปรับปรุงพบว่า ระยะเวลานำลดลง ขั้นตอนในการทำงานลดลง ใช้จำนวนคนลดลง ซึ่งส่งผลให้การการไหลที่เร็วและราบลื่นขึ้น

ทีปกร แก้วเหล็ก [22] ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับลีนที่สามารถนำมาใช้กับงานจำพวกเอกสาร ด้านการวางแผน การติดต่อสื่อสาร เป็นต้น โดยนำการทำแผนผังสายธารแห่งคุณค่า (Value steam mapping) มาใช้ในกระบวนการเสนอราคา การรับคำสั่งซื้อ การจัดซื้อ การวางแผนการผลิตและการขนส่ง มีการปรับปรุงโดยใช้แนวคิดเกี่ยวกับลีน และมีการสร้างแบบจำลองโปรโมเดลเพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงการใช้แนวคิดลีน โดยหลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าได้ สามารถลดระยะเวลานำ และลดต้นทุนของกระบวนการ

สายหยุด สนธิพันธ์ศักดิ์ [23] ได้นำเสนอแนวทางการผลิตแบบลีน ในการระบุถึงคุณค่าของผลิตภัณฑ์ในมุมมองของลูกค้า และการพัฒนาคุณค่าให้กับทุก ๆ กระบวนการในขั้นตอนการดำเนินงาน ในอุตสาหกรรมอาหารกึ่งสำเร็จรูปประเภทบะหมี่ โดยมุ่งเน้นจัดการปรับปรุงในด้านการลด หรือกำจัดความสูญเปล่า มีการใช้แบบสอบถามในการรวบรวมข้อมูล และมีการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการใช้แนวคิดแบบลีนในการผลิต

ทิพวรรณ แก้วสังข์ [24] ได้นำเสนอปัจจัยที่มีผลต่อการประยุกต์ใช้หลักกการผลิตแบบลีน โดยอาศัยหลักการวิเคราะห์แบบย้อนกลับ (Post mortem analysis) ในการศึกษาผลงานโครงการในอดีต เพื่อปรับปรุงนำมาใช้กับโครงการที่คาดว่าจะเกิดขึ้นอีก ซึ่งส่งผลให้โครงการประสบความสำเร็จได้รวดเร็วในระยะเวลาอันสั้น โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการสัมภาษณ์และคำถามเป็นไปในลักษณะปลายเปิด ในการศึกษาครั้งนี้ใช้กรณีศึกษา บริษัทอิเลกทรอนิกส์ และได้สรุปปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกับบริษัทกรณีศึกษา

อ้อมใจ พงษาเกษตร [28] ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการ และมุ่งเน้นไปที่กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า พิจารณาขั้นตอนการทำงานตลอดทั้งสายงาน โดยจำแนกให้อยู่ในรูปแบบของความสูญเปล่าทั้ง 7 ประการ จากนั้นจึงทำการแก้ไขปรับปรุง โดยอาศัยหลักการและเครื่องมือของลีน

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับลีน-ซิกซ์ ซิกมา

นพดล เฟื่องเด่นขจร [4] ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้แนวคิดลีน-ซิกซ์ ซิกมาไปใช้ในการปรับปรุงเพื่อตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการทางทันตกรรม ของคลินิกทันตกรรมพิเศษ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยงานวิจัยนี้มีแนวทางขั้นตอนตามขั้นตอนคือการนิยามปัญหา การวัด การวิเคราะห์ หาแนวทางการปรับปรุงและการควบคุมปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังนำหลักการศึกษาการทำงานมาช่วยเป็นเครื่องมือในงานวิจัยอีกด้วย

พิมพ์ชนก ไพศาลภาณุมาศ [5] ได้นำเสนองานวิจัยในการลดระยะเวลานำในการผลิตในโรงงานผลิตเลนส์แว่นตา โดยใช้แนวคิดลีน-ซิกซ์ ซิกมา โดยจะเน้นไปที่การวิเคราะห์คุณค่าของกระบวนการโดยสร้างแผนผังสายธารคุณค่ามาใช้ระบุสถานะของการผลิตโรงงานในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังใช้เครื่องมือเช่น ผังเครือญาติ ผังความสัมพันธ์มาช่วยในการหาสาเหตุหลักของปัญหา และพยายามลดความสูญเปล่าของกระบวนการที่กระจายอยู่ในกิจกรรมต่างๆในองค์กร เพื่อเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันสูงขึ้น

Siddhartan Ramamoorthy [7] ได้ศึกษาสายการประกอบประตูทางเข้าหลักด้านบนของเครื่องบินเจ็ท ชั้นธุรกิจ ในอุตสาหกรรมเครื่องบิน โดยนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ลีนและซิกซ์ ซิกมา เข้าด้วยกัน ด้วยการนำสายธารแห่งคุณค่ามาหาและระบุปัญหาที่ได้รับ เพื่อที่จะนำไปแก้ไข และใช้หลัก DMAIC ในการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น โดยมีวัตถุประสงค์ คือ การจัดหาชิ้นส่วนวัตถุดิบ ที่ใช้ในสายการประกอบ ให้ตรงตามความต้องการใช้และ จัดหาให้ได้ทันตามตารางเวลาในการทำงาน

ศิรศักย เทพจิต [8] ได้ศึกษาพฤติกรรมของกระบวนการในการให้บริการตรวจรักษา โดยมีการใช้ระบบที่ช่วยในการนัดหมาย และออกแบบระบบจำลองสถานการณ์สำหรับการศึกษากระบวนการให้บริการ ของกรณีศึกษาหน่วยตรวจโรคอายุรศาสตร์ แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลตัวอย่าง โดยการนำเสนอการใช้ระบบลีน และ ซิกซ์ ซิกมา เพื่อสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบในด้านอัตราการไหล ด้านประสิทธิภาพของพนักงาน และ ด้านคุณภาพของกระบวนการ โดยมีจุดประสงค์ในการวัด ดังนี้ ระยะรอบในการทำงาน สัดส่วนอัตราการไหล ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหล ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นใช้ในการวัดประสิทธิภาพของพนักงาน คุณภาพของกระบวนการและคุณภาพจากคนไข้ที่มาใช้บริการ วัดคุณภาพของกระบวนการ เพื่อให้เห็นถึงผลลัพธ์ของพฤติกรรมในระบบของโรงพยาบาล และช่วยในการตัดสินใจเลือกนโยบายที่เหมาะสมได้

พัชรินทร์ อุ่นเอมใจ [9] ได้นำเสนอการประยุกต์ลีน-ซิกซ์ ซิกมาใช้กับกระบวนการในมาตรฐานซีเอ็มเอ็มไอ (ระบบมาตรฐานที่ช่วยในการวางแผน) โดยมีจุดประสงค์เพื่อวัดความสามารถขององค์กรตามมาตรฐานซีเอ็มเอ็มไอ และนำตัววัดในการผลิตแบบลีน มานำเสนอในรูปแบบของแบบจำลองพลวัต ซึ่งผลที่ได้คือ มีระดับความสามารถตามเกณฑ์มาตรฐานซีเอ็มเอ็มไอ และลดเวลาที่สูญเปล่าได้ผ่านสภาพแวดล้อมในอุตสาหกรรมจริง

กาญจน์ สุนทราภา [10] ได้ศึกษากระบวนการในการให้บริการของสำนักงานประกันสังคม เขต 6 โดยใช้แนวคิดและขั้นตอนของลีน-ซิกซ์ ซิกมา ซึ่งประกอบไปด้วย การนิยามปัญหา การวัดเกี่ยวกับปัญหา การวิเคราะป์ปัญหา การหาทางปรับปรุงปัญหา และการควบคุมปัญหา เพื่อหาแนวทางในการละระยะเวลาและจำนวนขั้นตอนในการให้บริการ โดยกำหนดแนวทางในการ

ปรับปรุงให้เป็นไปตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา คือ ออกแบบผังใหม่ ลดและรวมขั้นตอนที่สูญเปล่า จัดการการไหลของเอกสารใหม่ จัดสรรเจ้าหน้าที่ให้เหมาะสมกับงาน และ ฝึกอบรมเจ้าหน้าที่

D. Eberts, R. Rottnick et al. [11] ได้ศึกษาการไหลของวัตถุดิบอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมเซมิคอนดักเตอร์และการจัดการองค์กรเกี่ยวกับการไหลของการผลิต โดยใช้แนวคิดที่ผสมผสานข้อดีของลีน และ ซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการระบุปัญหา การแบ่งแยกปัญหา การสังเกตปัญหา การลดและการกำจัดปัญหา เพื่อใช้ในการลดระยะเวลา ทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังน้อยลง และมีความน่าเชื่อถือในการขนส่งมากขึ้น

เกรียงไกร หวังวานิชกิจ [12] ได้ศึกษาการนำเสนอปัจจัยสนับสนุนแนวคิดลีน-ซิกซ์ ซิกมาไปใช้ในภาคธุรกิจ และกำหนดความสำคัญของดัชนีชี้วัด โดยผ่าน 4 มุมมอง คือ มุมมองด้านผลตอบแทนทางการเงิน มุมมองด้านการตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า มุมมองด้านศักยภาพในการแข่งขัน และมุมมองด้านประสิทธิภาพของระบบและการผลิต ผลที่ได้จะเป็นแนวทางสำหรับการวางแผนเกี่ยวกับการสนับสนุน และจัดลำดับความสำคัญในการบริหารจัดการ

พรเทพ สุขรัตนวงศ์ [13] ได้ศึกษาระบวนการทดสอบเฮชจีเอ โดยนำขั้นตอนของลีน-ซิกซ์ซิกมามาใช้ อันประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ตามหลัก DMAIC และมีการแก้ปัญหาในการลดความสูญเปล่าจากการทดสอบเฮชจีเอที่เกินความจำเป็นของลูกค้า โดยการลดปริมาณการทดสอบที่สูญเปล่าลง

Abdul Talib Bon, Norhayati Abdul Rahman [14] ได้ศึกษาบริษัทที่ทำงานด้านการผลิตและนำวิธีลีน-ซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการจัดการด้านการผลิตโดยทำการลดความสูญเปล่าต่าง ๆ ในองค์กร และปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อส่งมอบแก่ลูกค้าโดยปราศจากของเสีย อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพสินค้า โดยมีการใช้ Control chart ในการเปรียบเทียบด้วย

ณัสญ์ศยา สิทธิโชควโรดม [29] ได้นำเสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ได้คุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ โดยนำการดำเนินการตามหลักลีน-ซิกซ์ ซิกมา คือ การกำหนดปัญหา การวัดสภาพของปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การปรับปรุง และการควบคุม ในโรงงานกรณีศึกษาเสื้อผ้าสำเร็จรูปที่มีปัญหาในด้านการรักษาคุณภาพให้ได้ตามที่ลูกค้าต้องการ

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการในการดำเนินงานวิจัย โดยจะเริ่มอธิบายเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ลักษณะของข้อมูลโรงงานกรณีศึกษา ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ ข้อมูลของกระบวนการ และเวลาที่ใช้ในการประกอบ รวมถึงปัญหาที่พบในกระบวนการ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่พบ

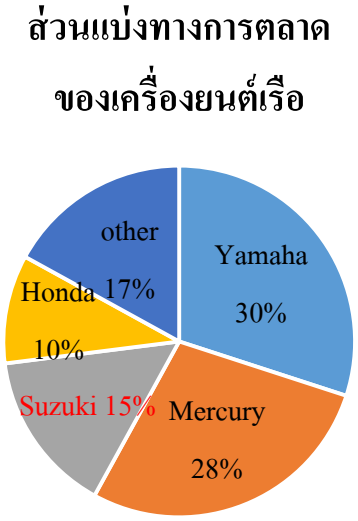
3.1 ลำดับขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาสภาพปัญหาของโรงงานกรณีศึกษา พร้อมทั้งกำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตในการทำวิจัย
2. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษากระบวนการในการผลิตเครื่องยนต์เรือ และเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์
4. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่พบขึ้น และหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน
5. นำแนวทางลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงานแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและวัดผล
6. นำแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมามาปรับปรุงกระบวนการทำงานแก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและวัดผล
7. เปรียบเทียบผลที่ได้รับจากแนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา
8. วิเคราะห์และสรุปผล พร้อมทั้งข้อเสนอแนะ

3.2 ศึกษาข้อมูลโรงงานกรณีศึกษา

โรงงานกรณีศึกษาเป็น โรงงานผลิตรถจักรยานยนต์และเครื่องยนต์เรือ ตั้งอยู่ที่ 31/1 ถนนรังสิต-องค์รักษ์ ตำบลบางยี่โถ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ประเทศไทย ซึ่งทางผู้วิจัยได้มีความสนใจในการศึกษากระบวนการในสายการผลิตของเครื่องยนต์เรือ โดยในโรงงานกรณีศึกษามีการผลิตเครื่องยนต์เรือ เพื่อส่งออกไปสู่ต่างประเทศ และขายภายในประเทศ ซึ่งการผลิตเครื่องยนต์เรือในปัจจุบันมีพนักงานประจำแผนกเครื่องยนต์เรือประมาณ 200 คน และเมื่อเทียบกับพนักงานทั้งหมดของโรงงานกรณีศึกษาที่มีประมาณ 1,200 คน จะคิดเป็น 16.67% ของพนักงานในโรงงานทั้งหมด โดยประจำอยู่ที่สายการผลิตหลัก 12-16 คน ขึ้นกับรุ่นที่ทำการผลิต และมีการจัดการทำงาน

ให้กับพนักงานระดับปฏิบัติการทั้งหมดสามกะทำงาน โดยแบ่งเป็นกะละแปดชั่วโมง ในแผนกเครื่องยนต์เรือ(Outboard Motor, OM) ของบริษัทกรณีศึกษามีการแบ่งการทำงานเป็น 4 แผนกย่อย เพื่อง่ายต่อการดูแล ควบคุม ประสานงานและติดต่อสื่อสาร คือ แผนก OA(Outboard Assembly) โดยหน้าที่ของแผนก OA คือ แผนกที่ดูแลสายการผลิต แผนก OE(Outboard Engineering) คือ แผนกที่ช่วยสนับสนุนและปรับปรุงกระบวนการในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ แผนก OL(Outboard Localization and New Model) คือ แผนกที่รับติดต่อสื่อสารกับลูกค้า และรับข้อร้องเรียนจากลูกค้า และแผนก QO (Quality Outboard) คือ แผนกที่ตรวจวัดคุณภาพของทั้งกระบวนการและผลิตภัณฑ์



รูปที่ 3.1 ส่วนแบ่งทางการตลาดของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือทั่วโลกปี พ.ศ. 2555

จากการสอบถามข้อมูลทางฝ่ายการตลาดและฝ่ายการผลิตพบว่า ทางโรงงานกรณีศึกษามีความต้องการที่จะเพิ่มอัตราการผลิตจากเดิมอยู่ที่ 65,000 เครื่องต่อปี มาเป็น 98,000 เครื่องในปี ค.ศ. 2013 หรือเพิ่มขึ้น 50% จากเดิม และเนื่องจากตลาดมีลักษณะที่อุปสงค์มีจำนวนมากกว่าอุปทานมาก ดังนั้นการเพิ่มอัตราการผลิตให้สูงขึ้นจึงสามารถขยายส่วนแบ่งทางการตลาดได้ โดยจากเดิม บริษัทกรณีศึกษามีอัตราการผลิตเครื่องยนต์เรือเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 250 เครื่องต่อวัน และเมื่อรวมกับปริมาณที่ทางโรงงานโทโยกาว่า บริษัทซูซูกิมอเตอร์ ประเทศญี่ปุ่น ทำการผลิต ทำให้มีส่วนแบ่งทางการตลาดของเครื่องยนต์เรือเทียบเป็นอัตราส่วนประมาณ ร้อยละ 15 ของตลาดเครื่องยนต์เรือทั่วโลก ตามรูปที่ 3.1 และเมื่อสามารถเพิ่มความสามารถของกระบวนการซึ่งส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการผลิตให้กับทางโรงงานกรณีศึกษาได้จะส่งผลให้มีการคาดการณ์ว่าส่วนแบ่งทางการตลาดจะมีแนวโน้มเพิ่มมาเป็น ร้อยละ 25 ของตลาดเครื่องยนต์เรือทั่วโลก

3.3 ข้อมูลของผลิตภัณฑ์

เครื่องยนต์เรือที่ผลิตในโรงงานกรณีศึกษาภายใต้แบรนด์ SUZUKI ในช่วงแรกมีการผลิตเพื่อส่งออกไปยังทวีปอเมริกา และทวีปยุโรป ต่อมาในปัจจุบันมีการขายทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่นในทวีปเอเชีย ทวีปอเมริกา และทวีปยุโรปด้วย และมีการทำการผลิตทั้งหมด 2 ชนิดเครื่องยนต์ คือ

1. ชนิดเครื่องยนต์เรือ 2 จังหวะ ตั้งแต่รุ่น DT 9.9 จนถึงรุ่น DT 40
2. ชนิดเครื่องยนต์เรือ 4 จังหวะ ตั้งแต่รุ่น DF 2 จนถึงรุ่น DF 20

เครื่องยนต์เรือประเภท 2 จังหวะ ส่งออกไปยังทวีปเอเชีย อเมริกาใต้ ขณะที่ เครื่องยนต์เรือประเภท 4 จังหวะส่งออกสู่ ทวีปอเมริกาเหนือ และยุโรป รวมถึงขายในประเทศด้วยและเนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือในรุ่นต่าง ๆ มีจำนวนพนักงานในระดับปฏิบัติการฝ่ายผลิต สถานที่อุปกรณ์การผลิต ส่วนประกอบของเครื่องยนต์เรือ ตลอดจน ขั้นตอนหรือวิธีการในการผลิตใกล้เคียงกัน ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงดำเนินการเลือกรุ่น DF 4 มาเป็นผลิตภัณฑ์กรณีศึกษาของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือในแผนกเครื่องยนต์เรือ

เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 เป็นรุ่นที่ทางบริษัทแม่ บริษัทซูซูกิมอเตอร์คอเปอเรชั่น จำกัด ประเทศญี่ปุ่น ได้มอบความไว้วางใจให้กับทางโรงงานกรณีศึกษาทำการผลิต โดยรุ่น DF 4 เป็นรุ่นที่มีน้ำหนักเบา มีขนาดที่เล็ก เมื่อเทียบกับบรรดารุ่นต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือภายใต้แบรนด์ซูซูกิ โดยสามารถพกพาไปตามสถานที่ต่าง ๆได้ คุณสมบัติที่โดดเด่นของรุ่น DF 4 คือเป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะ มีแรงบิดในระยะกลางดี ซึ่งเมื่อผนวกกับน้ำหนักที่เบาของรุ่น DF 4 ส่งผลให้เกิดอัตราเร่งที่ลงตัว ด้ามจับคันเร่งถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้สะดวก และมีการกระจายน้ำหนักได้อย่างลงตัวพอดี ถังภายในสามารถบรรจุน้ำมันได้ 1.5 ลิตร โดยจะแสดงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4

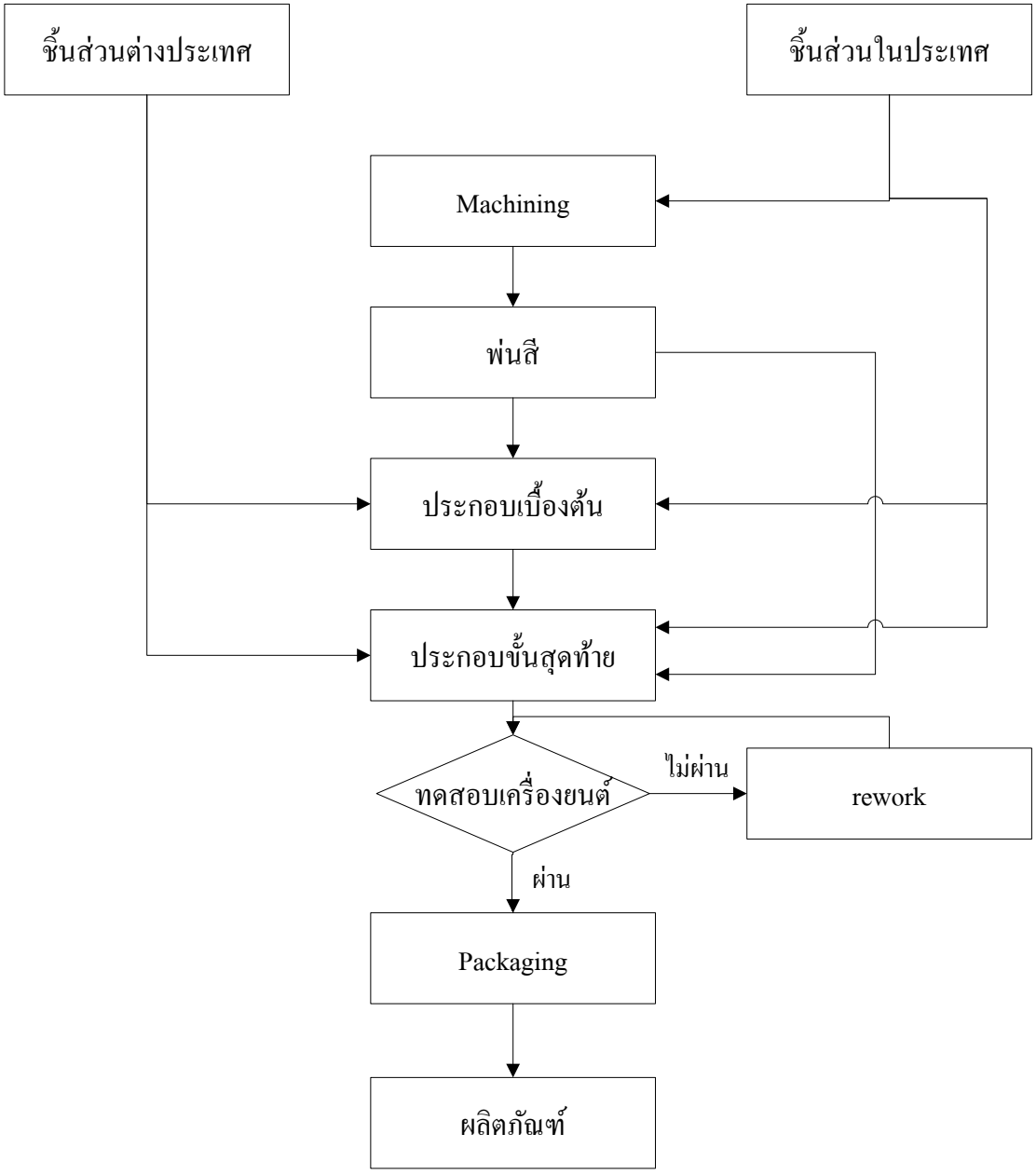
รายละเอียด	รุ่น DF4
RECOMMENDED TRANSOM HEIGHT mm	S:381 L:508
STARTING SYSTEM	Manual

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4(ต่อ)

Model	**DF4**
WEIGHT kg**	S:25.0 L:26.0
ENGINE TYPE	OHV
FUEL DELIVERY SYSTEM	Carburetor
NO. OF CYLINDERS	1
PISTON DISPLACEMENT cm3	138
BORE X STROKE m/m	62 x 46
MAXIMUM OUTPUT kW	2.9
FULL THROTTLE OPERATING RANGE rpm	4,000-5,000
STEERING	Tiller
CHOKE	Manual
OIL PAN CAPACITY Lit.	0.7
FUEL TANK CAPACITY Lit.	Integral 1.5
IGNITION SYSTEM	Digital CDI
ALTERNATOR	12V 6A (OP.)
ENGINE MOUNTING	Bushing Type
TRIM METHOD	Manual Trim and Tilt
GEAR RATIO	1.92:1
GEAR SHIFT	F-N-R
EXHAUST	Above Prop Exhaust
PROPELLER SELECTION (Pitch)	6” - 7”

3.4 ข้อมูลกระบวนการ

ลักษณะกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือในโรงงานกรณีศึกษาที่ผู้ทำวิจัยได้ทำการวิจัยจะเป็นไปในลักษณะประเภทอุตสาหกรรมที่มีการใช้แรงงานคนและเครื่องจักรควบคู่กันไป โดยมีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก มีขั้นตอนในการผลิตเครื่องยนต์เรือตามกระบวนการผลิตดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 Process flow chart ของกระบวนการผลิตเครื่องยนต์เรือ

จากรูปที่ 3.2 เป็นรูปที่แสดง process flow chart ของกระบวนการผลิตเครื่องยนต์เรือ พบว่า

1. ชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือนั้น มีทั้งชิ้นส่วนที่มาจากต่างประเทศและชิ้นส่วนที่มาจากภายในประเทศ โดยชิ้นส่วนที่มาจากต่างประเทศสามารถที่จะนำไปสู่ขั้นตอนการประกอบได้ทันที ในขณะที่ชิ้นส่วนในประเทศจะมีทั้งในส่วนที่ต้องผ่านขั้นตอนการ Machining กับการพ่นสีก่อนถึงจะไปสู่ขั้นตอนการประกอบได้ และในส่วนที่สามารถเข้าไปสู่ขั้นตอนการประกอบได้ทันที โดยในรูปที่ 3.3 แสดงรูปพนักงานขณะจัดวัตถุดิบ

รูปที่ 3.3 พนักงานขณะจัดวัตถุดิบเพื่อนำไปประกอบการผลิต

2. กระบวนการ Machining เป็นขั้นตอนในการนำชิ้นส่วนในประเทศมาทำการกลึงโดยใช้เครื่องจักรให้ได้ขนาดถูกต้องตามมาตรฐานจากแบบที่กำหนดไว้ ตามรูปที่ 3.4 พนักงานขณะทำงานในแผนก Machining โดยชิ้นส่วนที่ผ่านกระบวนการ Machining จะมีทั้งในส่วนประกอบที่จำเป็นต้องเข้าสู่กระบวนการพ่นสีต่อไป และส่วนประกอบที่เข้าสู่กระบวนการประกอบได้

รูปที่ 3.4 พนักงานขณะทำงานในแผนก Machining

3. กระบวนการพ่นสี เป็นกระบวนการในการเคลือบสีให้กับส่วนประกอบเครื่องยนต์เรือ โดยส่วนประกอบที่จะผ่านกระบวนการพ่นสีได้ ต้องผ่านการล้างกำจัดคราบสกปรกและไขมันก่อน ต่อมาจึงมีการทำการอบให้แห้ง และทำการพ่นสีตามสีให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ในแบบ แล้วจึงอบสีให้แห้งด้วยอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.5 พนักงานขณะหยิบชิ้นส่วนเข้ากระบวนการพ่นสี

รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วนที่ออกมาจากกระบวนการพ่นสี

4. กระบวนการประกอบเบื้องต้น จะมีการประกอบในส่วนของเครื่องยนต์ ส่วนของท่อนล่างเครื่องยนต์เรือ ส่วนของเกียร์ และส่วนของด้ามจับ โดยจุดประสงค์ในการประกอบเบื้องต้น คือ การลดเวลาและช่วยสนับสนุนในการประกอบขั้นสุดท้าย

5. กระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย เป็นการนำส่วนประกอบที่ผ่านการประกอบเบื้องต้นไว้แล้ว มาประกอบร่วมกับส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ชิ้นส่วนทางไฟฟ้า, ถังน้ำมันเชื้อเพลิง, ท่อ

น้ำมัน, คันบังคับและสายเคเบิลควบคุมเครื่องยนต์ โดยมีการตรวจสอบความถูกต้องและความเรียบร้อยของการประกอบตาม inspection card ที่กำหนดให้ ดังแสดงตามรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 กระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

6. กระบวนการทดสอบเครื่องยนต์ คือกระบวนการที่นำเครื่องยนต์เรือที่ผ่านกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายมาทดสอบกับสภาพน้ำที่กำหนดไว้ ตามรูปที่ 3.8 โดยเครื่องยนต์เรือที่ผ่านการทดสอบจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการ packaging ต่อไป ในขณะเดียวกันเครื่องยนต์เรือที่ไม่ผ่านการทดสอบจะถูกส่งไปยังกระบวนการ rework เพื่อแก้ไขหรือซ่อมเครื่องยนต์เรือและเมื่อแก้ไขหรือซ่อมสำเร็จจะถูกส่งไปกระบวนการทดสอบเครื่องยนต์อีกครั้ง

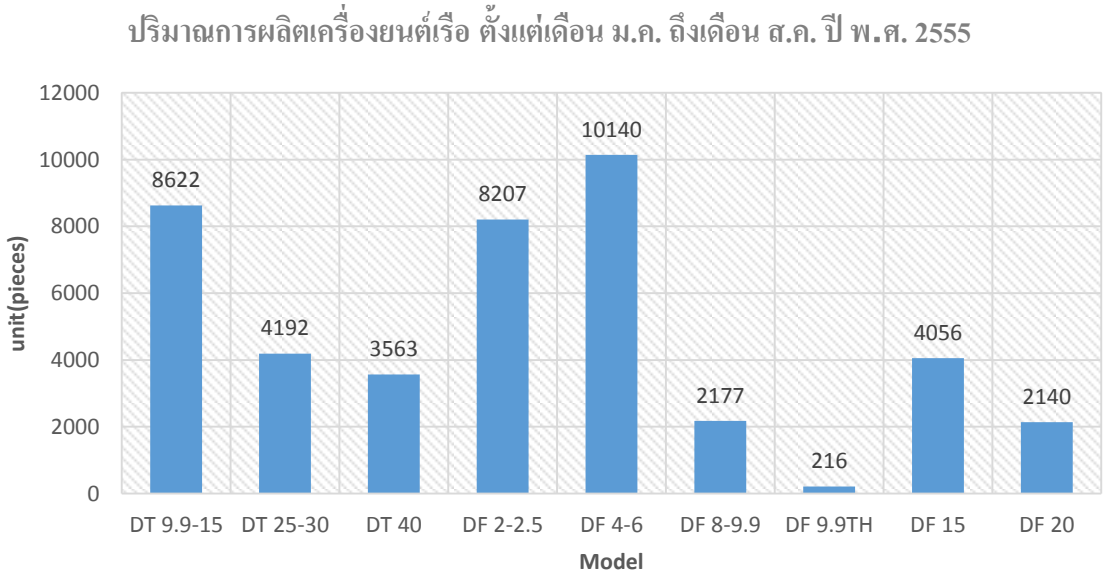
รูปที่ 3.8 กระบวนการทดสอบเครื่องยนต์

7. กระบวนการ packaging คือกระบวนการที่นำเครื่องยนต์เรือที่ผ่านกระบวนการทดสอบเครื่องยนต์มาติดฝาครอบเครื่องยนต์ แล้วมาบรรจุลัง ตามรูปที่ 3.9 และส่งให้ฝ่ายขายต่อไป

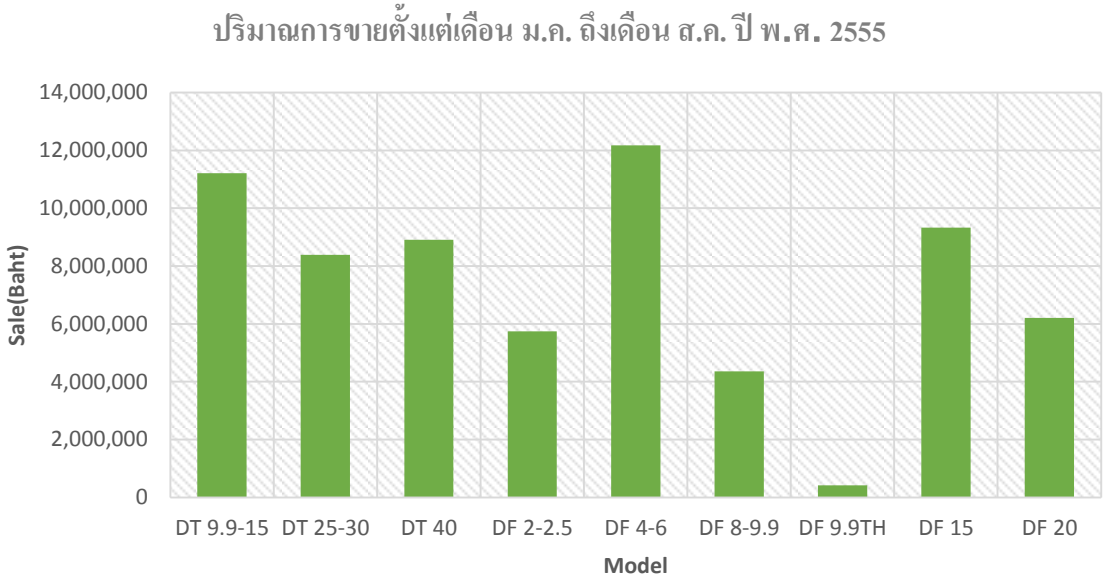
รูปที่ 3.9 กระบวนการ packaging

จากการศึกษาข้อมูลกระบวนการโดยทั่วไปของการผลิตเครื่องยนต์เรือในโรงงานกรณีศึกษาพบว่า กระบวนการ Machining และ กระบวนการพ่นสี มีการใช้เครื่องจักรในการผลิตเป็นหลักและเป็นกระบวนการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง กระบวนการประกอบเบื้องต้นเป็นการผลิตแบบ Batch และกระบวนการทดสอบเครื่องยนต์เป็นกระบวนการที่ตรวจสอบคุณภาพสินค้าซึ่งถือว่าไม่ได้ทำให้เกิดมูลค่า จะพบว่ามีการประกอบทั้งหมด 2 ขั้นตอน คือ การประกอบเบื้องต้นและการประกอบขั้นสุดท้าย โดยในขอบเขตของงานวิจัยที่ผู้ทำวิจัยได้กำหนดไว้คือ ทำการศึกษาและปรับปรุงในส่วนของ สายการผลิต(Assembly line) แผนกเครื่องยนต์เรือ ของโรงงานกรณีศึกษา บริษัทไทยซูซูกิ มอเตอร์ จำกัด ในขณะที่กระบวนการ Packaging แม้ว่าเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องและใช้สายการผลิตในการประกอบ แต่มีวิธีการและขั้นตอนที่ไม่ซับซ้อน ยุ่งยาก ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกทำการวิเคราะห์และปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายที่มีการใช้แรงงานคนเป็นหลักเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องและเป็นการผลิตแบบใช้สายการผลิต โดยที่การประกอบขั้นสุดท้ายเป็นการประกอบโดยใช้ระบบสายการผลิต ดังนั้นผู้ทำวิจัยจึงได้ทำการศึกษาและปรับปรุงในส่วนของการประกอบขั้นสุดท้าย ของแผนกเครื่องยนต์เรือในโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งในการประกอบขั้นสุดท้ายนี้ มีการใช้แรงงานคนเป็นหลัก โดยมีการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง และมีการแบ่งการทำงานเป็นสถานีการทำงานย่อย ๆ โดยจำนวนสถานีการทำงานในสายการผลิตขึ้นกับรุ่นที่ทำการผลิต ซึ่งแบ่งตามรุ่นของผลิตภัณฑ์ และในแต่ละรุ่นมีสถานีการทำงานที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทำให้สามารถเลือกตัวอย่างรุ่นของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือหนึ่งรุ่น มาแสดงขั้นตอนกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย โดยการใช้รูปแบบสายการผลิตมาช่วยในการประกอบ กัน ดังนั้น ทางผู้วิจัยจึงดำเนินการเลือกรุ่น DF 4 มาเป็นรุ่นผลิตภัณฑ์ในกรณีศึกษาด้านข้อมูลกระบวนการ โดยในการเลือกรุ่นผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาศึกษาเป็นต้นแบบนั้น นอกจากสายการผลิตที่มีสถานีการทำงานในลักษณะ

วิธีการที่ใกล้เคียงกัน ทางผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การเลือกโดยใช้ยอดจำนวนการผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือในแต่ละรุ่นและยอดปริมาณการขาย ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ส.ค. ปี พ.ศ. 2555 โดยนำข้อมูลมาเปรียบเทียบได้ ดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 ปริมาณการผลิตเครื่องยนต์เรือ ตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ส.ค. ปี พ.ศ. 2555

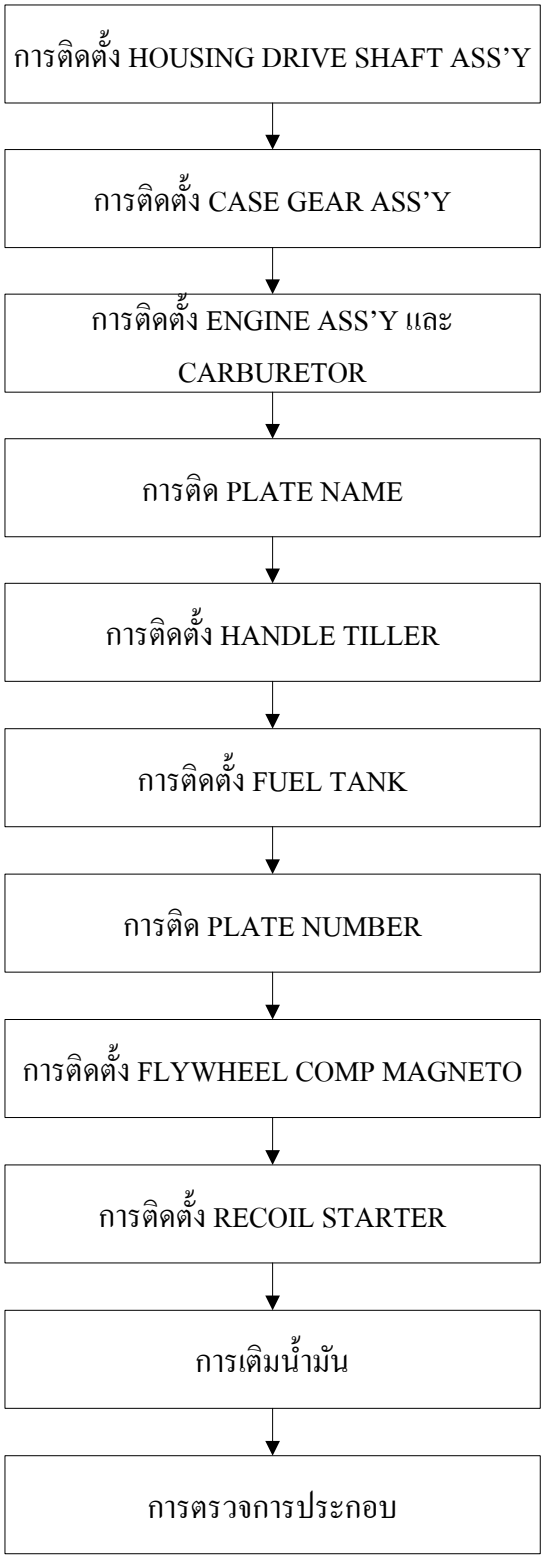


รูปที่ 3.11 ปริมาณการขายตั้งแต่เดือน ม.ค. ถึงเดือน ส.ค. ปี พ.ศ. 2555

จากรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11 จะพบว่า รุ่น DF 4-6 เป็นรุ่นที่มีปริมาณการผลิต และยอดขายสูงที่สุด รวมทั้งจากการที่สายการผลิตในผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือแต่ละรุ่นมีสถานีการทำงานในลักษณะ วิธีการที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น ในงานวิจัยฉบับนี้ จึงได้เลือกผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ซึ่งถ้าหากสามารถปรับปรุงกระบวนการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ให้เพิ่มผลผลิตได้ จะส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของสายการผลิตดีขึ้น และสามารถประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่นอื่น ๆ ในสายการผลิตได้

ผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ใช้วิธีแบบสายการผลิตในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย ซึ่งมีการใช้พนักงานในกระบวนการนี้ทั้งสิ้น 14 คน โดยกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายสามารถแบ่งการทำงานเป็นสถานีงานย่อย ๆ ได้ทั้งหมด 11 สถานีงาน โดยมีการทำงาน คือ พนักงานจะประจำสถานีงาน ณ ตำแหน่งการทำงานในแต่ละสถานี และให้ผลิตภัณฑ์ไหลไปในแต่ละสถานีงานโดยใช้ Tray ที่สามารถเข็นได้ มีล้ออยู่ด้านใต้ Tray ตามรูปที่ 3.12 โดยเป็นการเรียงการทำงานซึ่งเริ่มจากสถานีงานที่ 1 และเมื่อการทำงานในสถานีงานที่ 1 เสร็จเรียบร้อย จะมีการส่งต่อไปสู่สถานีงานที่ 2 ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 11 สถานีงาน จึงถือได้ว่าเสร็จสิ้นกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย โดยที่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายจะถูกส่งต่อไปสู่กระบวนการถัดไป และให้ผลิตภัณฑ์ไหลไปในแต่ละสถานีงาน การไหลของกระบวนการแสดงตามรูปที่ 3.13 และรายละเอียดของกระบวนการแสดงตามตารางที่ 3.2

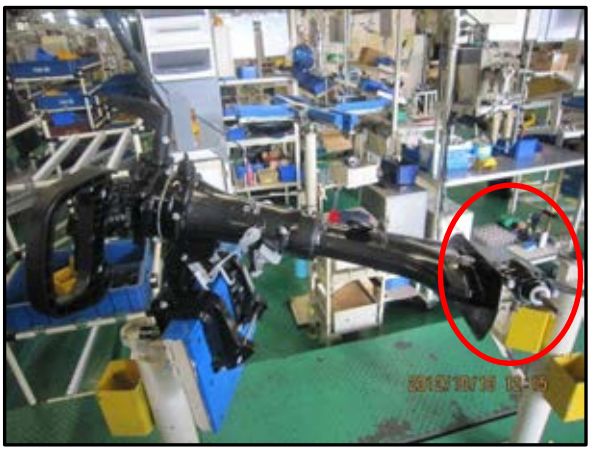
รูปที่ 3.12 Tray ที่สามารถเข็นได้



รูปที่ 3.13 สถานีงานในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดสถานีงานของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

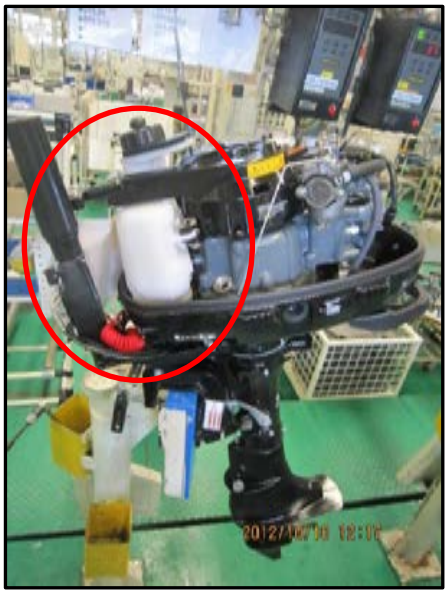
ลำดับสถานีงาน	ชื่อสถานีงาน	จำนวนพนักงาน (คน)	รายละเอียดสถานีงาน
		1	ขนย้าย Tray รถเข็นจากสถานีงานสุดท้ายมาสถานีงานแรก
1	การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	1	พนักงานทำการติดตั้งส่วนประกอบ HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y กับ Tray รถเข็น แล้วยึดให้แน่นพร้อมส่งไปสถานีงานถัดไป

2	การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	1	พนักงานทำการติดตั้งส่วนประกอบ GEAR CASE ASS'Y เข้ากับผลิตภัณฑ์ 
3	การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	1	พนักงานทำการประกอบสายไฟเข้ากับผลิตภัณฑ์ ต่อมาจึงประกอบ LOWER COVER และ ENGINE ASS'Y เข้ากับผลิตภัณฑ์

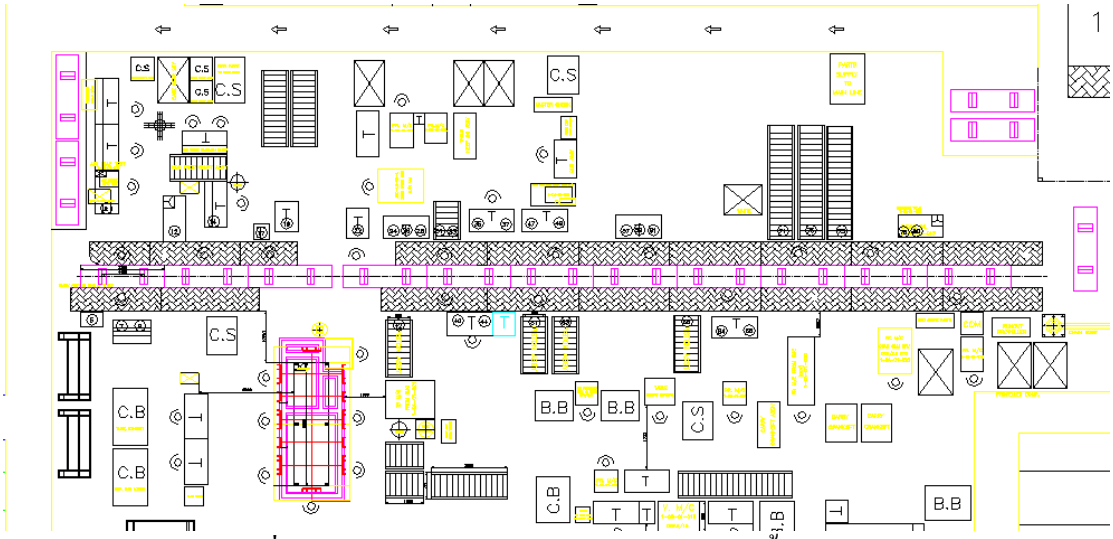
4	การติด PLATE NAME	1	พนักงานติด STICKER PLATE NAME ที่ตัวของผลิตภัณฑ์ ในบริเวณส่วนของ LOWER COVER พร้อมทั้งติด BRACKET FUEL TANK และติด Label ที่ BRACKET FUEL TANK
5	การติดตั้ง HANDLE TILLER	2	พนักงานทำการประกอบ HANDLE TILLER เข้ากับผลิตภัณฑ์ และประกอบสาย CABLE RECOIL

6	การติดตั้ง FUEL TANK	2	พนักงานทำการประกอบ FUEL TANK เข้ากับผลิตภัณฑ์ และติด Label ที่ FUEL TANK
7	การติด INSPECTION CARD	1	พนักงานติด MARK ENGINE START และติดใบ INSPECTION CARD เข้ากับผลิตภัณฑ์

8	การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	1	พนักงานทำการประกอบ HOSE BREATHER และ FLYWHEEL COMP MAGNETO เข้ากับผลิตภัณฑ์
9	การติดตั้ง RECOIL STARTER	1	พนักงานทำการประกอบ RECOIL STARTER พร้อมทั้งติด Label ของ RECOIL STARTER เข้ากับผลิตภัณฑ์

10	การเติมน้ำมัน	1	พนักงานทำการประกอบสายไฟให้เรียบร้อย พร้อมทั้งติด Label กำกับ และเติมน้ำมันเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ 
11	การตรวจการประกอบ	1	ตรวจเช็คการประกอบทั้งหมด พร้อมทั้งบันทึกใน inspection card

จากตารางที่ 3.2 จะพบว่าปัจจุบัน สายการผลิตในการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ เป็นรูปแบบที่มีการนำชิ้นงานจากการประกอบเบื้องต้น และชิ้นงานที่เกี่ยวข้อง มาประกอบขั้นสุดท้ายภายใต้สายการผลิต โดยแบ่งย่อยเป็นสถานีงานทั้งหมด 11 สถานี ตามรูปที่ 3.14 แผนผังของโรงงาน ในส่วนของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ โดยในการทำงานของพนักงานในแต่ละสถานี จะมีการปฏิบัติตามระบบมาตรฐาน TOS (Thai Suzuki Operation Standard) ซึ่งเป็นระบบที่ทางโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดให้กับทางพนักงานระดับปฏิบัติการด้านการผลิตปฏิบัติตาม



รูปที่ 3.14 แผนผังของโรงงานส่วนการประกอบขั้นสุดท้าย

3.5 ข้อมูลของเวลาการผลิต

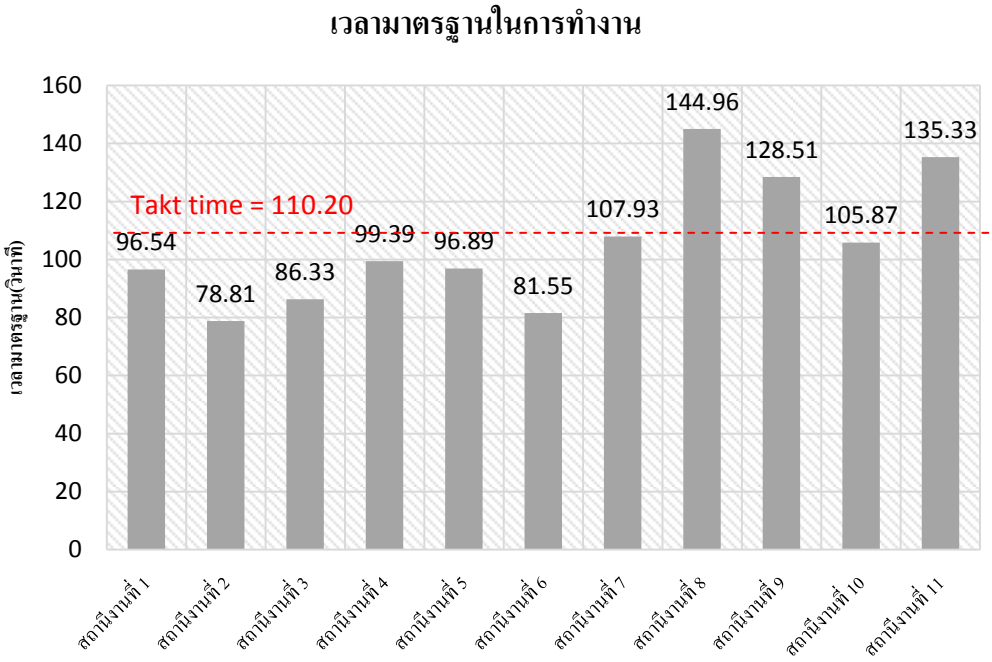
เนื่องจากในการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ของโรงงานกรณีศึกษาเป็นลักษณะการประกอบแบบใช้สายการผลิต ซึ่งทางโรงงานกรณีศึกษามีการใช้ระบบมาตรฐาน TOS (Thai Suzuki Operation Standard) ซึ่งระบบนี้ ทางโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดมาตรฐานในการทำงานให้กับทางพนักงานระดับปฏิบัติการด้านการผลิตปฏิบัติตาม โดยเริ่มตั้งแต่สถานีงานที่ 1 จนจบสถานีงานที่ 11 ดังนั้น ในการศึกษาข้อมูลด้านเวลาในการผลิต จะทำการยึดตามระบบ TOS คือ การศึกษาเวลามาตรฐานซึ่งแบ่งตามสถานีงาน โดยทำการจับเวลาการประกอบในแต่ละสถานีงาน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของเวลามาตรฐาน บวกกับเวลาเผื่อที่โรงงานกรณีศึกษาใช้อ้างอิงอยู่ คือ 15% ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดมาให้ โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีงานได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เวลามาตรฐานของการทำงานในแต่ละสถานีงาน

สถานีงาน		เวลามาตรฐานในการทำงาน(วินาที)
1	การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	96.54
2	การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	78.81
3	การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	86.33
4	การติด PLATE NAME	99.39
5	การติดตั้ง HANDLE TILLER	96.89
6	การติดตั้ง FUEL TANK	81.55
7	การติด INSPECTION CARD	107.93
8	การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	144.96
9	การติดตั้ง RECOIL STARTER	128.51
10	การเติมน้ำมัน	105.87
11	การตรวจการประกอบ	135.33
เวลารวม		**1162.11**

จากตารางที่ 3.3 จะพบว่าเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีงานไม่ใกล้เคียงกัน จึงมีการแสดงข้อมูลของเวลามาตรฐานเป็นแผนภูมีแท่งเพื่อความสะดวกและง่ายต่อความเข้าใจ ดังรูปที่ 3.15 ซึ่งจะพบว่าสถานีงานที่ก่อให้เกิดปัญหาคอขวด คือ สถานีการติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO, สถานีการติดตั้ง RECOIL STARTER และ สถานีการตรวจการประกอบ อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงความสมดุลของเวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานในภาพรวม จะพบว่าไม่มีความสมดุลกัน

ดังนั้นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างง่ายให้เวลามาตรฐานในการผลิตน้อยกว่า Takt time คือ การเพิ่มแรงงานคน อุปกรณ์ เครื่องจักรมาช่วยในการปรับปรุงการผลิต แต่เนื่องจากการแก้ไขปัญหาดังกล่าว เป็นการปรับปรุงเชิงปริมาณ คือ มีอัตราการผลิตต่อคน ต่ออุปกรณ์ ต่อเวลา คงที่ และทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำวิธีการปรับปรุงกระบวนการของลีน และลีน-ซิกซ์ ซิกมามาใช้กับโรงงานกรณีศึกษาผลิตเครื่องยนต์เรือ และเปรียบเทียบแนวทางทั้งสอง โดย Takt time ของโรงงานกรณีศึกษาได้ตัวเลขมาจากฝ่าย Planning ที่เป็นผู้กำหนดจำนวนการผลิตในแต่ละเดือนของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือทั้งหมด โดยนำเอาความต้องการของตลาดมาคำนวณกับความสามารถในการผลิตของฝ่ายผลิต จนได้ค่า Take time คือ 110.20 วินาที



รูปที่ 3.15 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน

เมื่อทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับเวลามาตรฐานในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ทำให้สามารถทราบถึงประสิทธิภาพของสายการผลิต คือการนำเอาเวลารวมในการผลิตหารกับจำนวนสถานีงานและเวลาของสถานีงานที่มากที่สุด ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพในการผลิต} = \frac{\sum \text{เวลามาตรฐานในการทำงาน}}{\text{จำนวนสถานีงาน} \times \text{สถานีงานที่ใช้เวลาสูงสุด}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพในการผลิต} = 1162.11/(11 \times 144.96)$$

$$\text{ประสิทธิภาพในการผลิต} = 72.88\%$$

3.6 การวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่า

ในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ทางผู้วิจัยได้ทำการระบุคุณค่าของสินค้า [15] โดยในส่วนของการจัดประเภทของกิจกรรม มีการศึกษาข้อมูลจากความต้องการของลูกค้า ควบคู่กับการสอบถามจากทางฝ่ายผลิตของโรงงานกรณีศึกษา และ แสดงแผนผังการไหลของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในภาคผนวก ก จะพบว่า มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า 10 กิจกรรม จากทั้งหมด 11 กิจกรรม คิดเป็น

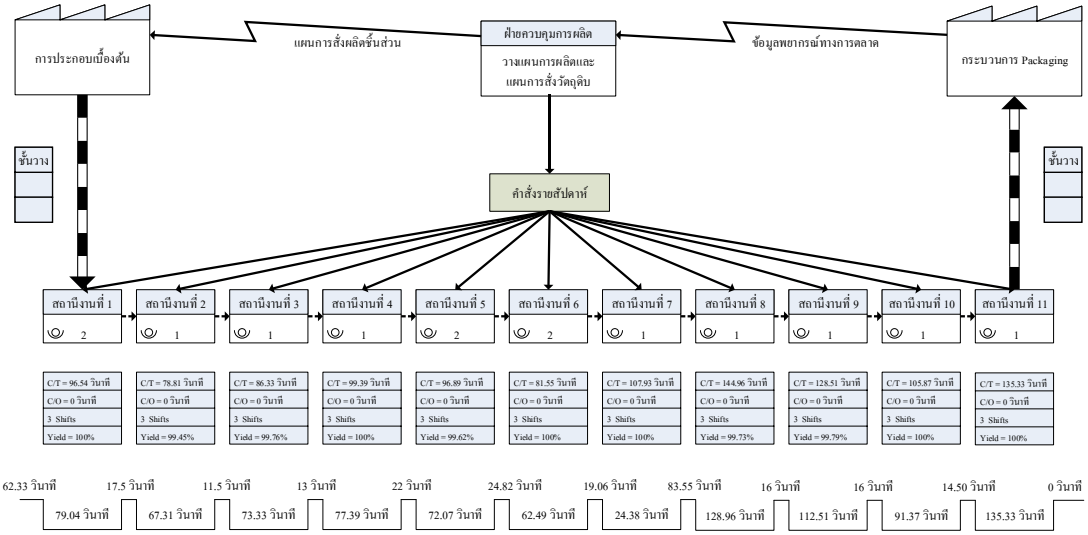
กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า 90.91% ซึ่งการพิจารณาโดยแยกตามสถานีทำงานส่งผลให้ไม่สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจนเนื่องจากในสถานีทำงานกล่าวถึงภาพรวมของสถานีทำงาน ไม่เจาะจงไปถึงขั้นตอนในการทำงาน ดังนั้น จึงทำการวิเคราะห์แยกขั้นตอนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ได้ ดังในภาคผนวก ข

จากภาคผนวก ข ได้ศึกษาและพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 พบว่าสามารถจำแนกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าได้ 32 กิจกรรม จากทั้งหมด 82 กิจกรรม คิดเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า 39.02% ของจำนวนกิจกรรมทั้งหมด ดังนั้น จึงควรทำการลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตขึ้น เนื่องจากพบว่า มีกระบวนการที่เป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า 23 กิจกรรม และเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแต่จำเป็น 27 กิจกรรม ซึ่งคิดเป็น กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า 28.05% และเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแต่จำเป็น 32.93% ดังในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 สรุปข้อมูลแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย

หัวข้อ	จำนวน
กิจกรรมทั้งหมด	82 ขั้นตอน
กิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า	32 ขั้นตอน (39.02%)
กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า	23 ขั้นตอน (28.05%)
กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าแต่จำเป็น	27 ขั้นตอน (32.93%)
ระยะทางที่ใช้	75.5 เมตร
เวลารวมทั้งหมด	1437.09 วินาที
เวลารวมที่ใช้	1162.11 วินาที
เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต	144.96 วินาที

จากข้อมูลเบื้องต้นสามารถเขียนแผนผังสายธารแห่งคุณค่า ได้ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า

3.7 สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

จากกการสอบถามข้อมูลกับทางวิศวกรที่ควบคุมกระบวนการ พนักงานในระดับปฏิบัติการฝ่ายผลิตและแผนกควบคุมคุณภาพ รวมทั้งจากการเก็บข้อมูลของผู้ทำวิจัยเอง ทำให้พบปัญหาต่าง ๆ ของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ที่เป็นข้อจำกัดในการเพิ่มผลผลิตของเครื่องยนต์เรือ และมีการรวบรวมปัญหาต่าง ๆ โดยผู้วิจัยพบว่าสามารถแยกความสูญเปล่าที่แบ่งตามหลักแนวคิดการผลิตแบบลีน 7 ประการ [1] ได้ทั้งหมด 6 ประการ ดังนี้

1. การผลิตที่มากเกินความจำเป็น

ในการศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในด้านการผลิตมากเกินความจำเป็น จะพบว่า รอบเวลาการผลิตในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากัน ทำให้มีการทำงานในสถานีก่อนหน้าค้างอยู่ ซึ่งส่งผลให้สถานีงานถัดไปไม่สามารถทำงานได้ ตามรูปที่ 3.15

2. กระบวนการที่มากเกินความจำเป็น

การศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในด้านกระบวนการที่มากเกินความจำเป็น จะพบว่า มีกระบวนการที่มากเกินความจำเป็นอยู่ 1 กิจกรรม คือ กิจกรรมฉีด Airgun ทำความสะอาด (ไม่นับการรอคอยและการขนย้าย เพราะจะถูกนำไปวิเคราะห์ในส่วนของการรอคอยและการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น)

3. การขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น

การศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในด้านการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น จะพบว่า การประกอบขั้นสุดท้ายเป็นการผลิตแบบสายการผลิตที่ส่งจากสถานีหนึ่งไปสถานีหนึ่งต่อเนื่องกัน และมีการออกแบบให้สถานีแต่ละสถานีอยู่ติดกัน เพื่อลดการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น แต่ยังพบความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น มี 11 กิจกรรม ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 กิจกรรมที่เกิดจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)
1	ลาก Tray ที่สามารถเข็นได้เข้าสายการผลิต	33.00	62.33
11	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
16	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
22	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
30	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
46	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
56	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
62	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
69	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
76	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
80	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50
รวม		**55.00**	**117.33**

จากตารางที่ 3.5 เพื่อความสะดวกและง่ายต่อการจัดการในการทำการปรับปรุงการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็นจึงทำการจัดหมวดหมู่ได้ทั้งสิ้น 2 หมวดหมู่ คือ กิจกรรมการลาก Tray ที่สามารถเข็นได้เข้าสายการผลิต และส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป

4. การรอคอย

ในการศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในด้านการรอคอย จะพบว่า กิจกรรมที่มีเกิดการรอคอยมีทั้งหมด 3 กิจกรรม ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 กิจกรรมที่เกิดจากการรอคอย

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)
4	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน	0	10.14
39	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน	0	8.32
55	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน	0	7.56
รวม		**0**	**26.02**

จากตารางที่ 3.6 พบว่ากิจกรรมที่ก่อให้เกิดการรอคอยเกิดจากการทำงานที่ไม่สอดคล้องกันของพนักงานที่ทำงานร่วมกันในสถานีงาน

5. การเก็บวัตถุดิบคงคลังเกินความจำเป็น

ในการศึกษาการเก็บวัตถุดิบคงคลังเกินความจำเป็นในกระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55 พบว่าในสายการผลิตจะมีการเตรียมพร้อมของวัตถุดิบให้มีการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ตลอดเวลา โดยจะมีหัวหน้างานคอยตรวจสอบวัตถุดิบก่อนเริ่มงานทุกครั้ง ซึ่งถ้าหากมีการเพิ่มผลผลิตขึ้น จะส่งผลที่ตามมา คือมีปัญหาในด้านการจัดเก็บวัตถุดิบ

6. การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น

ในการศึกษาการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นในกระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55 จะพบว่ากิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นมีทั้งหมด 34 กิจกรรม ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 กิจกรรมที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น

ลำดับที่	กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)
2	ยก Housing Drive Shaft จากชั้นวาง	1.00	5.00
5	หยิบ Plug Exhaust จากชั้นวาง	0.50	3.00
7	หยิบ Handle carrying จากชั้นวาง	0.70	4.50
9	หยิบ Reverse Lock Arm จากชั้นวาง	0.70	4.50
12	ยก Gear Case จากชั้นวาง	0.50	3.00
14	หยิบ Cover Clutch Adjust Hole จากชั้นวาง	0.50	3.00
17	ยก Engine จากชั้นวาง	0.50	3.00
19	หยิบ Anode Protection จากชั้นวาง	0.70	4.50
22	หยิบ Plate Name จากชั้นวาง	0.50	3.00
24	หยิบ สายAirvent Hose จากชั้นวาง	0.70	4.50
26	หยิบ Bracket Fuel Tank จากชั้นวาง	0.70	4.50
28	หยิบ Label จากชั้นวาง	0.70	4.50
31	หยิบ Handle Clamp จากชั้นวาง	0.50	3.00
33	หยิบ Rubber Cover จากชั้นวาง	0.50	3.00
35	หยิบ Cover Swiwel จากชั้นวาง	0.70	4.50
37	หยิบ Tiller Handle จากชั้นวาง	0.70	4.50
40	หยิบ Tube Swiwel Lead จากชั้นวาง	0.50	3.00
42	หยิบ Spark Plug จากชั้น	0.70	4.50
44	หยิบ Cable Recoil จากชั้นวาง	0.50	3.00
47	หยิบ Fuel Tank จากชั้นวาง	0.70	4.50
49	หยิบ Shoke จากชั้นวาง	0.70	4.50
51	หยิบ Key Magneto จากชั้นวาง	0.50	3.00
53	หยิบ Flywheel Woodruff จากชั้นวาง	0.50	3.00

57	หยิบ Mark Engine Start จากชั้นวาง	0.50	3.00
59	หยิบ Inspection Card จากชั้นวาง	0.50	3.00
61	หยิบ Airgun จากชั้นวาง	0.50	3.00
64	หยิบ Hose Breather จากชั้นวาง	0.50	3.00
66	หยิบ Flywheel Comp Magneto จากชั้นวาง	0.50	3.00
68	หยิบ Swiwel Stop Emergency จากชั้นวาง	0.70	4.50
71	หยิบ Recoil Starter จากชั้นวาง	0.50	3.00
73	หยิบ Label Sitp จากชั้น	0.70	4.50
75	หยิบสาย Cable NSI จากชั้นวาง	0.50	3.00
78	หยิบหัวฉีดน้ำมัน	0.70	4.50
80	หยิบหัวฉีดน้ำมันเก็บเข้าที่	0.70	4.50
รวม		**20.50**	**126.50**

จากตารางที่ 3.7 พบว่ากิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นเกิดจากการหยิบชิ้นส่วนเพื่อนำไปประกอบทั้งหมด

7. ของเสีย

ในการศึกษาของสียในกระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55 จะพบว่า มีของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ทั้งหมด ตามตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 สัดส่วนของเสียตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55

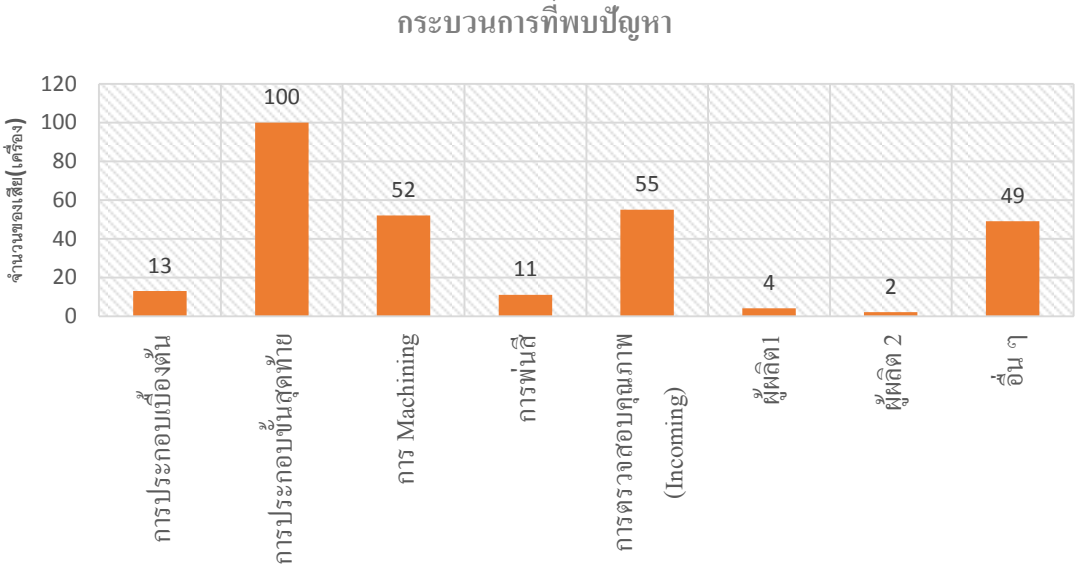
Month	Input	Output	Defect	% Yield	% Defects
ม.ค.	2,656	2,619	37	98.61%	1.39%
ก.พ.	2,635	2,586	49	98.14%	1.86%
มี.ค.	2,185	2,149	36	98.35%	1.65%
เม.ย.	1,478	1,454	24	98.38%	1.62%
พ.ค.	1,735	1,706	29	98.33%	1.67%

มิ.ย.	1,285	1,264	21	98.37%	1.63%
ก.ค.	578	572	6	98.96%	1.04%
ส.ค.	964	944	20	97.93%	2.07%
ก.ย.	1,713	1,685	28	98.37%	1.63%
ต.ค.	2,163	2,128	36	98.34%	1.66%
รวม	**17,392**	**17,106**	**286**	**98.36%**	**1.64%**

จากตารางที่ 3.8 จะพบว่าในช่วงเดือน ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55 พบของเสียจากผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในแต่ละเดือน มีสัดส่วนของเสียในอัตราที่ใกล้เคียงกัน และ มีของเสียรวมทั้งสิ้น 286 เครื่อง จากทั้งหมด 17,392 เครื่อง คิดเป็น 1.64% ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการหาสาเหตุหลักของปัญหาที่ทำให้เกิดอัตราส่วนของเสียโดยแบ่งเป็นของเสียที่เกิดตามกระบวนการต่าง ๆ ได้ ดังตารางที่ 3.9 และรูปที่ 3.17

ตารางที่ 3.9 ของเสียแบ่งตามกระบวนการต่าง ๆ

กระบวนการที่พบปัญหา	**จำนวน**
กระบวนการประกอบเบื้องต้น	13
กระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย	100
กระบวนการ Machining	52
กระบวนการพ่นสี	11
กระบวนการตรวจสอบคุณภาพ(Incoming)	55
ผู้ผลิต1	4
ผู้ผลิต 2	2
อื่น ๆ	49
รวม	**286**



รูปที่ 3.17 ของเสียแบ่งตามกระบวนการต่าง ๆ

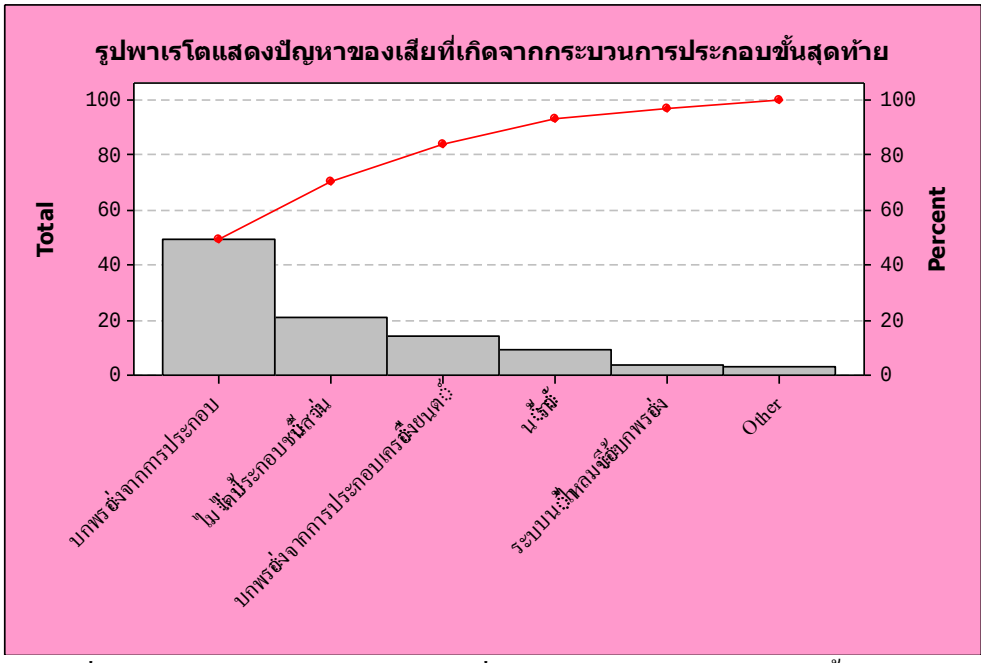
จากตารางที่ 3.9 เป็นตารางแสดงของเสียแบ่งตามกระบวนการต่าง ๆ และรูปที่ 3.17 รูปที่แสดงของเสียแบ่งตามกระบวนการต่าง ๆ ในผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 พบว่ากระบวนการที่พบของเสียมากที่สุดคือ กระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย ซึ่งพบของเสียทั้งหมด 100 ชิ้น จาก 286 ชิ้น หรือคิดเป็น 34.96% ของของเสียทั้งหมด และเนื่องจากในงานวิจัยมีการศึกษาเฉพาะในส่วนของการประกอบขั้นสุดท้าย จึงลงรายละเอียดของปัญหาที่พบจากของเสียในการประกอบขั้นสุดท้าย ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ปัญหาของเสียในการประกอบขั้นสุดท้าย

ปัญหา	Total
บกพร่องจากการประกอบ	49
ไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน	21
บกพร่องจากการประกอบเครื่องยนต์	14
น้ำรั่ว	9
ระบบน้ำไหลมีข้อบกพร่อง	4
รอยขีดข่วน	2
บกพร่องจากการเตรียมการประกอบ	1
GEAR CASE มีรอยขีดข่วน	0
DRIVE SHAFT HOUSING มีรอยขีดข่วน	0
TILLER HANDLE มีรอยขีดข่วน	0
STEERING BRACKET มีรอยขีดข่วน	0
ENGINE COVER มีรอยขีดข่วน	0
SWIVEL มีรอยขีดข่วน	0
ปัญหาสติ๊กเกอร์ติดไม่เรียบ , ติดไม่ดี	0
สติ๊กเกอร์สกปรก	0
ความเร็วรอบต่อนาทีที่สูงต่ำกว่ามาตรฐาน	0
เครื่องยนต์เสียงดังผิดปกติ	0
เครื่องยนต์มีน้ำมันรั่ว	0
น้ำมันเครื่องมีน้ำปน	0
การตัดต่อกำลัง คลัทช์ บกพร่อง	0
รวม	**100**

จากปัญหาในตารางที่ 3.10 สามารถที่จะสร้างเป็นกราฟพาเรโต เพื่อจัดเรียงลำดับของของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ได้ ดังรูปที่

3.18 และเมื่อสามารถพิจารณาถึงเฉพาะของเสียจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายเป็นรายเดือน ได้ในตารางที่ 3.11



รูปที่ 3.18 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

ตารางที่ 3.11 สัดส่วนของเสียจากการประกอบขั้นสุดท้ายตั้งแต่ ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55

ปี 2555	ของเสียทั้งหมด	ของเสียจากการประกอบขั้นสุดท้าย	% Yield	%ของเสียจากการประกอบขั้นสุดท้าย	% ของเสียทั้งหมด
ม.ค.	37	7	98.61%	0.26%	1.39%
ก.พ.	49	23	98.14%	0.87%	1.86%
มี.ค.	36	12	98.35%	0.55%	1.65%
เม.ย.	24	11	98.38%	0.74%	1.62%
พ.ค.	29	10	98.33%	0.58%	1.67%
มิ.ย.	21	7	98.37%	0.54%	1.63%
ก.ค.	6	3	98.96%	0.52%	1.04%
ส.ค.	20	9	97.93%	0.93%	2.07%
ก.ย.	28	8	98.37%	0.47%	1.63%
ต.ค.	36	10	98.38%	0.46%	1.62%
รวม	**286**	**100**	**98.36%**	**0.57%**	**1.64%**

3.8 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

จากปัญหาที่พบในการเข้าไปสอบถามข้อมูล และการเก็บข้อมูลของผู้ทำวิจัยในเรื่องความสูญเปล่า จึงมีการกำหนดแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาความสูญเปล่าที่พบในกระบวนการ และการเพิ่มผลผลิต โดยใช้แนวทางลีน มาใช้ในการจัดการสายการผลิต และหลังจากนั้น จะมีการนำแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มาประยุกต์ใช้ในการจัดการสายการผลิตและนำเครื่องมือที่ใช้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งสองอย่างมาเปรียบเทียบกัน โดยสรุปแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ ดังนี้

1. ศึกษาการทำงานในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ทุกสถานีงาน โดยใช้หลักการระบุคุณค่าของกิจกรรม[15] แยกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า กิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าแต่จำเป็น พร้อมทั้งสร้างสายธารแห่งคุณค่าในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

2. ขจัดความสูญเปล่าทั้ง 7+1 ประการออกไปจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 โดยอ้างอิงวิธีการดำเนินการตามแนวทางลีน จากการศึกษา วิธีการดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษา [28] ในการขจัดความสูญเปล่ามีความสูญเปล่าบางอย่างที่สามารถขจัดได้พร้อมกัน ดังนั้น จึงมีการเลือกขจัดความสูญเปล่าทั้งหมด 4 ประการ ตามแนวทาง ดังนี้

- แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น

ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็นมีสาเหตุมาจาก มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าในด้านการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็นอยู่ ดังนั้น ในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น สามารถทำได้โดยลดหรือขจัดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ในสถานีงานออกไป โดยทำให้กิจกรรมมีการเคลื่อนไหวให้น้อยที่สุด ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

1) ศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4
2) จัดทำแผนผังการไหลของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และทำการระบุคุณค่าของกิจกรรม
3) วิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่าและประเมินกิจกรรมที่จำเป็นต้องแก้ไข โดยเน้นไปที่การเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น

4) ปรับปรุงวิธีการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 โดยใช้หลักการ ECRS

- แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น

ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็นมีสาเหตุมาจาก การผลิตในแต่ละสถานีงานมีการใช้ระยะเวลาในการผลิตไม่เท่ากัน อันเนื่องมาจากความสามารถในการผลิตของแต่ละสถานีงานไม่เท่ากัน ส่งผลให้เกิดงานค้างระหว่างสถานีงาน ซึ่งทำให้งานในสถานีถัดไปไม่สามารถผลิตได้ทัน และใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน ดังนั้น ในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการผลิตมากเกินความจำเป็น สามารถทำได้โดยขจัดจุดที่เป็นคอขวด(Bottleneck) และงานที่ค้าง ในสถานีงานระหว่างการผลิต โดยจะต้องปรับให้ความสามารถในการผลิตของแต่ละสถานีงานเท่า หรือใกล้เคียงกัน ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

1) ศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4
2) วิเคราะห์ข้อมูลจากข้อมูลในส่วนของเวลาในกระบวนการทำงานการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และหาจุดที่เป็นคอขวดของกระบวนการ
3) ปรับปรุงวิธีการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 โดยใช้หลักการ ECRS

- แนวทางการลดความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น

ความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็นมีสาเหตุมาจากการที่พนักงานจำเป็นจะต้องขนย้ายงานจากสถานีที่ตนเองดูแลไปสู่สถานีถัดไป ดังนั้น ในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น สามารถทำได้โดยออกแบบผังโรงงานใหม่ และ ออกแบบระบบที่ช่วยให้พนักงานขนย้ายงานจากสถานีที่ตนเองดูแลไปสู่สถานีถัดไปได้ง่ายขึ้น เพื่อลดการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

1) ศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4
2) จัดทำแผนผังการไหลของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และจัดเก็บข้อมูลทางด้านระยะทางในการขนย้าย และเส้นทางในการขนย้าย
3) วิเคราะห์ระยะทางในการขนย้าย และเส้นทางในการขนย้าย โดยวิเคราะห์ร่วมกับแผนผังการไหล เพื่อประเมินการลดกิจกรรมที่ทำให้เกิดการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น

4) ปรับปรุงการขนย้ายของพนักงาน หรือ หาระบบที่ช่วยให้พนักงานขนย้ายงานจากสถานีที่ตนเองดูแลไปสู่สถานีถัดไปได้ง่ายขึ้น ในการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 โดยอาจนำหลักการ ECRS มาช่วยในการปรับปรุง

- แนวทางการลดความสูญเปล่าจากของเสีย

ความสูญเปล่าจากการของเสียมีสาเหตุมาจาก ความบกพร่องในการประกอบ และการไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน ตามรูปที่...รูปพาเรโตปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย ดังนั้น ในการลดความสูญเปล่าที่เกิดจากของเสีย สามารถทำได้ออกแบบระบบการตรวจสอบการทำงานของพนักงาน ซึ่งมีแนวทางในการปรับปรุง ดังนี้

1) ศึกษาและเก็บข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4
2) รวบรวมปัญหาของเสียและจำนวนของเสีย
3) จัดลำดับความสำคัญของปัญหา โดยใช้กราฟพาเรโต และเลือกปัญหาที่สำคัญมาทำการแก้ไขโดยใช้การวิเคราะห์สาเหตุแบบผังก้างปลา
4) ทำการปรับปรุงแก้ไขของเสียตามแนวทางแก้ปัญหา สร้างมาตรฐานการทำงานใหม่ให้กับพนักงานและออกแบบระบบการตรวจสอบการทำงาน

3. นำแนวทางซิกซ์ ซิกมามาใช้กับกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 โดยเน้นที่การปรับปรุงคุณภาพและลดความผันแปรของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือที่ออกมาจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

บทที่ 4
การดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีน

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนของการปรับปรุงระบวนการทำงาน โดยการนำแนวทางลีน มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และวัดผลการปรับปรุง ซึ่งในการนำแนวทางแต่ละแนวทางมาใช้ ได้มีการวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 มาก่อนในบทก่อนหน้านี้ และปรับปรุงตามแนวทางลีน จากการศึกษา วิธีการดำเนินการปรับปรุงโรงงานกรณีศึกษา [28] นอกจากนั้นได้มีการรวบรวมปัญหาและค่าต่าง ๆ ก่อนการปรับปรุง เพื่อนำมาเปรียบเทียบด้วย

4.1 การนำแนวทางลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีน เป็นหลักการที่มุ่งเน้น ในการค้นหาและขจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการที่ทางผู้วิจัยทำการวิจัย คือ กระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ซึ่งผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้คือสามารถส่งผลให้เกิดการผลิตอย่างต่อเนื่อง และไหลลื่นมากที่สุด โดยเริ่มจากทำการวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่าพร้อมทั้งระบุคุณค่าของสินค้า และลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า โดยในการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น พบว่าในการแก้ไขความสูญเปล่า 7 ประการของกรณีศึกษา มีความสูญเปล่าบางตัว ใช้วิธีการในการปรับปรุงเหมือนกัน ดังนั้นสามารถที่จะแก้ไขโดยการกำจัด ความสูญเปล่าทั้งหมด 4 ประการ คือความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น ความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น และความสูญเปล่าจากของเสีย โดยเริ่มจากการปรับปรุงความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็นก่อน ตามมาด้วยความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น ความสูญเปล่าจากของเสีย ตามลำดับ และความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็นมาเป็นลำดับท้ายสุด

การวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่าพร้อมทั้งระบุคุณค่าของสินค้าเป็นเครื่องมือที่ใช้แสดงลำดับของขั้นตอน เพื่อให้เข้าใจถึงความสามารถของกระบวนการในมุมมองของลูกค้า และสามารถระบุถึงปัญหาของความสูญเปล่าได้ โดยแยกกิจกรรมในกระบวนการเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดความสูญเปล่า หรือ ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ในการแสดงขั้นตอนกระบวนการผ่านแผงผังการไหล ซึ่งในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในส่วนของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 มีสายธารแห่งคุณค่า ดังตารางในภาคผนวก ก และ ข

4.1.1 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น

ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น มีสาเหตุอันเนื่องมาจากการที่มีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่าตามมุมมองของลูกค้า ดังนั้น ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 จึงมีการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลให้กำลังในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือลดลงและใช้ระยะเวลามากขึ้นในการผลิตในแต่ละครั้ง ด้วยเหตุดังกล่าว การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น จึงได้นำแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่แล้ว มาดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่า ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 เพื่อให้เข้าใจภาพกว้างทั้งหมดของการผลิตในแต่ละสถานีงาน
2. ทำแผนผังการไหลเพื่อหากิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และ หากิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ในด้านความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น ตามตารางในภาคผนวก ข
3. พิจารณาถึงสถานที่ตั้งของชิ้นส่วนและจุดที่พนักงานยืนทำงาน รวมถึงเวลามาตรฐานที่ใช้ในการทำงาน ระยะทาง จำนวนพนักงาน
4. จากการศึกษาขั้นตอนในการทำงานพบว่ามีกิจกรรมที่มีการเคลื่อนไหวที่มากเกินความความจำเป็นถึง 34 กิจกรรม โดยทั้งหมดเป็นการหยิบชิ้นส่วนมาเพื่อประกอบผลิตภัณฑ์ คิดเป็นเวลาสูญเปล่าทั้งหมด 126.50 วินาที ใช้ระยะทางทั้งสิ้น 20.50 เมตร ซึ่งจากการสังเกต สามารถแก้ไขปัญหาได้โดยการออกแบบวิธีการหยิบชิ้นส่วนของพนักงานประกอบใหม่ เพื่อความสะดวกของพนักงานประกอบ และลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น โดยชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก สามารถที่จะใช้ tray ที่มีช่องเก็บของวางยึดไว้บน tray ที่เป็นรถลากของพนักงาน เพื่อลดระยะเวลาและระยะทางที่สูญเปล่าในการหยิบชิ้นส่วน นอกจากนั้น ส่งผลให้พนักงานทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้นและเป็นการช่วยเตือนพนักงานให้ประกอบชิ้นส่วนครบถ้วนอีกทางหนึ่ง ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2

รูปที่ 4.1 ก่อนการปรับปรุง

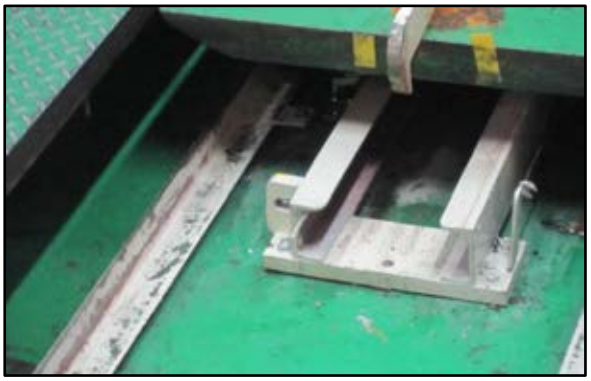
รูปที่ 4.2 Tray ที่มีช่องเก็บของวางไว้บน Tray ที่เป็นรถลากของพนักงาน (หลังปรับปรุง)

4.1.2 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น

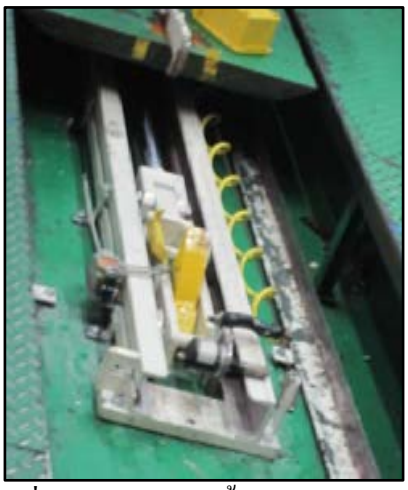
ความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น มีสาเหตุอันเนื่องมาจากการที่พนักงานจำเป็นจะต้องขนย้ายงานจากสถานีที่ตนเองดูแลไปสู่สถานีถัดไป ดังนั้น ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 จึงมีการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น ซึ่งส่งผลให้กำลังในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือลดลง ด้วยเหตุดังกล่าว การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการขนย้าย

ที่มากเกินความจำเป็น จึงได้นำแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่แล้ว มาดำเนินการปรับปรุง ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่า ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 เพื่อให้เข้าใจภาพกว้างทั้งหมดของการผลิตในแต่ละสถานีงาน
2. ทำแผนผังการไหลเพื่อหากิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า และ หากิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า ในด้านความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น รวมถึงระยะทางที่ใช้ ตามตารางในภาคผนวก ข
3. จากตารางในภาคผนวก ข จะพบว่าปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น คือ การขนย้าย tray เข้าสู่จุดเริ่มต้นและ การขนย้ายงานระหว่างสถานีงาน
4. ทำการปรับปรุงโดยนำระบบอัตโนมัติมาช่วยขนย้ายงานระหว่างสถานีงานให้รวดเร็วขึ้น รวมถึงสามารถลดความล้าของพนักงานอันเนื่องจากการเลื่อน tray ได้ โดยรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4 แสดงรูปก่อนและหลังการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย



รูปที่ 4.3 ก่อนการติดตั้งระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4.4 หลังการติดตั้งระบบอัตโนมัติ

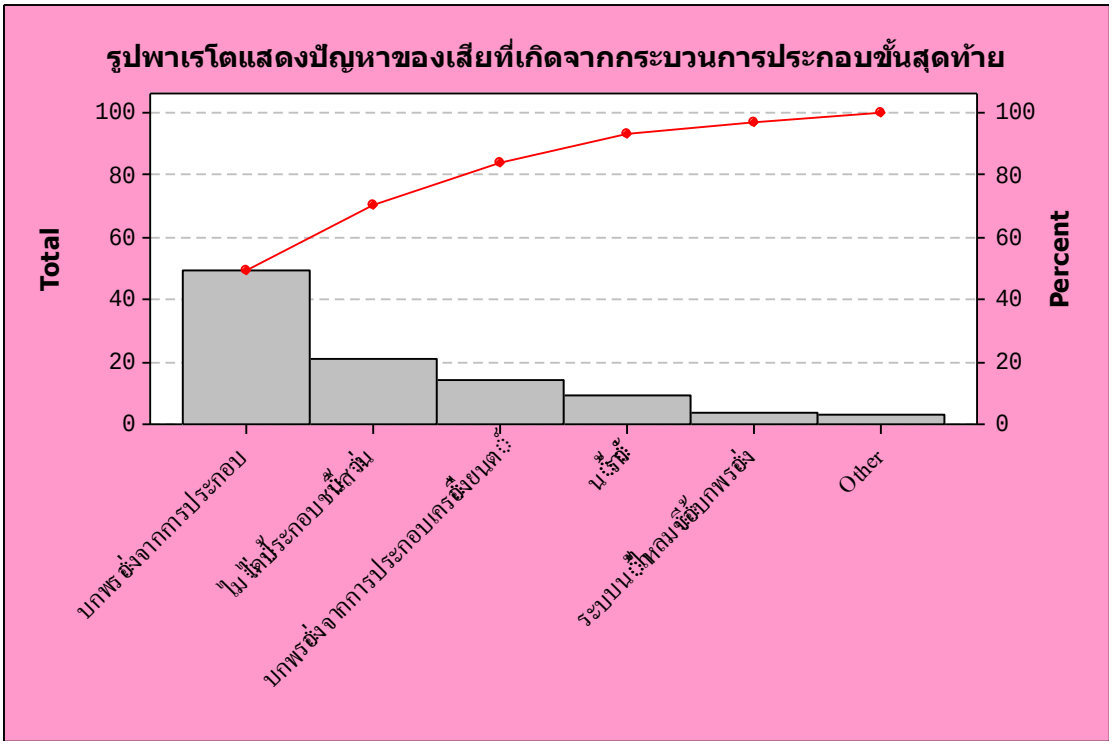
4.1.3 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย

ความสูญเปล่าจากของเสีย มีสาเหตุอันเนื่องมาจากจาก ความบกพร่องในการประกอบ และการไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน ตามรูปที่ 4.6 รูปพาเรโตปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย ดังนั้น ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 จึงมีการเกิดของเสีย ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาทางด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ ด้วยเหตุดังกล่าว การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย จึงได้นำแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่แล้ว มาดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่า ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดของเสียขึ้น
2. รวบรวมปัญหาของของเสีย ตามตารางที่ 4.1 และจัดเรียงความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนผังพาเรโต ตามรูปที่ 4.5

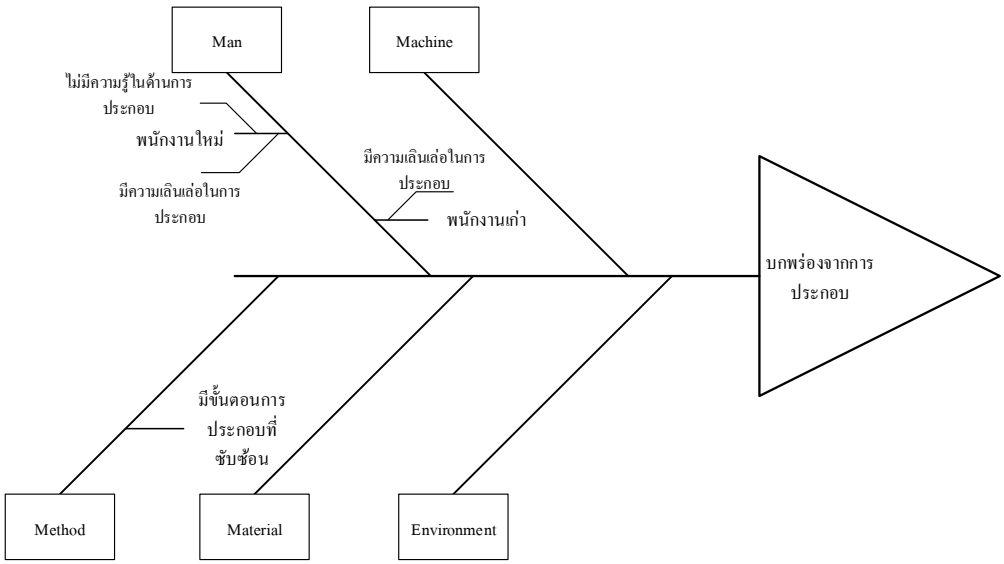
ตารางที่ 4.1 ปัญหาของเสียในการประกอบขั้นสุดท้าย

ปัญหา	Total
บกพร่องจากการประกอบ	49
ไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน	21
บกพร่องจากการประกอบเครื่องยนต์	14
น้ำรั่ว	9
ระบบน้ำไหลมีข้อบกพร่อง	4
รอยขีดข่วน	2
บกพร่องจากการเตรียมการประกอบ	1
GEAR CASE มีรอยขีดข่วน	0
DRIVE SHAFT HOUSING มีรอยขีดข่วน	0
TILLER HANDLE มีรอยขีดข่วน	0
STEERING BRACKET มีรอยขีดข่วน	0
ENGINE COVER มีรอยขีดข่วน	0
SWIVEL มีรอยขีดข่วน	0
ปัญหาสติ๊กเกอร์ติดไม่เรียบ , ติดไม่ดี	0
สติ๊กเกอร์สกปรก	0
ความเร็วรอบต่อนาทีที่สูงต่ำกว่ามาตรฐาน	0
เครื่องยนต์เสียงดังผิดปกติ	0
เครื่องยนต์มีน้ำมันรั่ว	0
น้ำมันเครื่องมีน้ำปน	0
การตัดต่อกำลัง คลัทช์ บกพร่อง	0
รวม	**100**

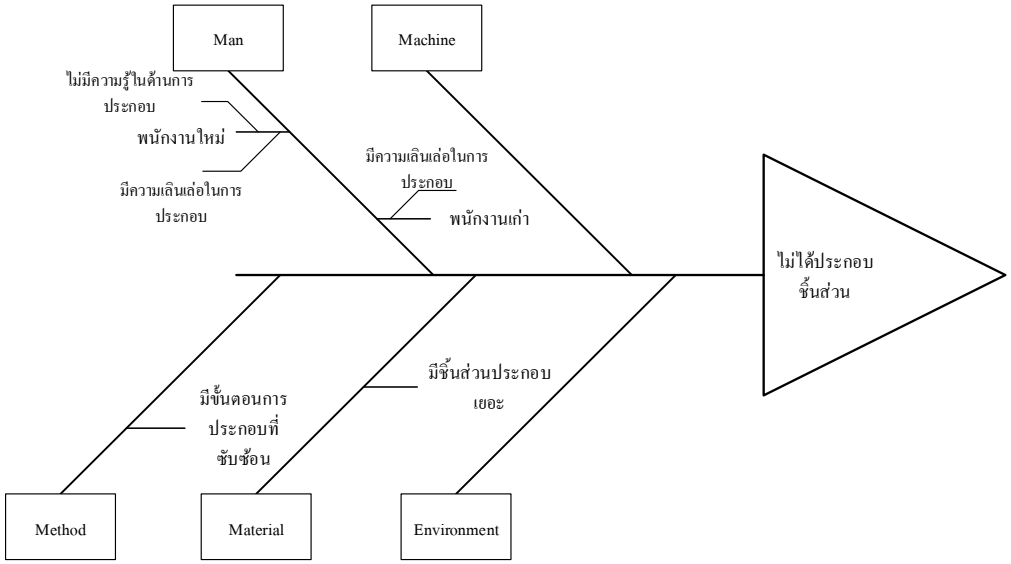


รูปที่ 4.5 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

3. จากการวิเคราะห์ตามแผนผังพาเรโต จะพบว่า ของเสียส่วนใหญ่เกิดจากความบกพร่องในการประกอบ และการไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 70 ของของเสียทั้งหมดในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ดังนั้นจึงทำการหาสาเหตุของปัญหาด้วยวิธีผังก้างปลา(Fishbone diagram) เพื่อหาแนวทางแก้ไข



รูปที่ 4.6 ผังก้างปลาแสดงปัญหาบกพร่องจากการประกอบ



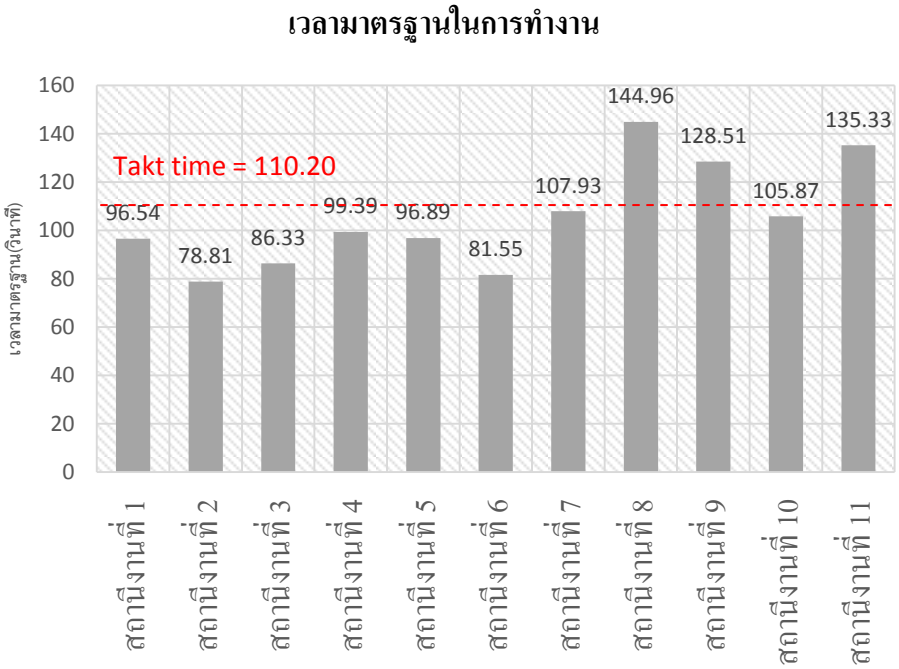
รูปที่ 4.7 ผังก้างปลาแสดงปัญหาไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน

4. จากการใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาสาเหตุของปัญหาทั้ง ปัญหาบกพร่องจากการประกอบ (ร้อยละ 49) และปัญหาไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน (ร้อยละ 21) ทำให้มีการปรับปรุงในด้านการติดขั้นตอนการทำงานช่วยเตือนพนักงานเก่าประกอบในสายการประกอบ เพื่อป้องกันการประมาทเนื่องจากการทำงานที่ใช้ระยะเวลายาวนาน และมีการอบรมความรู้ในด้านการประกอบให้กับพนักงานใหม่ หรือ พนักงานชั่วคราว (Sub contract) ที่จะเข้ามาทำงานในสายการประกอบใหม่ นอกจากนั้นมีการออกแบบ ฟิกเจอร์ใหม่ เพื่อช่วยป้องกันการลืมประกอบชิ้นส่วน และ บกพร่องในการประกอบด้วย

4.1.4 การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น

ความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น มีสาเหตุอันเนื่องมาจากรอบเวลามาตรฐานจากการผลิตในแต่ละสถานีงานไม่เท่ากัน ซึ่งส่งผลให้งานที่ผลิตในสถานีก่อนหน้า มาค้างที่สถานีงานถัดไปมาก จนเกิดการผลิตไม่ทันในสถานีงานถัดไป ดังนั้น ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 จึงใช้ระยะเวลาที่ยาวนานในการผลิต ซึ่งส่งผลให้กำลังในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือลดลง ด้วยเหตุดังกล่าว การปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น จึงได้นำแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวไว้ในบทที่แล้ว มาดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าดังนี้

1. ศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 เพื่อให้เข้าใจภาพกว้างทั้งหมดของการผลิตในแต่ละสถานีงาน
2. นำข้อมูลเวลามาตรฐานที่ได้จากการการศึกษากระบวนการทำงานของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ตามรูปที่ 4.8 มาพิจารณาหาจุดที่เป็นจุดคอขวด



รูปที่ 4.8 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน

3. จากรูปที่ 4.8 ขั้นตอนที่เป็นจุดคอขวด คือ การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO(สถานีงานที่ 8) การตรวจการประกอบ(สถานีงานที่ 11) และการติดตั้ง RECOIL STARTER(สถานีงานที่ 9) ที่ใช้เวลาทั้งหมดคือ 144.96, 135.33 และ 128.51 วินาที ตามลำดับ
4. ทำการปรับปรุงการผลิตที่มากเกินความจำเป็น เพื่อให้เกิดการปรับเรียบของเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานให้มีความสมดุล ใกล้เคียงกันและลดปัญหาการผลิตที่มากเกินไปจากจุดคอขวด โดยนำหลักการ ECRS มาช่วย ดังที่แสดงใน ภาคผนวกที่ ง เช่น ในขั้นตอนการทำงานของสถานีงานที่ 8 การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO จาก 7 ขั้นตอน เป็น 5 ขั้นตอน โดยสามารถลดเวลาได้ 39.37 วินาที จากการนำเอาขั้นตอนการหยิบและติดตั้ง Swiwel Stop Emergency แยกออกไป โดยในขั้นตอนการ

ทำงานของสถานีงานที่ 11 การตรวจการประกอบ มีการแยกขั้นตอนการตรวจการประกอบจากเดิมใช้ พนักงานทำงาน 1 คนซึ่งใช้ระยะเวลาในการทำงานที่ยาวนาน มีการปรับปรุงเป็นใช้พนักงาน 2 คนในการตรวจการประกอบ โดยสามารถลดเวลาได้ 37.74 วินาที

4.2 ผลการนำแนวคิดลีนมาปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการใช้แนวทางการลดความสูญเปล่าที่แบ่งตามหลักแนวคิดการผลิตแบบลีน 7 ประการ พบว่าได้เกิดความเปลี่ยนแปลงทั้งในขั้นตอนการทำงาน เวลามาตรฐานในการทำงาน ระยะทาง ซึ่งจะแสดงไว้ในตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย และ ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย ในภาคผนวกที่ ค และ ง ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการปรับปรุงกระบวนการ จากการใช้แนวทางลีน ในกรณีศึกษาโรงงานผลิตเครื่องยนต์เรือ และได้ผล ดังนี้

4.2.1 ผลการลดความสูญเปล่าจากการผลิตมากเกินความจำเป็น

หลังจากขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแนวทางลีน จากการลดความสูญเปล่าในการผลิตมากเกินความจำเป็น พบว่าได้ผล ดังนี้

1. ในสถานีงานที่เป็นจุดคอขวด คือสถานีงานที่ 8 การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO มีการปรับปรุงจากเดิม 7 ขั้นตอน เป็น 5 ขั้นตอน โดยก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 144.96 วินาที และหลังการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 105.59 วินาที สามารถลดเวลาได้ 39.37 วินาที จากการนำเอาขั้นตอนการหยิบและติดตั้ง Swiwel Stop Emergency แยกออกไป
2. ในสถานีงานที่เป็นจุดคอขวด คือสถานีงานที่ 11 การตรวจการประกอบ มีการแยกขั้นตอนการตรวจการประกอบจากเดิมใช้ พนักงานทำงาน 1 คนซึ่งใช้ระยะเวลาในการทำงานที่ยาวนานคือ 135.33 วินาที มีการปรับปรุงเป็นใช้พนักงาน 2 คนในการตรวจการประกอบทำให้เหลือระยะเวลาในการทำงานเป็น 100.74 วินาที โดยสามารถลดเวลาได้ 37.74 วินาที
3. ในสถานีงานที่เป็นจุดคอขวด คือสถานีงานที่ 9 การติดตั้ง RECOIL STARTER มีการปรับปรุงจากเดิม 7 ขั้นตอน เป็น 5 ขั้นตอน โดยก่อนการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 144.96 วินาที และหลังการปรับปรุงใช้เวลาทั้งหมด 105.59 วินาที สามารถลดเวลาได้ 39.37 วินาที จากการนำเอาขั้นตอนการหยิบและติดตั้งสาย Cabel NSI แยกออกไป

4.2.2 ผลการลดความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น

หลังจากขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแนวทางลีน จากการลดความสูญเปล่าในการขนย้ายที่มากเกินความจำเป็น พบว่าได้ผลจากการเปลี่ยนการขนย้าย จากเดิมมีการขนย้าย Tray ด้วยการเลื่อน มาเป็นระบบอัตโนมัติ โดยสามารถประหยัดเวลาในการขนย้ายได้ถึง 2.5 วินาทีในแต่ละการขนย้าย หรือคิดเป็นเวลาที่ลดลง ร้อยละ 45.45 และสามารถลดเวลาการขนย้ายในการประกอบผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ได้ 25วินาที

4.2.3 ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย

หลังจากขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแนวทางลีน จากการลดความสูญเปล่าในการรอคอย จากเดิมมีความสูญเปล่าจากการรอคอยทั้งหมด 27.52 วินาที เมื่อทำการปรับปรุงพบว่ามีความสูญเปล่าจากการอคอยเหลือ 17.58 วินาที โดยสามารถลดเวลาจากความสูญเปล่าในการรอคอย 9.94 วินาที

4.2.4 ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น

หลังจากขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแนวทางลีน จากการลดความสูญเปล่าในจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น พบว่าได้ผล คือ ลดกิจกรรมความสูญเปล่าจากจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็น เดิมทั้งหมด 34 กิจกรรม หลังการปรับปรุงพบว่ากิจกรรมความสูญเปล่าจากจากการเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็นเหลือ 27 กิจกรรม โดยสามารถลดกิจกรรมที่เกิดจากเคลื่อนไหวที่มากเกินความจำเป็นได้ถึงร้อยละ 17.65

4.2.5 ผลการปรับปรุงการลดความสูญเปล่าจากของเสีย

หลังจากขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานในแนวทางลีน จากการลดความสูญเปล่าจากของเสีย พบว่าได้ผลของเสียที่เกิดจากการบกพร่องจากการประกอบ และการไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน รวมกันก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ ร้อยละ 70 (ตั้งแต่เดือน ม.ค. 55 ถึง ต.ค. 55) และเมื่อทำการปรับปรุงพบว่า ของเสียจากการบกพร่องจากการประกอบ และการไม่ได้ประกอบชิ้นส่วน ลดลงเหลือ

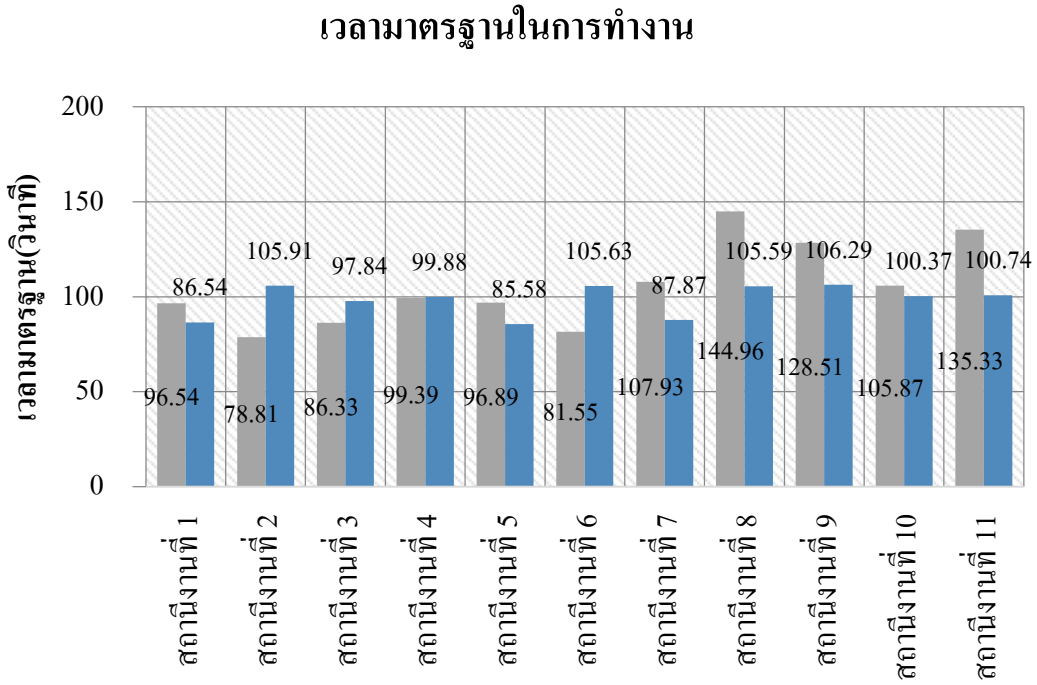
4.3 ผลสรุปการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

จากผลการปรับปรุงกระบวนการทำงาน พิจารณาจากภาคผนวก ข ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงตามแนวทาง

ลีน ภาคผนวก ง ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน และในตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ตามแนวทางลีน

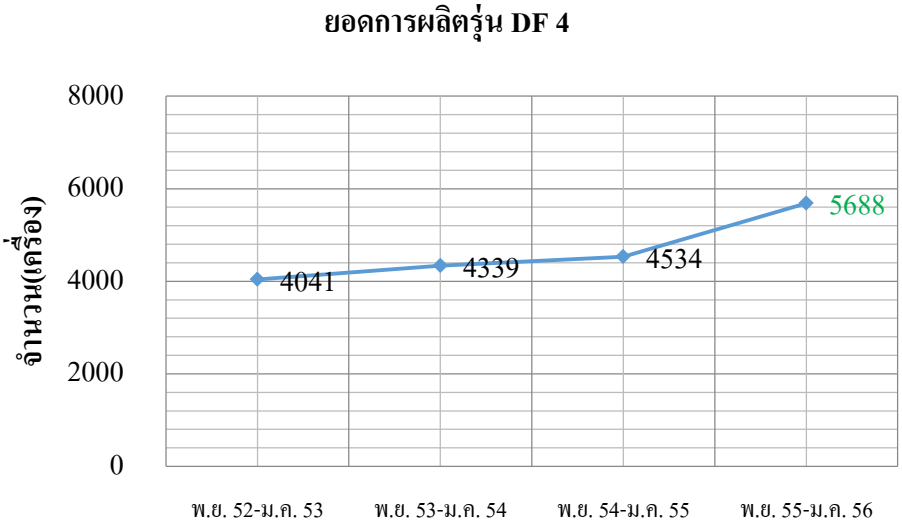
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ตามแนวทางลีน

	ก่อนปรับปรุง	**หลังปรับปรุง**
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต	1437.09 วินาที	1375.15 วินาที
เวลาที่ใช้ในการผลิต	144.96 วินาที	106.29 วินาที
จำนวนสถานีงาน	11 สถานีงาน	11 สถานีงาน
จำนวนขั้นตอนการทำงาน	82 ขั้นตอน	76 ขั้นตอน
สัดส่วนของขั้นตอนที่ทำให้เกิดคุณค่า	ร้อยละ 39.02	ร้อยละ 42.11
ผลผลิตต่อวัน	198	270
ประสิทธิภาพในการผลิต	72.88%	92.56%



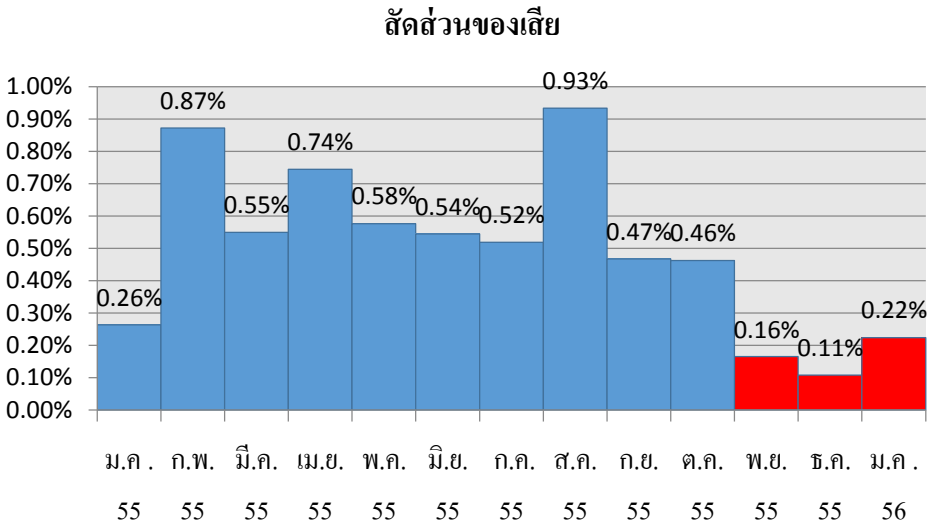
รูปที่ 4.9 เวลาในสถานีงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

จากตารางที่ 4.2 เป็นตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ตามแนวทางลีน ภาคผนวก ค ภาคผนวก ง และรูปที่ 4.9 รูปที่แสดงถึงเวลาในสถานีงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง แสดงให้เห็นถึงผลจากการปรับปรุงระบวนการทำงานตามแนวทางลีน ซึ่งมีผลให้ขั้นตอนและเวลาในการทำงานลดลง ดังนั้นจึงส่งผลกับผลิตผลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 ให้มีการผลิตในปริมาณที่สูงขึ้น ดังรูปที่ 4.10 รูปแสดงผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 โดยทำการเปรียบเทียบกันในช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม เนื่องจากข้อมูลยอดการผลิตของเครื่องยนต์เรือ เป็นแบบช่วงฤดูกาล ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 1 ดังนั้น จึงนำช่วงเวลาเดียวกันในแต่ละปี มาเปรียบเทียบกัน



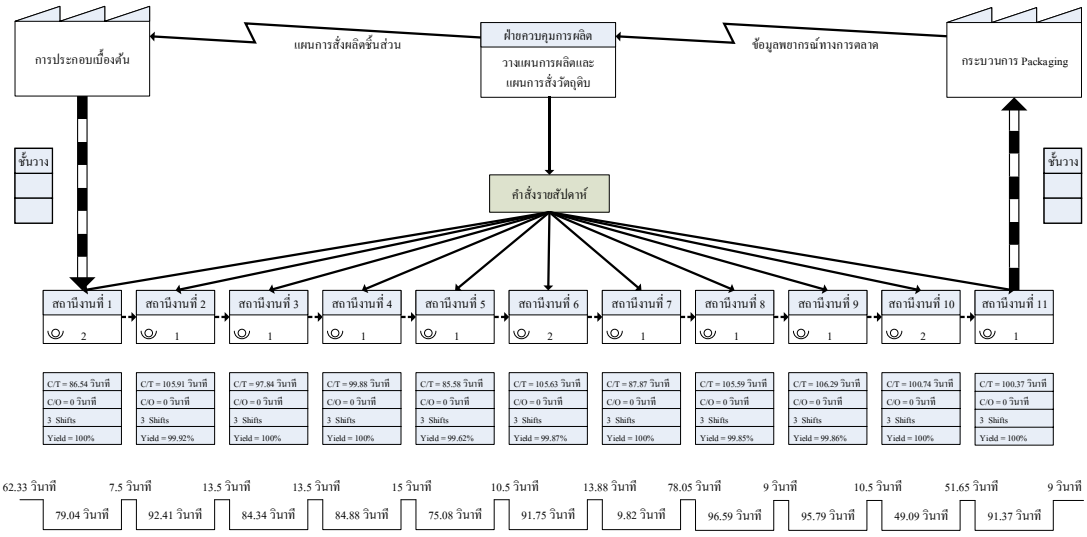
รูปที่ 4.10 ผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือเฉพาะรุ่น DF4

จากรูปที่ 4.11 รูปแสดงสัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงตามแนวทางลีน พบว่าสัดส่วนของเสียตั้งแต่เดือน ม.ค. 55 จนถึง ต.ค. 55 มีค่าเฉลี่ยที่ 0.57% และเมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน สัดส่วนของเสียลดลงอยู่ที่ 0.17%



รูปที่ 4.11 สัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงตามแนวทางลีน

นอกจากนั้น เมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน จึงทำการเขียนแผนผังสายธารแห่งคุณค่า ได้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 แผนผังสายธารแห่งคุณค่า

บทที่ 5
การดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนของการปรับปรุงระบวนการทำงาน โดยการนำแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และวัดผลการปรับปรุง ซึ่งในการนำแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมามาใช้ ได้มีการวิเคราะห์ปัญหาใหม่หลังจากในบทก่อนหน้า ที่มีการนำแนวทางลีนมาปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และในบทนี้จะนำการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางซิกซ์ ซิกมา ทั้ง 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการนิยามปัญหา ขั้นตอนการวัด ขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนการปรับปรุง และขั้นตอนการควบคุม โดยอ้างอิงขั้นตอนงานวิจัยจากอุตสาหกรรมเสื้อผ้าสำเร็จรูป [29] มาใส่ในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ที่ผ่านการปรับปรุงตามแนวทางลีนมาแล้ว นอกจากนั้นได้มีการรวบรวมปัญหาและค่าต่าง ๆ หลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน และ ผลที่ได้จากแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา เพื่อนำมาเปรียบเทียบด้วย

5.1 การเลือกทีมงานในการดำเนินการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

การปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา จำเป็นต้องมีการเลือกจัดตั้งทีมงานในการดำเนินการปรับปรุง โดยมีการกำหนดบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 6 คน ประกอบด้วย

1.	ผู้จัดการใหญ่ฝ่ายวิศวกร	1	ท่าน
2.	ผู้จัดการแผนกวิศวกรเครื่องยนต์เรือ	1	ท่าน
3.	วิศวกรประจำแผนกเครื่องยนต์เรือ	2	ท่าน
4.	หัวหน้าคนงานประจำสายการผลิต	1	ท่าน
5.	ผู้วิจัย	1	ท่าน

โดยมีวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งทีมงาน เพื่อปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

5.2 ขั้นตอนการนิยามปัญหา

จากขั้นตอนดำเนินการในงานวิจัยฉบับนี้ ทำให้ทราบว่า การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา จะต้องทำการดำเนินการหลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ตามแนวทางลีนให้เสร็จสิ้นก่อน ดังนั้น ในขั้นตอนการนิยามปัญหา จึงเป็นปัญหาหลังจากที่เกิดการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน หรือ เป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการแก้ไข ด้วยเหตุนั้นจึงจำเป็นต้องมีการรวบรวมสมองของทีมงาน เพื่อระดมความคิดในการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 และเลือกปัญหาที่เหมาะสมมาดำเนินการปรับปรุงต่อไป

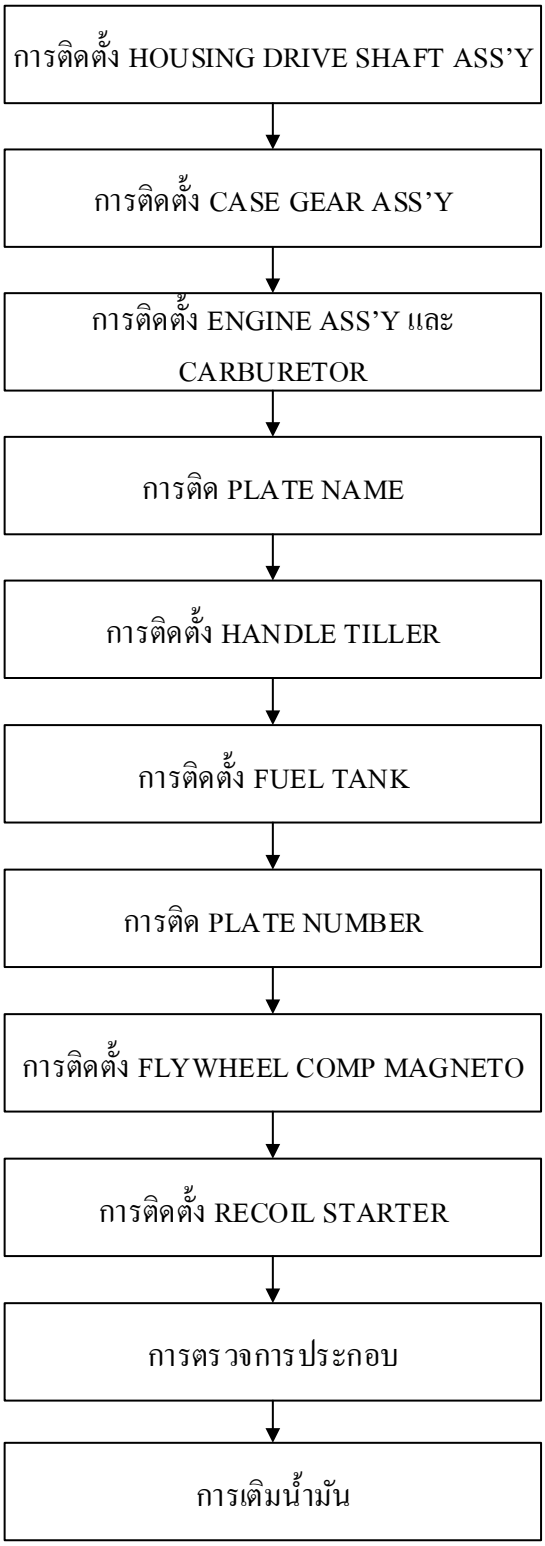
5.2.1 กระบวนการทำงานหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางลีน

ในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 มีการใช้พนักงานในการประกอบทั้งสิ้น 14 คน โดยแบ่งการทำงานเป็นสถานีงานย่อย ๆ ได้ทั้งหมด 11 สถานีงาน การเรียงการทำงานเริ่มจากสถานีงานที่ 1 และเมื่อการทำงานในสถานีงานที่ 1 เสร็จเรียบร้อย จะมีการส่งต่อไปสู่สถานีงานที่ 2 ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบ 11 สถานีงาน และเป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง การไหลของกระบวนการแสดงตามรูปที่ 5.1

เวลาที่ทางโรงงานกรณีศึกษาใช้ทั้งก่อนและหลังจากการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน มีการใช้ตามระบบมาตรฐาน TOS (Thai Suzuki Operation Standard) ซึ่งระบบนี้ ทางโรงงานกรณีศึกษาได้กำหนดมาตรฐานในการทำงานให้กับทางพนักงานระดับปฏิบัติการด้านการผลิตปฏิบัติตาม โดยเริ่มตั้งแต่สถานีงานที่ 1 จนจบสถานีงานที่ 11 โดยผู้วิจัยสามารถสรุปเวลามาตรฐานของแต่ละสถานีงานหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางลีนได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 เวลามาตรฐานของการทำงานในแต่ละสถานีงานหลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน

สถานีงาน	เวลามาตรฐานในการทำงาน(วินาที)
การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	86.54
การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	105.91
การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	97.84
การติด PLATE NAME	99.88
การติดตั้ง HANDLE TILLER	85.58
การติดตั้ง FUEL TANK	105.63
การติด INSPECTION CARD	87.87
การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	105.59
การติดตั้ง RECOIL STARTER	106.29
การเติมน้ำมัน	100.37
การตรวจการประกอบ	100.74
เวลารวม	**1082.24**



รูปที่ 5.1 สถานีงานในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน

5.2.2 การนิยามปัญหา

ในการนิยามปัญหา โดยการศึกษากระบวนการทำงานที่ผ่านการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีนแล้ว พบว่า สามารถทำการแก้ไขปัญหาได้ตามสถานีงาน โดยการลดระยะเวลามาตรฐานในการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต รวมถึงลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 โดยปัญหาหลักที่ควรแก้ไข คือ การลดระยะเวลามาตรฐานเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้นจากเดิม และลดของเสียที่เกิดขึ้น

5.3 ขั้นตอนการวัด

การดำเนินงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ขั้นที่สอง คือ ขั้นตอนการวัด ในขั้นตอนการวัดการที่จะสามารถวัดปัญหาได้นั้น จำเป็นจะต้องกำหนดดัชนีที่ใช้ชี้วัดปัญหาเสียก่อน ถึงจะนำไปสู่การวางแผนการเก็บข้อมูล

5.3.1 ค่าดัชนีชี้วัด

ในขั้นตอนการวัดโดยส่วนใหญ่ตามแนวทางซิกซ์ ซิกมา ที่ประกอบไปด้วยการวัดผลและการเก็บข้อมูล มักจะมีการกำหนดตัวค่าดัชนีชี้วัด เพื่อให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความจำเป็นของการเก็บข้อมูล โดยในปัญหาของการประกอบขั้นสุดท้ายของของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 นั้น คือ เวลามาตรฐานในการผลิต และสัดส่วนของเสีย ที่ถึงจะผ่านการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีนแล้ว แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางทั้งสองอย่าง จึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้เห็นถึงผลที่ได้ รวมถึงประสิทธิภาพในการผลิตด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการกำหนดดัชนีชี้วัด 3 ตัว คือ

1. ประสิทธิภาพในการผลิต = $\sum$เวลามาตรฐานในการทำงาน/(จำนวนสถานีงาน* สถานีงานที่ใช้เวลาสูงสุด)
2. เวลามาตรฐานในการผลิต = หาค่าเฉลี่ยของเวลามาตรฐาน บวกกับเวลาเผื่อที่โรงงานกรณีศึกษาใช้อ้างอิงอยู่ คือ 15%
3. สัดส่วนของเสีย = ปริมาณของเสีย / ปริมาณที่ผลิต

5.3.2 การเก็บข้อมูล

หลังจากที่ได้กำหนดตัวค่าดัชนีชี้วัด ทำการดำเนินการเก็บข้อมูล เพื่อนำไปคำนวณหาค่าดัชนีชี้วัดต่อ โดยได้นำช่วงเวลาหลังจากการปรับปรุงตามแนวทางลีน มาเป็นการเก็บข้อมูลก่อนการ

ปรับปรุงตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา คือเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง เดือน มกราคม 2556 รวมทั้งสิ้น 3 เดือน พบว่ามีรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

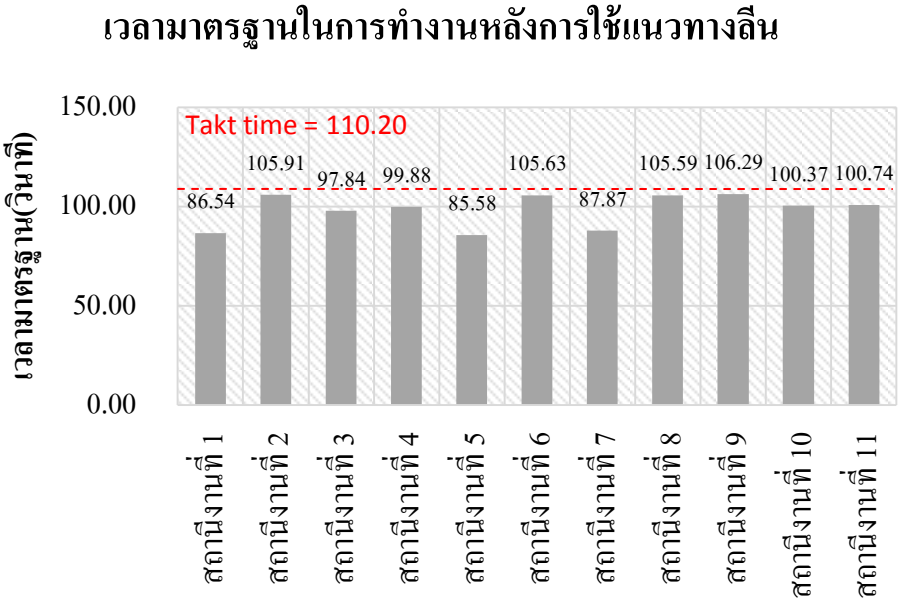
1. การเก็บเวลามาตรฐานในการผลิต เริ่มเก็บหลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน โดยทำการบันทึกเวลาการทำงานตามแต่ละสถานีงาน และทำการเก็บตัวอย่างข้อมูลของแต่ละสถานีงาน 5 ตัวอย่าง เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยและบวกเพิ่มด้วยเวลาเผื่อที่โรงงานกรณีศึกษาใช้อ้างอิงอยู่ คือ 15%
2. การเก็บข้อมูลประสิทธิภาพในการผลิต เริ่มเก็บหลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน โดยการนำเวลามาตรฐานในการผลิตของแต่ละสถานีงาน มารวมกันให้เกิดเป็นผลรวมของเวลามาตรฐาน และนำผลคูณของจำนวนสถานีงานในการประกอบขั้นสุดท้ายของของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 และเวลามาตรฐานของสถานีงานที่ใช้เวลาสูงสุด ซึ่งคือ สถานีงานที่ 9 การติดตั้ง RECOIL STARTER มาหารกัน จะได้ประสิทธิภาพในการผลิตของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4
3. การเก็บข้อมูลสัดส่วนของเสีย เริ่มเก็บหลังจากมีการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน โดยเริ่มเก็บข้อมูลของเสียและข้อมูลปริมาณการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 และนำมาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาสัดส่วนของเสียต่อไป

5.3.3 ผลการวัดสภาพปัญหาหลังการปรับปรุงตามแนวทางลีน

ในงานวิจัยฉบับนี้มีการเก็บข้อมูลตามค่าดัชนีชี้วัด เพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบกระบวนการทำงานจากการใช้แนวทางลีน และแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ภายใต้กระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 เดียวกัน ซึ่งค่าดัชนีชี้วัดที่ใช้ในการวัดผล คือ เวลามาตรฐานในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต และข้อมูลสัดส่วนของเสีย มีรายละเอียดของค่าดัชนีชี้วัด ดังนี้

1. เวลามาตรฐานในการผลิต

ในการดำเนินการเก็บข้อมูลเวลามาตรฐานในการผลิต มีการเก็บข้อมูลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการใช้แนวทางลีน เสร็จสิ้น โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 รวมทั้งหมด 3 เดือน



รูปที่ 5.2 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงานเมื่อผ่านการปรับปรุงตามแนวทางลีน

จากรูปที่ 5.2 เวลามาตรฐานในการทำงานหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยการใช้แนวทางลีน พบว่าสถานีที่ใช้เวลาสูงสุด คือ สถานีงานที่ 9 การติดตั้ง RECOIL STARTER ใช้เวลาทั้งหมด 106.29 วินาที และไม่ปรากฏจุดคอขวดที่เด่นชัด

2. ประสิทธิภาพในการผลิต

ในการเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการผลิต มีการเก็บข้อมูลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการใช้แนวทางลีน เสร็จสิ้น โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 รวมทั้งหมด 3 เดือน พบว่า ผลรวมของเวลามาตรฐานในการทำงานหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการใช้แนวทางลีนหมด 1082.84 วินาที และมีจำนวนสถานีงานทั้งสิ้น 11สถานีงาน และสถานีงานที่ใช้เวลาสูงสุด คือ สถานีงานที่ 9 การติดตั้ง RECOIL STARTER ใช้เวลาทั้งหมด 106.29 วินาที

$$\text{ประสิทธิภาพในการผลิต} = \frac{\sum \text{เวลามาตรฐานในการทำงาน}}{\text{จำนวนสถานีงาน} \times \text{สถานีงานที่ใช้เวลาสูงสุด}}$$

$$\text{ประสิทธิภาพในการผลิต} = 1082.84/(11 \times 106.29)$$

$$\text{ประสิทธิภาพในการผลิต} = 92.56\%$$

3. ข้อมูลสัดส่วนของเสีย

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลด้านประสิทธิภาพในการผลิต มีการเก็บข้อมูลหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการใช้แนวทางลีน เสร็จสิ้น โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 รวมทั้งหมด 3 เดือน พบว่า มีของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ทั้งหมด ตามตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 สัดส่วนของเสียหลังการปรับปรุงตามแนวทางลีนในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

เดือน	เข้า	ออก	ของเสียรวม	ของเสีย	% Yield	%ของเสีย	% ของเสียรวม
พ.ย. 55	1823	1808	15	3	99.18%	0.16%	0.87%
ธ.ค. 55	1867	1852	15	2	99.20%	0.11%	0.82%
ม.ค. 56	2235	2213	22	5	99.02%	0.22%	1.01%
รวม	5925	5873	52	10	99.12%	0.17%	0.88%

จากตารางที่ 3.5 จะพบว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 พบของเสียจากผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในแต่ละเดือน มีสัดส่วนของเสียในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายในอัตราที่ใกล้เคียงกัน และ มีของเสียรวมทั้งสิ้น 10 เครื่อง จากของเสียทั้งหมด 52 เครื่อง ในเครื่องยนต์ที่ตรวจสอบทั้งหมด 5,925เครื่อง คิดเป็น 0.17% ของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้

5.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์

จากแผนการของทางบริษัทกรณีศึกษา ที่มีความต้องการในการเพิ่มอัตราการผลิตเครื่องยนต์เรือด้วยเหตุนี้ ในขอบเขตของงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุง และสามารถทำให้เปรียบเทียบผลลัพธ์กับการปรับปรุงกระบวนการทำงานจากการนำแนวทางลีนมาใช้ ทำให้มีการวิเคราะห์ปัญหาในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 โดยปัญหา คือ เวลามาตรฐานในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต และสัดส่วนของเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาสาเหตุของปัญหา โดยการนำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการมาช่วยในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์ 4M เครื่องมือ 7QC ด้าน และ เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเสร็จสิ้น จึงทำการสรุปสาเหตุและหาแนวทางแก้ไขต่อไป

5.4.1 การวิเคราะห์แผนภูมิกระบวนการไหล

แผนภูมิกระบวนการไหล ของการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 มีการจัดสัญลักษณ์ที่แสดงถึงประเภทของกิจกรรม 5 ประเภท ประกอบด้วย การทำงาน (สัญลักษณ์วงกลม,○) การขนส่ง (สัญลักษณ์ลูกศร,⇨) การรอคอย (สัญลักษณ์ตัวอักษร D,D) การตรวจสอบ (สัญลักษณ์สี่เหลี่ยม□) การจัดเก็บ (สัญลักษณ์สามเหลี่ยม▽) โดยในแต่ละสัญลักษณ์จะแสดงถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละกิจกรรมได้ ดังนั้นในการศึกษาการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 สามารถนำมาสรุปเป็นแผนผังการไหลและแผนผังในการทำงาน เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ได้ดังภาคผนวก ค และภาคผนวกที่ ง

จากตารางภาคผนวก ง พบว่ามีการจัดประเภทกิจกรรมตามแผนภูมิกระบวนการไหล ได้ดังตารางที่ 5.3 ซึ่งกิจกรรมของการทำงานมี 33 กิจกรรม หรือ 43.42 % ของกิจกรรมทั้งหมด นอกนั้นเป็น การขนส่ง การรอคอย การตรวจสอบ และการจัดเก็บ 50.00%, 3.95%, 2.63% และ 0% ตามลำดับ ดังนั้น สรุปได้ว่ามีส่วนที่เป็นกิจกรรมการทำงาน 43.42%

ตารางที่ 5.3 สรุปกิจกรรมในการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4

กิจกรรม	สัญลักษณ์	จำนวน (กิจกรรม)	เปอร์เซนต์
การทำงาน	○	33	43.42
การขนส่ง	⇨	38	50.00
การรอคอย	□	3	3.95
การตรวจสอบ	D	2	2.63
การจัดเก็บ	▽	0	0.00

5.4.2 การวิเคราะห์ 4M

การวิเคราะห์ 4M คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาในด้านผู้ปฏิบัติการ (Man) ด้านเครื่องจักร (Machine) ด้านวิธีการ (Method) และด้านวัตถุดิบ (Material) เพื่อง่ายต่อการหาสาเหตุและสะดวกในการจัดหมวดหมู่ ซึ่งเมื่อนำการวิเคราะห์ 4M มาใช้ในการหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 มีรายละเอียด ดังนี้

1) ด้านผู้ปฏิบัติงาน

เนื่องจากในกรณีศึกษากระบวนการทำงานกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 มีการใช้แรงงานคนในการทำงานเป็นหลัก ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจึงส่งผล

กระทบกับประสิทธิภาพในการผลิตเป็นอย่างมาก ในปัญหาที่เกิดจากผู้ปฏิบัติงานที่พบได้จากการสังเกตและสอบถาม คือ

- ผู้ปฏิบัติงานประจำไม่พร้อมในการทำงาน เนื่องจากพักผ่อนไม่เพียงพอ เมื่อยล้า เป็นต้น
- ผู้ปฏิบัติงานประจำมีไม่เพียงพอกับการทำงาน เนื่องจากการขาด ลากิจ หรือลาป่วย
- ผู้ปฏิบัติงานใหม่ที่มาทดแทน ไม่มีทักษะเพียงพอในการทำงาน

2) ด้านเครื่องจักร

เครื่องจักรที่ใช้ในการกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 มักจะมีลักษณะเป็นเครื่องจักรขนาดเล็กที่ยึดติดกับที่ เพื่อง่ายต่อการเก็บ และใช้งาน นอกจากนี้มีการสำรองเครื่องจักร อะไหล่ และสามารถเบิกเรียกใช้ได้ เมื่อเกิดปัญหากับเครื่องจักร ทำให้ทางผู้วิจัยพบว่า ปัญหาด้านเครื่องจักรไม่มีความเกี่ยวข้องกับตัวดัชนีชี้วัดที่ทางผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น จึงไม่กล่าวถึงในด้านนี้

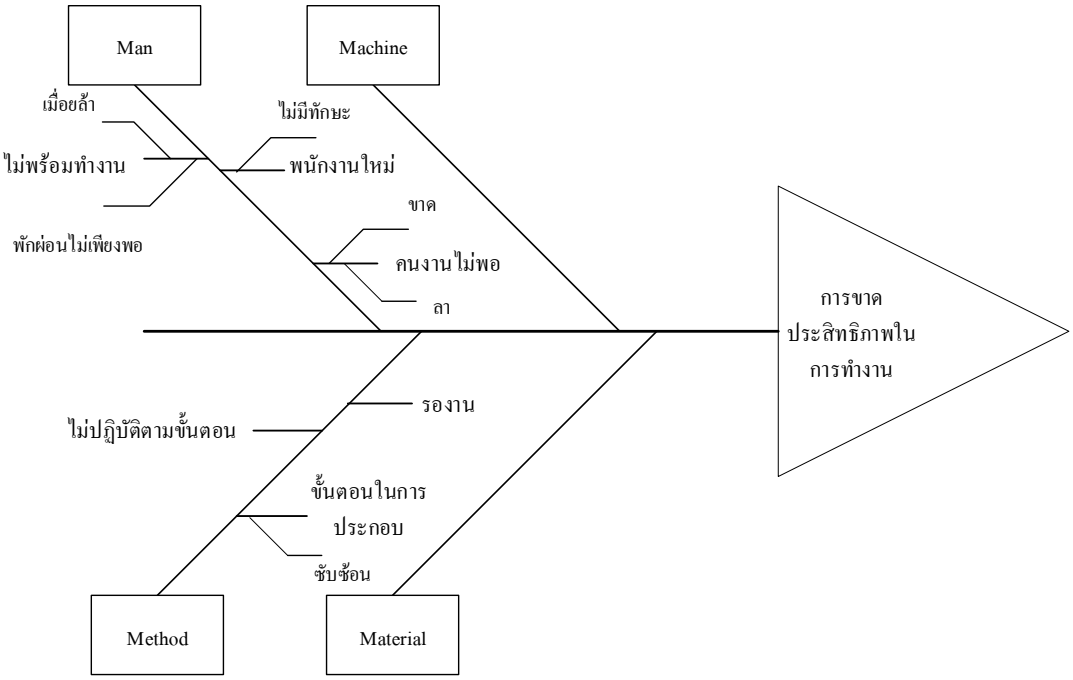
3) ด้านวิธีการ

เนื่องจากในกรณีศึกษากระบวนการทำงานกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 วิธีการในการทำงานส่งผลกับอัตราการผลิต และประสิทธิภาพในการผลิต โดยลักษณะการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 เป็นสายการผลิตแบบต่อเนื่อง ปัญหาที่เกิดจากการสังเกตและสอบถามในด้านวิธีการ คือ

- ขั้นตอนในการประกอบที่ซับซ้อน และมีจำนวนขั้นตอนมาก แต่ละขั้นตอนใช้เวลาในการประกอบที่ต่างกัน
- การไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนวิธีการ
- การทำงานเป็นแบบต่อเนื่อง จำเป็นต้องรอให้สถานีงานก่อนหน้าทำงานเสร็จก่อน ถึงจะเริ่มทำงานสถานีงานถัดไปได้ ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน จะเกิดการเสียเวลาได้

4) ด้านวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจะมีแผนกที่คอยตรวจสอบในด้านนี้อยู่และอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยของผู้วิจัย ทำให้ไม่นำมาพิจารณาในด้านนี้



รูปที่ 5.3 แผนผังก้างปลาแสดงสาเหตุในการขาดประสิทธิภาพในการทำงาน

5.4.3 สรุปสาเหตุและแนวทางแก้ไข

ปัญหาจากการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 มีหลายปัจจัยและบางปัจจัยเป็นปัญหาที่ไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการสรุปและเลือกหาสาเหตุเพื่อมาทำการปรับปรุงแก้ไข โดยในการเลือกหาสาเหตุต้องทำการเลือกหาสาเหตุที่ทางโรงงานกรณีศึกษาสามารถควบคุมได้ และเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบกับการผลิต รวมถึงไม่มีข้อจำกัดด้านเวลา

โดยในการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 คือการจัดปัญหาที่สามารถควบคุมได้ และไม่สามารถควบคุมได้ ดังตารางที่ 5.4 และหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.4 สาเหตุที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้

ปัจจัยที่ควบคุมได้		ปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้	
Man	-ผู้ปฏิบัติงานใหม่ที่มาทดแทนไม่มีทักษะเพียงพอในการทำงาน	Man	- ผู้ปฏิบัติงานประจำไม่พร้อมในการทำงาน เนื่องจากพักผ่อนไม่เพียงพอ เมื่อยล้า เป็นต้น -ผู้ปฏิบัติงานประจำมีไม่เพียงพอกับการทำงาน เนื่องจากการขาดลากิจ หรือลาป่วย
Method	-ขั้นตอนในการประกอบและจำนวนขั้นตอนมาก แต่ละขั้นตอนใช้เวลาในการประกอบที่ต่างกัน -การไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอนวิธีการ -การทำงานเป็นแบบต่อเนื่องจำเป็นต้องรอให้สถานีงานก่อนหน้าทำงานเสร็จก่อนถึงจะเริ่มทำงานสถานีงานถัดไปได้ ในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน จะเกิดการเสียเวลาได้	Method	

ปัจจัยที่จะนำมาแก้ไขและปรับปรุง คือ ปัญหาที่เกิดจากปัจจัยที่ควบคุมได้มีทั้งหมด 4 ปัจจัย แบ่งเป็นปัญหาที่เกิดจากผู้ปฏิบัติงาน 1 ปัจจัย และปัญหาที่เกิดจากวิธีการ 3 ปัจจัย ในบางปัจจัยสามารถใช้แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมือนกันได้ ทำให้การสรุปแนวทางแก้ไขจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์เพื่อป้องกันการแก้ไขที่ซ้ำซ้อน และเสียเวลา ดังนั้นจึงทำการสรุปแนวทางที่ใช้ในการแก้ไขได้ ดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ปัจจัยและแนวทางในการแก้ไข

	ปัจจัย	แนวทางในการแก้ไข
1	ผู้ปฏิบัติงานใหม่ที่มาทดแทน ไม่มีทักษะในการทำงาน	ฝึกอบรม
2	ขั้นตอนในการประกอบซับซ้อน	หลักการ ECRS
3	ไม่ปฏิบัติงานตามขั้นตอน	ออกแบบอุปกรณ์ช่วยการปฏิบัติ
4	เกิดการรอคอย	หลักการ ECRS

5.5 ขั้นตอนการปรับปรุง

ในตารางที่ 5.5 แสดงถึงแนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหา ซึ่งสามารถแบ่งแนวทางเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

- การจัดการฝึกอบรมให้กับพนักงานใหม่ หรือ Sub contact ที่มาทำงาน ให้เข้าใจถึงขั้นตอนในการทำงาน และความเข้าใจในเรื่องการผลิตโดยสายการผลิตแบบต่อเนื่อง
- การใช้หลักการ ECRS และการออกแบบขั้นตอนการประกอบในแต่ละสถานีให้เข้าใจง่าย

5.5.1 การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงาน

การอบรมผู้ปฏิบัติงานมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่เข้าใจในส่วนของสถานีงานที่ตนเองดูแลในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 และให้ผู้ปฏิบัติงานเดิมที่ทำงานประจำได้เข้าใจในส่วนของสถานีงานที่ในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 มากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

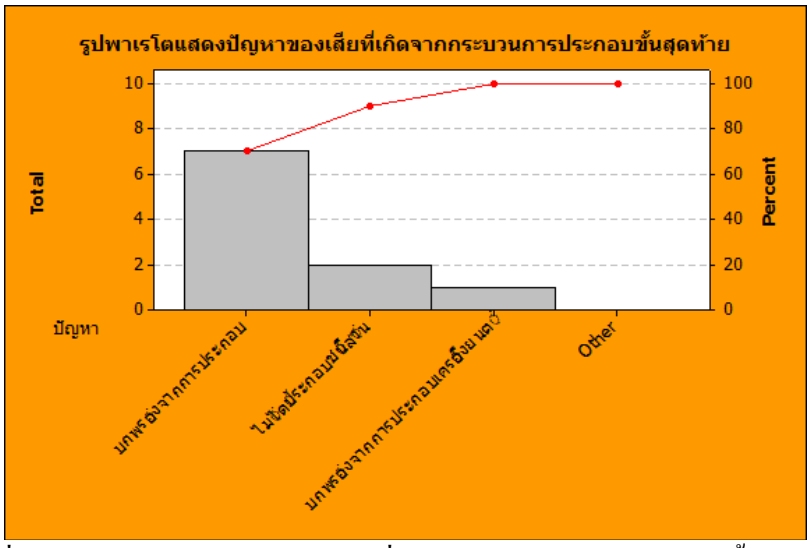
1) กำหนดรายชื่อผู้ปฏิบัติงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 โดยผู้ปฏิบัติงานเที่เกี่ยวข้องประกอบด้วยผู้ปฏิบัติงานในส่วนของการผลิต หัวหน้าคุมสายการผลิต และช่างซ่อมบำรุงรักษา
2) กำหนดขอบเขตการฝึกอบรมให้แก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง โดยในขอบเขตการฝึกอบรมที่บรรยายจะประกอบด้วยส่วนของขั้นตอนในการประกอบชิ้นส่วนของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 ของแต่ละสถานีงาน และอธิบายถึงจุดสำคัญที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์

3) เก็บข้อมูลในส่วนหลังจากการฝึกอบรม โดยจัดให้มีการประชุมเพื่อแจ้งผลการปรับปรุงให้ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องทราบ

5.5.2 อุปกรณ์ช่วยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

การออกแบบอุปกรณ์ช่วยสำหรับปฏิบัติงานมีจุดประสงค์เพื่อช่วยลดสัดส่วนของเสีย ส่งผลให้เกิดการออกแบบอุปกรณ์ให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้สะดวก ไม่ยุ่งยาก โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1) การเก็บข้อมูลของเสียเริ่มตั้งแต่หลังการปรับปรุงกระบวนการด้วยแนวทางลีน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2555 ถึง เดือนมกราคม 2556 รวมทั้งหมด 3 เดือน พบสาเหตุของเสีย ดังตารางที่ 5.6 และรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 พาเรโตแสดงปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

ตารางที่ 5.6 สัดส่วนของเสีย

เดือน	เข้า	ออก	ของเสียรวม	ของเสีย	% Yield	%ของเสีย	% ของเสียรวม
พ.ย. 55	1823	1808	15	3	99.18%	0.16%	0.87%
ธ.ค. 55	1867	1852	15	2	99.20%	0.11%	0.82%
ม.ค. 56	2235	2213	22	5	99.02%	0.22%	1.01%
รวม	5925	5873	52	10	99.12%	0.17%	0.88%

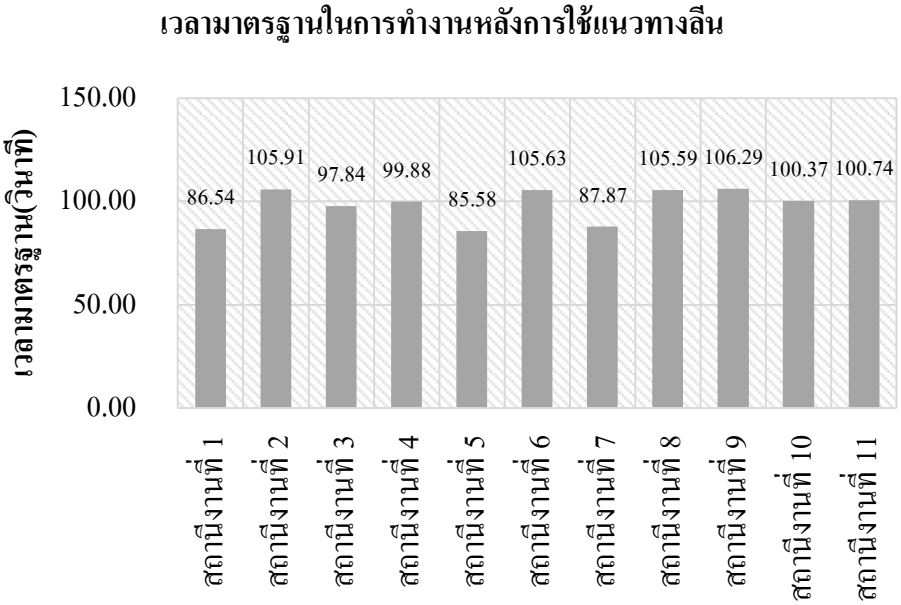
2) ในปัญหาการบกพร่องจากการประกอบและไม่ได้ประกอบชิ้นส่วนพบว่า ส่วนใหญ่ปัญหาเกิดในสถานีงานที่ 3 สถานีการติดตั้ง ENGINE ASS'Y และสถานีงานที่ 8 สถานีการติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO ทำให้มีการออกแบบอุปกรณ์ช่วยสำหรับปฏิบัติงาน ดังนี้
   - สายรัดสีแยกช่องสายต่อท่อ จากเดิมเป็นตัวอักษรที่เล็กเห็นไม่ชัดเจน เปลี่ยนเป็นใช้แถบสีมาช่วยให้ทำงานสะดวกและลดข้อผิดพลาด
   - แถบระดับสีในการต่อชิ้นส่วน จากปัญหาชิ้นส่วนประกอบไม่แน่นและเกิดอาการหลวม เปลี่ยนมาใช้แถบขั้นเพื่อตรวจสอบการต่อชิ้นส่วนให้แน่นสนิท

   นอกจากนี้ การออกแบบอุปกรณ์ช่วยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน ทำให้ระยะเวลาในสถานีงานที่ 6 และสถานีงานที่ 8 ลดลงด้วย
3) เก็บข้อมูลในส่วนหลังจากการปรับปรุงโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงาน และนำมาเปรียบเทียบ

5.5.3 หลักการ ECRS

ในการประชุมของทีมงาน พบว่าการนำหลักการ ECRS มาใช้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตได้ ดังนั้นจึงมีการระดมความคิดเพื่อลดเวลามาตรฐานและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต โดยมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังนี้

1) ทำการเลือกสถานีงานที่ใช้เวลาในการทำงานมากที่สุด จากรูปที่ 5.5 พบว่าสถานีงานที่ใช้เวลามากที่สุด คือ สถานีงานที่ 9 สถานีการติดตั้ง RECOIL STARTER สถานีงานที่ 2 สถานีการติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y สถานีงานที่ 6 สถานีการติดตั้ง FUEL TANK และสถานีงานที่ 8 สถานีการติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO



รูปที่ 5.5 เวลามาตรฐานในแต่ละสถานีงาน หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน

ตารางที่ 5.7 จัดอันดับสถานีงานตามเวลามาตรฐาน

ลำดับ	สถานีงานที่	เวลามาตรฐาน
1	9 การติดตั้ง RECOIL STARTER	106.29
2	2 การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	105.91
3	6 การติดตั้ง FUEL TANK	105.63
4	8 การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	105.59
5	11 การตรวจการประกอบ	100.74
6	10 การเติมน้ำมัน	100.37
7	4 การติด PLATE NAME	99.88
8	3 การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	97.84
9	7 การติด INSPECTION CARD	87.87
10	1 การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	86.54
11	5 การติดตั้ง HANDLE TILLER	85.58

2) ทำการศึกษาและเลือกสถานีงานมาปรับปรุง โดยพิจารณาถึงเวลาที่ใช้ในการทำงาน ดังจะสรุปได้ในตารางที่ 5.7 ซึ่งพบว่า สถานีงานที่สมควรปรับปรุง คือ

สถานีงานที่ 9 สถานีการติดตั้ง RECOIL STARTER สถานีงานที่ 2 สถานีการติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y สถานีงานที่ 6 สถานีการติดตั้ง FUEL TANK และสถานีงานที่ 8 สถานีการติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO

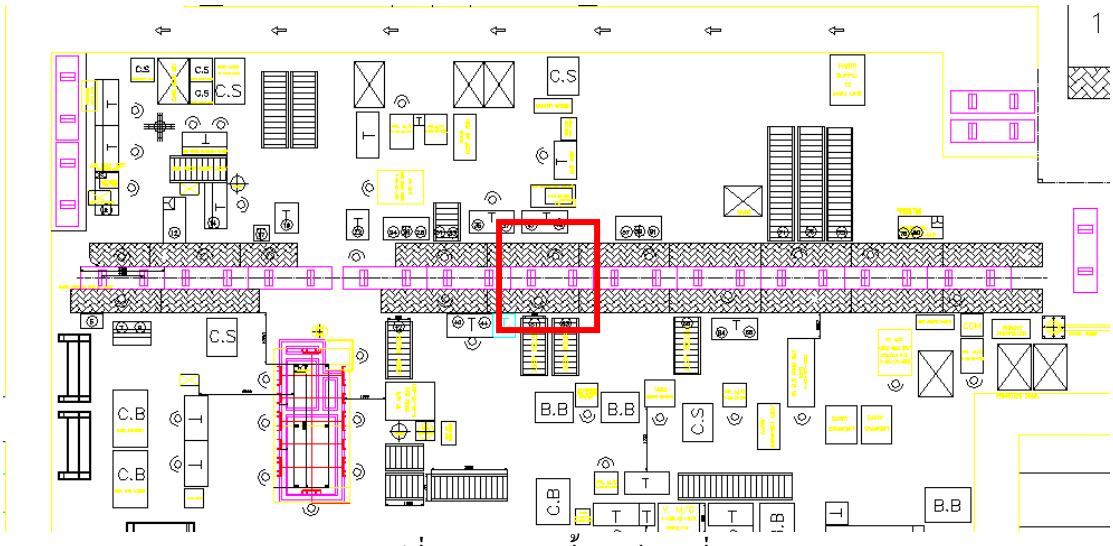
3) ทำการปรับปรุงในส่วนของการจัดสมดุลสายการผลิตโดยการปรับสมดุลในกระบวนการประกอบเบื้องต้นที่ใช้เวลาในการประกอบน้อยกว่าประกอบบางส่วนของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย เพื่อลดเวลาในการประกอบขั้นสุดท้ายในผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ในสถานีงานที่ 2 สถานีการติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y ซึ่งข้อมูลเวลาในการประกอบแต่ละกระบวนการ ดังแสดงในตารางที่ 5.8 ซึ่งพบว่าการประกอบเบื้องต้น Gear case part ที่ส่งชิ้นส่วนให้กับสถานีงานที่ 2 เป็นหลักมีเวลารวมที่ใช้ในการผลิตเพียง 383.30 วินาที ดังนั้นจึงมีการปรึกษากับทางทีมงานถึงการลดขั้นตอนการทำงานในสถานีงานที่ 2 โดยจัดการแบ่งบางขั้นตอนที่สามารถทำได้ให้กับทางการประกอบเบื้องต้น เพื่อลดระยะเวลาในการผลิตของสถานีงานที่ 2 ซึ่งสามารถลดขั้นตอนการหยิบ และติดตั้ง Cover Clutch Adjust Hole ออกจากสถานีงานที่ 2 ได้

ตารางที่ 5.8 เวลารวมของกระบวนการผลิตเครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4

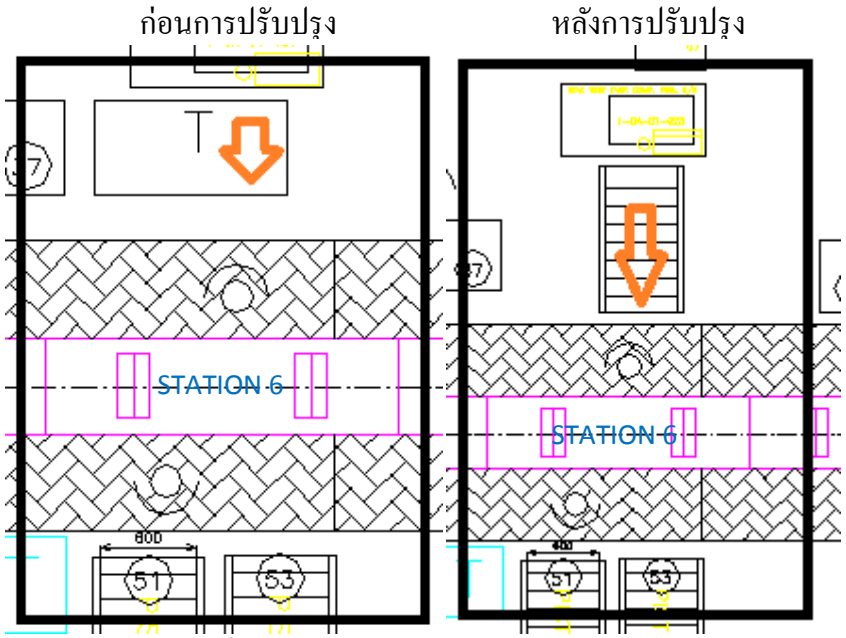
กระบวนการ		**เวลารวม (วินาที)**
การประกอบเบื้องต้น	Engine part	803.26
	Lower part	571.06
	Gear case part	383.30
	Tiller handle part	238.87
กระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย		1082.24

4) ทำการปรับปรุงในส่วนของการจัดสมดุลสายการผลิต โดยจัดผัง Layout ให้สะดวกต่อการทำงานมากยิ่งขึ้นในส่วนของสถานีงานที่ 9 สถานีการติดตั้ง RECOIL STARTER สถานีงานที่ 6 สถานีการติดตั้ง FUEL TANK และสถานีงานที่ 8 สถานีการติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO ตัวอย่าง เช่น

- ในสถานีงานที่ 6 สถานีการติดตั้ง FUEL TANK มีการยกเลิกการใช้โต๊ะเก็บของเปลี่ยนเป็นใช้สายพานลำเลียง เพื่อลดระยะทางในการเดินไปหยิบของผู้ปฏิบัติงาน และเพื่อความรวดเร็วในการปฏิบัติงาน ผลที่ได้คือ จากเดิมใช้เวลาในการหยิบ 4.50 วินาที เมื่อทำการเปลี่ยนแปลง เหลือใช้ระยะเวลาในการหยิบ 3.00 วินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.6 และรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.6 Layout ชี้สถานีงานที่ 6



รูปที่5.7 Layout ก่อนและหลังการปรับปรุง

- ในสถานีงานที่ 9 สถานีการติดตั้ง RECOIL STARTER มีการเปลี่ยน Layout เพื่อง่ายต่อการหยิบชิ้นส่วนมาประกอบ ผลที่ได้ คือสามารถลดระยะเวลาได้ 1.50 วินาที ดังแสดงผลในภาคผนวก จ และ ภาคผนวก ฉ

5) เก็บข้อมูลในส่วนหลังจากการปรับปรุงโดยการจัดสมดุลการผลิต และนำมาเปรียบเทียบ

5.6 ขั้นตอนการควบคุม

การควบคุมสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพหลังการปรับปรุงจำเป็นจะต้องมีการกำหนดขั้นตอน ระเบียบการ ให้เป็นมาตรฐาน สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง โดยการทำให้เป็นมาตรฐานจะต้องมีการใช้ร่วมกับการจัดฝึกอบรมให้แก่ผู้ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้จะต้องมีทีมงานในการวัดผลและประเมินผลตลอดเวลา

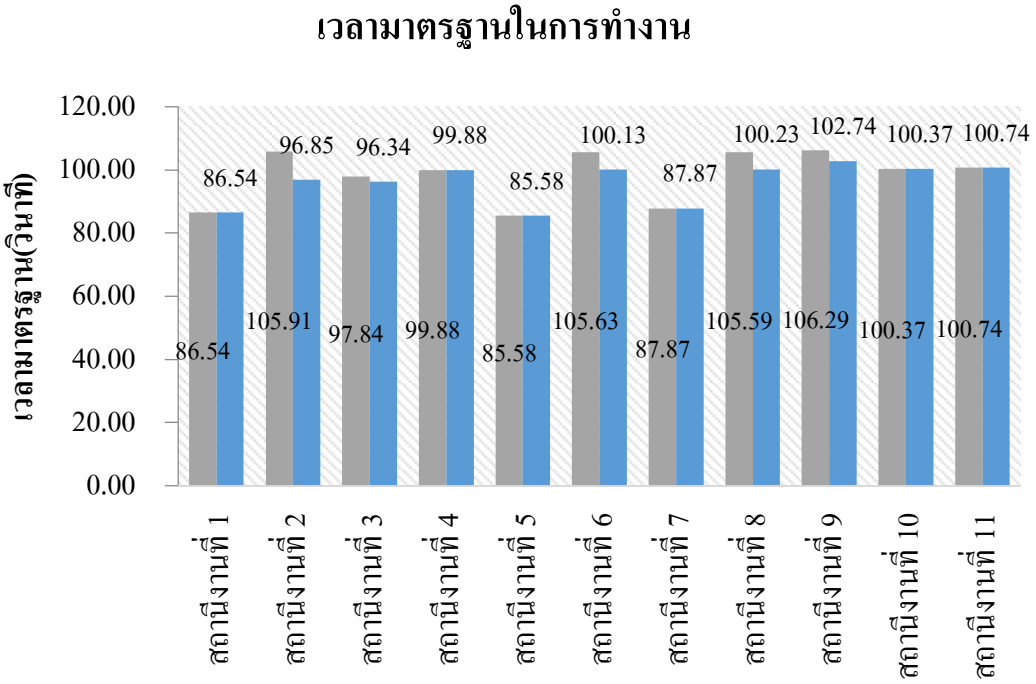
5.7 ผลการปรับปรุงตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

การปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมาในงานวิจัยนี้มีการเลือกค่าดัชนีชี้วัดที่นำมาใช้วัดผลของการปรับปรุงกระบวนการ 3 ค่า คือ ค่าประสิทธิภาพในการผลิต เวลามาตรฐาน และสัดส่วนของเสีย โดยทำการปรับปรุงกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ได้ผล ดังนี้

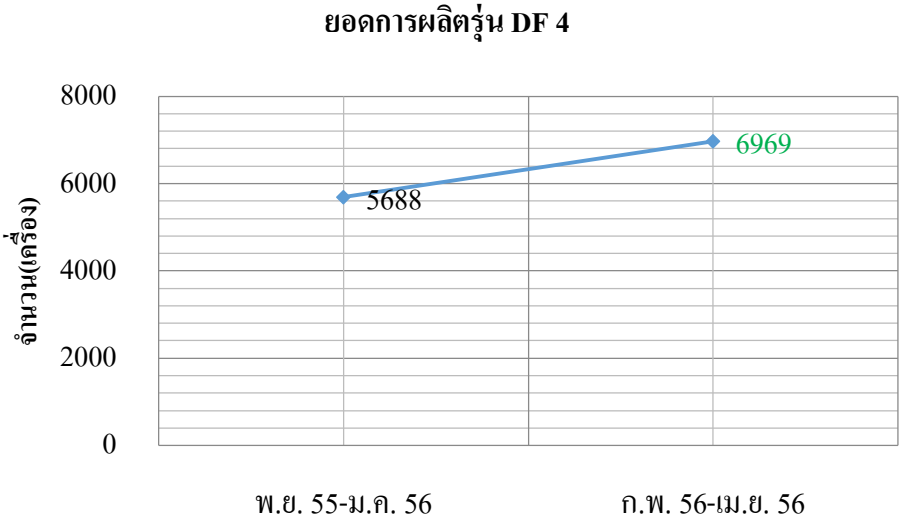
จากตารางที่ 5.9 มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา และรูปที่ 5.8 รูปที่แสดงเวลาในสถานีงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง แสดงให้เห็นถึงผลจากการปรับปรุงระบวนการทำงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ซึ่งมีผลให้ขั้นตอนและเวลาในการทำงานลดลง ดังนั้นจึงส่งผลกับผลิตผลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 ให้มีการผลิตในปริมาณที่สูงขึ้น และรูปที่ 5.9 รูปแสดงผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF4 จากเดิมก่อนการปรับปรุง (ผ่านการปรับปรุงตามแนวทางลีนแล้ว) มีผลผลิตรวม 3 เดือนที่ 5,688 เครื่อง หลังจากเพิ่มการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางซิกซ์ ซิกมา มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 6,969 เครื่อง

ตารางที่ 5.9 เปรียบเทียบประสิทธิภาพ ตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต	1375.15 วินาที	1338.31วินาที
เวลาที่ใช้ในการผลิต	106.29 วินาที	102.74 วินาที
จำนวนสถานีงาน	11 สถานีงาน	11 สถานีงาน
จำนวนขั้นตอนการทำงาน	76 ขั้นตอน	74 ขั้นตอน
สัดส่วนของขั้นตอนที่ทำให้เกิดคุณค่า	ร้อยละ 42.11	ร้อยละ 45.95
ผลผลิตต่อวัน	270	280
ประสิทธิภาพในการผลิต	92.56%	93.55%



รูปที่ 5.8 เวลาในสถานีงานเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง

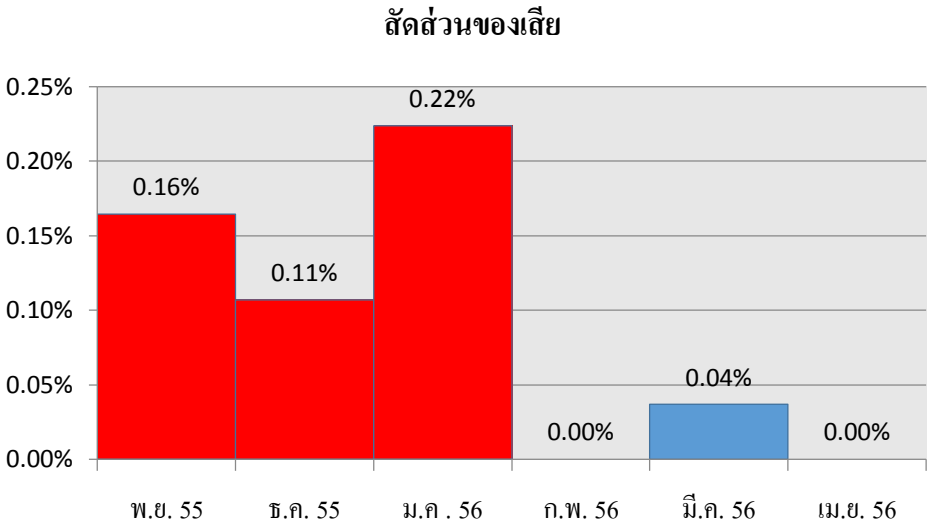


รูปที่ 5.9 ผลผลิตของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือเฉพาะรุ่น DF4

จากรูปที่ 5.10 และตารางที่ 5.10 รูปแสดงสัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงตามแนวทางลีน พบว่า สัดส่วนของเสียตั้งแต่เดือน พ.ย. 55 จนถึง ม.ค. 55 มีค่าเฉลี่ยที่ 0.17% และเมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา สัดส่วนของเสียลดลงอยู่ที่ 0.01%

ตารางที่ 5.10 สัดส่วนของเสียเปรียบเทียบกันของกระบวนการประกอบขั้นสุดท้าย

เดือน	เข้า	ออก	ของเสียรวม	ของเสีย	% Yield	%ของเสีย	% ของเสียรวม
พ.ย. 55	1823	1808	15	3	99.18%	0.16%	0.87%
ธ.ค. 55	1867	1852	15	2	99.20%	0.11%	0.82%
ม.ค. 56	2235	2213	22	5	99.02%	0.22%	1.01%
รวม	5925	5873	52	10	99.12%	0.17%	0.88%
ก.พ. 55	2652	2641	11	0	99.59%	0.00%	0.44%
มี.ค. 56	2713	2702	11	1	99.59%	0.04%	0.42%
เม.ย. 56	1782	1773	9	0	99.49%	0.00%	0.55%
รวม	7147	7116	31	1	99.57%	0.01%	0.43%



รูปที่ 5.10 สัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

บทที่ 6
สรุปผล

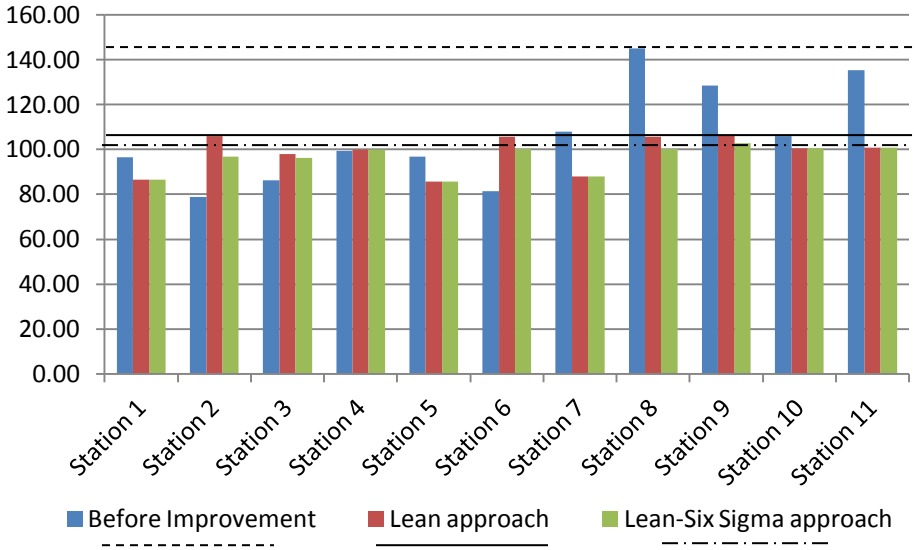
ในบทนี้จะกล่าวถึง ผลการปรับปรุงกระบวนการทำงานในการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือรุ่น DF 4 ตามแนวทางลีน และแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ในด้านเวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต รวมถึงจำนวนการผลิตเครื่องยนต์เรือ และสัดส่วนของเสียที่พบ ก่อนและหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งสองแนวทางด้วย

6.1 สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ตารางที่ 6.1 สรุปการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุงลีน[1]	หลังการปรับปรุงลีน-ซิกซ์ ซิกมา[2]	ผลต่างระหว่างลีนและลีน-ซิกซ์ ซิกมา[3]
เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต	1437.09 วินาที	1375.15 วินาที	1338.31 วินาที	36.84 วินาที
เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต	144.96 วินาที	106.29 วินาที	102.74 วินาที	3.55 วินาที
จำนวนสถานีงาน	11 สถานี	11 สถานี	11 สถานี	-
จำนวนขั้นตอนการทำงาน	82 ขั้นตอน	76 ขั้นตอน	74 ขั้นตอน	2 ขั้นตอน
ขั้นตอนที่ทำให้เกิดคุณค่า	33 ขั้นตอน	35 ขั้นตอน	34 ขั้นตอน	1 ขั้นตอน
ผลผลิตต่อวัน	198 เครื่อง	270 เครื่อง	280 เครื่อง	10 เครื่อง
ประสิทธิภาพในการผลิต	72.88%	92.56%	93.55%	0.99%
สัดส่วนของเสีย	0.57 %	0.17%	0.01%	0.16%

หมายเหตุ : (3) = (2) – (1)



รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบเวลาในสถานีงาน

จากตารางที่ 6.1 และรูปที่ 6.1 เมื่อพิจารณาถึงค่าดัชนีชี้วัดที่ใช้ คือ เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต ประสิทธิภาพในการผลิต และสัดส่วนของเสีย พบว่าหลังจากการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งตามแนวทางลีน และตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มีรายละเอียด ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการผลิตก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงานอยู่ที่ 72.88% หลังจากการปรุงกระบวนการทำงานทั้งตามแนวทางลีน และตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ประสิทธิภาพการผลิตเพิ่มมาเป็น 92.56% และ 93.55% ตามลำดับ นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพการผลิตที่เพิ่มขึ้นของการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งสองแนวทาง ในการเปรียบเทียบกับ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน พบว่า การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 27% และ 28.36% ตามลำดับ ในขณะเดียวกันผลที่เพิ่มขึ้นจากการนำซิกซ์ ซิกมามาใส่ ได้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 1.07% ดังจะพิจารณาได้ในตารางที่ 6.2
2. ก่อนการปรับปรุงกระบวนการ ใช้เวลาในการผลิต 144.96 วินาทีต่อเครื่อง หลังจากการปรุงกระบวนการทำงานทั้งตามแนวทางลีน และตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ใช้เวลาในการผลิต 106.29 วินาทีต่อเครื่อง และ 102.74 วินาทีต่อเครื่อง ตามลำดับ นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาถึงเวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต ที่ดีขึ้นของการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งสองแนวทาง ในการเปรียบเทียบกับ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน พบว่า การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ใช้เวลามาตรฐานในการผลิต ลดลง 26.68% และ 29.13% ตามลำดับ ในขณะเดียวกันผลที่เพิ่มขึ้น

จากการนำซิกซ์ ซิกมามาใส่ ทำให้เวลามาตรฐานในการผลิตลดลง 3.34% ดังจะพิจารณาได้ในตารางที่ 6.2

3. สัดส่วนของเสียก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงานอยู่ที่ 0.57% หลังจากการปรุงกระบวนการทำงานทั้งตามแนวทางลีน และตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา สัดส่วนของเสียลดลงป็น 0.17% และ 0.01% ตามลำดับ นอกจากนั้น เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของเสียหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ในการเปรียบเทียบกับ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน พบว่า การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา มีสัดส่วนของเสียลดลง 70.18% และ 98.25% ตามลำดับ ในขณะเดียวกันผลที่เพิ่มขึ้นจากการนำซิกซ์ ซิกมามาใส่ ทำให้สัดส่วนของเสียลดลง 94.12% ดังจะพิจารณาได้ในตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 เปรียบเทียบค่าดัชนีชี้วัด กับ ก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ดัชนีชี้วัด	ผลก่อนการปรับปรุง[1]	หลังการปรับปรุง				ผลที่เพิ่มขึ้น[6] (%)
		ลีน		ลีน-ซิกซ์ ซิกมา		
		ผล[2]	ผลต่าง[4](%)	ผล[3]	ผลต่าง[5](%)	
เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิต	144.96 วินาที	106.29 วินาที	26.68%	102.74 วินาที	29.13%	3.34%
ประสิทธิภาพในการผลิต	72.88%	92.56%	27.00%	93.55%	28.36%	1.07%
สัดส่วนของเสีย	0.57%	0.17%	70.18%	0.01%	98.25%	94.12%

หมายเหตุ : $(4) = \frac{|(2)-(1)|}{(1)} \times 100$, $(5) = \frac{|(3)-(1)|}{(1)} \times 100$ และ $(6) = \frac{|(3)-(2)|}{(2)} \times 100$

6.2 ความคุ้มค่าในการเพิ่มการปรับปรุงกระบวนการทำงานแนวทางซิกซ์ ซิกมาใน แนวทางลีน

การสรุปผลถึงความคุ้มค่าในการเพิ่มการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยแนวทางซิกซ์ซิกมา ใน แนวทางลีน จำเป็นต้องเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับค่าลงทุนที่ใช้ไปในการเพิ่มการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมา โดยในกรณีผลที่ได้รับสูงกว่าค่าลงทุนที่ใช้ไปจะถือว่าคุ้มค่า และถ้าผลที่ได้รับต่ำกว่าค่าลงทุนที่ใช้ไปจะถือว่าไม่คุ้มค่า ซึ่งค่าลงทุนในกรณีศึกษานี้ คือ ค่าทำงานล่วงเวลาของทีมงานที่เพิ่มขึ้นมาจากเดิมในการปรับปรุงที่ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 1 เดือน รวมเป็นมูลค่าประมาณ สองหมื่นถึงสองหมื่นห้าพันบาท นอกจากนั้นไม่รวมถึงค่าฝึกอบรมสำหรับซิ

กซ์ ซิกมา และเวลาในการผลิตที่เสียไปเนื่องจากการปรับปรุงกระบวนการทำงาน โดยเมื่อนำมาเทียบกับ ผลผลิตต่อวันที่ได้หลังจากการเพิ่มแนวทางซิกซ์ ซิกมาเข้าไป ซึ่งมีผลผลิตเพิ่มขึ้นเพียง 10 เครื่องต่อวัน ดังนั้น ความคุ้มค่าในการเพิ่มการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยแนวทางซิกซ์ ซิกมาในแนวทางลีน จึงไม่คุ้มมากนัก แต่การเพิ่มหน้าที่ของบุคลากรในด้านการปรับปรุงกระบวนการโดยเฉพาะ และการนำสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ ก็เป็นข้อดีที่ไม่อาจปฏิเสธได้เช่นกัน

บทที่ 7
การเปรียบเทียบกระบวนการทำงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึง การวิเคราะห์กระบวนการทำงานตามแนวทางลีน และตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ในโรงงานกรณีศึกษาประเภทเครื่องยนต์เรือ

7.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ก่อนการปรับปรุงกระบวนการทำงานมีการเก็บข้อมูลย้อนหลัง 10 เดือนตั้งแต่ ม.ค. 55 ถึง ต.ค. 55 และระหว่างนั้นมีการปรับปรุงกระบวนการทำงานโดยใช้แนวทางลีน พร้อมทั้งเก็บข้อมูลหลังจากการปรับปรุง ตั้งแต่เดือนพ.ย. 55 ถึงม.ค. 56 รวมทั้งสิ้น เก็บข้อมูลประมาณ 3 เดือน สุดท้ายมีการเก็บข้อมูลหลังการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา ทั้งสิ้นประมาณ 3 เดือน เริ่มตั้งแต่ ก.พ. 56 ถึง เม.ย. 56

การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน ในงานวิจัยชุดนี้ มีการมุ่งเน้นที่การค้นหาและขจัดความสูญเปล่าต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการประกอบขั้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ เพื่อช่วยให้เกิดการผลิตอย่างต่อเนื่อง และไหลลื่นมากที่สุด จะพบว่า การปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีนจะเป็นการปรับปรุงทั้งกระบวนการ ในการหาความสูญเปล่า โดยเริ่มจากการวิเคราะห์สายธารแห่งคุณค่า พร้อมทั้งระบุกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่า หลังจากนั้นจึงมีการปรับปรุงโดยแบ่งหัวข้อในการปรับปรุงตามหลักความสูญเปล่า 7 ประการ

การปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมาคือการนำแนวทางซิกซ์ ซิกมา มาใช้กับแนวทางลีน ที่มีการปรับปรุงกระบวนการทำงานมาในตอนก่อนหน้าของงานวิจัยชุดนี้ โดยในการนำแนวทางซิกซ์ ซิกมามาใช้ ได้มีการนำเอาขั้นตอนทั้ง 5 ขั้นตอนของซิกซ์ ซิกมามาใช้ คือ ขั้นตอนการนิยามปัญหา ขั้นตอนการวัด ขั้นตอนการวิเคราะห์ ขั้นตอนการปรับปรุง และขั้นตอนการควบคุม นอกจากนี้ก่อนการเริ่มขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางซิกซ์ ซิกมามีการแต่งตั้งทีมงานสำหรับการปรับปรุงกระบวนการโดยเฉพาะอีกด้วย

7.2 การเปรียบเทียบผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

ผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน พบว่า ประสิทธิภาพในการผลิต เวลามาตรฐานที่ใช้ในการผลิตต่อเครื่องและ สัดส่วนของเสีย มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจาก การใช้แนวทางลีนในการปรับปรุงกระบวนการทำงานเป็นการมองทั้งกระบวนการ และแก้ไขให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นทั้งกระบวนการ ในขณะที่ผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการ

ทำงานตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา คือการเพิ่มเข้าไปของแนวทางซิกซ์ ซิกมา ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน มีเพียงสัดส่วนของเสียที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ในขณะที่ดัชนีชี้วัดตัวอื่น ๆ ทั้งประสิทธิภาพในการผลิตและเวลามาตรฐานในการผลิต มีผลลัพธ์ที่ดีขึ้นเพียงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางลีน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแนวทางซิกซ์ ซิกมาสนใจในโครงการที่เป็นปัญหาที่เจาะเข้าไปเฉพาะจุด ทำให้ผลที่ได้ เมื่อมองทั้งกระบวนการ จึงไม่มีค่าที่เพิ่มอย่างเห็นได้ชัดเหมือนการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน

7.3 ผลการเปรียบเทียบการปรับปรุงกระบวนการทำงาน

จากขั้นตอนการปรับปรุงกระบวนการทำงานและผลที่ได้จากการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งสองแนวทาง ทั้งแนวทางลีนและแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา พบว่า ในโรงงานกรณีศึกษาผลิตเครื่องยนต์เรือ ที่มีการผลิตแบบสายการผลิต โดยใช้แรงงานคนเป็นหลัก การปรับปรุงตามแนวทางลีน มีความเหมาะสมกับโรงงานกรณีศึกษามากกว่า ดังจะเห็นได้จากผลลัพธ์ที่ได้ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานทั้งสองแนวทาง แต่ในขณะเดียวกันแนวทางซิกซ์ ซิกมาที่มีจุดเด่นในการนำบุคลากรที่มีหน้าที่หลัก และความสามารถเฉพาะในด้านการปรับปรุงกระบวนการมาใช้ รวมทั้งการนำวิชาสถิติมาช่วยในการวิเคราะห์ และนำเสนอ เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีที่แนวทางลีนขาดหายไป ดังนั้นการใช้แนวทางลีนกับโรงงานกรณีศึกษาผลิตเครื่องยนต์เรือ รวมถึงการเพิ่มหน้าที่ของบุคลากรในด้านการปรับปรุงกระบวนการโดยเฉพาะ และการนำสถิติมาใช้กับแนวทางลีน จึงน่าจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับโรงงานกรณีศึกษาผลิตเครื่องยนต์เรือมากที่สุด

7.4 ข้อเสนอแนะ

- เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลา ในงานวิจัยครั้งต่อไป เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนขึ้นในการเปรียบเทียบแนวทางลีน และแนวทางซิกซ์ ซิกมา ควรที่จะหารุ่นผลิตภัณฑ์ที่ใกล้เคียงกันในด้านขั้นตอนที่ใช้ในการผลิต สภาพแวดล้อม จำนวนเครื่องมือ คน เครื่องจักร และวัตถุดิบจำนวนสองรุ่น มาแยกศึกษา เพื่อที่จะสามารถบ่งชี้ได้ถึงความต่างของการปรับปรุงกระบวนการทั้งสองแนวทางได้
- ในการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามแนวทางซิกซ์ ซิกมา ควรได้รับการสนับสนุนจากผู้บริหารให้ชัดเจน และควรให้อำนาจในการปรับปรุงกระบวนการกับทีมงานปรับปรุงอย่างเต็มที่เพื่อให้ได้การปรับปรุงที่ดีที่สุด

รายการอ้างอิง

[1] เกียรติขจร โฆมานะสิน (2550). LEAN: วิถีแห่งการสร้างคุณค่าสู่องค์กรที่เป็นเลิศ. กรุงเทพ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

[2] Cavanaugh, R., R. Neuman, et al. (2005). The Six Sigma Way : Team Fieldbook. กรุงเทพ : สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด.

[3] Forrest W.Breyfogle, James M. Cupello, and Becki Meadows (2001). คู่มือปฏิบัติ Six Sigma เพื่อสร้างความเป็นเลิศในองค์การ. แปลและเรียบเรียงโดย ดร. ณัฏฐพันธ์ เขจรนันท์ และคณะ . กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ Be Bright Books (ในเครือเอ็กซเปอร์เน็ทบุ๊คส์). ต้นฉบับเดิมชื่อ Managing Six Sigma.

[4] นพดล เฟื่องเด่นขจร (2547). การปรับปรุงความพร้อมในการตอบสนองในอุตสาหกรรมบริการทันตกรรม โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา: กรณีศึกษา คลินิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[5] พิมพ์ชนก ไพศาลภาณุมาศ (2550), การลดระยะเวลานำในการผลิตเลนส์แว่นตา โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] วิทยา สุหฤทดำรง. Lean Six Sigma. วารสาร Industrial Technology Review.ฉบับที่ 120 (ก.พ. 47) : 159-162.

[7] Ramamoorthy, S. (2007). LEAN SIX-SIGMA APPLICATIONS IN AIRCRAFT ASSEMBLY. Master's Thesis, Faculty of Mechanical Engineering, University of Madras.

[8] ศิรศักย เทพจิต (2549). การประเมินการนำ Lean Six Sigma ไปใช้งานด้วยการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ กรณีศึกษา : โรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[9] พัชรินทร์ อุ่นเอมใจ (2548). การบูรณาการลีนซิกซ์ซิกมาและซีเอ็มเอ็มไอเข้าสู่วิสาหกิจโดยใช้แบบจำลองพลวัต กรณีศึกษา: บริษัท สแปนชั่น (ไทยแลนด์) จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[10] กาญจน์ สุนทราภา (2549). การปรับปรุงกระบวนงานของสำนักงานประกันสังคมโดยใช้แนวทาง ลีน ซิกซ์ ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[11] Eberts, D., R. Rottnick, et al. (2012). Managing Variability within Wafertest Production by Combining Lean and Six Sigma. ASMC 2012 (April 2012): 33-38.

[12] เกรียงไกร หวังวานิชกิจ (2549). ปัจจัยที่ช่วยสนับสนุนการนำแนวคิด Lean Six Sigma ไปใช้ในองค์กรธุรกิจ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[13] พรเทพ สุขรัตนวงศ์ (2552). การลดระยะเวลานำในกระบวนการทดสอบเอชจีเอ (Head Gimbal Assembly หรือ HGA) โดยใช้แนวคิด ลีน ซิกซ์ ซิกมา(Lean Six Sigma). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพัฒนาอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[14] Talib Bon, A.,and Abdul Rahman, N. (2005). Quality Measurement in Lean Manufacturing." IEEE: 78-84.

[15] Hines, P.,and Taylor, D. (2000) Going lean. UK, Lean Enterprise Research Centre Card School.

[16] W. Breyfogle III, F. (1999). IMPLEMENTING SIX SIGMA Smarter Solutions Using Statistical Methods. New York : JOHN WILEY & SONS, INC.

[17] L. Doolen, T.,and E. Hacker, M. (2005). A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. Journal of Manufacturing Systems Vol. 24/No. 1 : 234-246.

[18] Riezebos, J.,and Klingenberg, W.,and Hicks, C. (2009). Lean Production and information technology: Connection or contradiction?. Computers in Industry 60 : 258-270.

[19] Abreu Saurin, T., Fabricio Ferreira, C. (2008). “The impacts of lean production on working conditions: A case study of a harvester assembly line in Brazil. International Journal of Industrial Ergonomics 39 (2009) : 45-56.

[20] A. Abdulmalek, F.,and Rajgopal, J. (2006). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. Int. J. Production Economics 107 (2007) : 145-161.

[21] ณัฐพร ภาสภิรมย์ (2554). การประยุกต์แนวคิดแบบลีนเพื่อลดความสูญเปล่าในการผลิต กรณีศึกษา สยการประกอบชุดรับ-ส่งสัญญาณแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการพัฒนาอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[22] ทีปกร แก้วเหล็ก (2552). แบบจำลองกระบวนการงานสำนักงานแบบลีน : กรณีศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[23] สายหยุด สนธิพันธ์ศักดิ์ (2553). การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อองค์ประกอบในการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบลีนในอุตสาหกรรมบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[24] ทิพวรรณ แก้วสังข์ (2552). การวิเคราะห์ย้อนกลับโครงการประยุกต์ใช้หลักการผลิตแบบลีน: กรณีศึกษา บริษัท อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

[25] Company profile [Online]. 2012. Available from : http://www.globalsuzuki.com/corporate /outline/pdf /company_profile_2012.pdf [2012, November 11]

[26] พิภพ ลลิตาภรณ์ (2548). ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[27] วันชัย ริจิรวนิช (2541) หลักการเพิ่มผลผลิตในอุตสหกรรม เทคนิคและกรณีศึกษา. กรุงเทพ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[28] อ้อมใจ พงษาเกษตร (2550). การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์โดยให้เทคนิคการผลิตแบบลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[29] ณัสญ์ศยา สิทธิโชควโรดม (2552). การปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอุตสาหกรรมสำเร็จรูป โดยใช้แนวคิดลีน ซิกซ์ซิกมา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลามาตรฐาน (วินาที)	จำนวนคน(คน)	สัญลักษณ์					ชนิดของกิจกรรม
				●	➡	◗	■	▼	
1	การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	193.08	2	●	⇨	D	□	▽	VA
2	การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	78.81	1	●	⇨	D	□	▽	VA
3	การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	86.33	1	●	⇨	D	□	▽	VA
4	การติด PLATE NAME	99.39	1	●	⇨	D	□	▽	VA
5	การติดตั้ง HANDLE TILLER	193.78	2	● ●	⇨ ⇨	D D	□ □	▽ ▽	VA
6	การติดตั้ง FUEL TANK	163.1	2	●	⇨	D	□	▽	VA
7	การติด PLATE NUMBER	107.93	1	●	⇨	D	□	▽	VA
8	การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	144.96	1	●	⇨	D	□	▽	VA
9	การติดตั้ง RECOIL STARTER	128.51	1	●	⇨	D	□	▽	VA
10	การเติมน้ำมัน	105.87	1	●	⇨	D	□	▽	VA
11	การตรวจการประกอบ	135.33	1	○	⇨	D	■	▽	NVA

ภาคผนวก ข.

ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย

กิจกรรม		ระยะทาง(เมตร)	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)	จำนวนคน (คน)	สัญลักษณ์					ชนิดของกิจกรรม
					●	➡	◗	■	▼	
1	ลาก Tray ที่สามารถเข็นได้เข้าสายการผลิต	33.00	62.33	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
2	ยก Housing Drive Shaft จากชั้นวาง	1.00	5.00	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
3	ติดตั้ง Housing Drive Shaft กับ Tray ที่สามารถเข็นได้		19.07	1/4	●	⇨	D	□	▽	VA
4	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		10.14	1/4	○	⇨	◗	□	▽	NVA
5	หยิบ Plug Exhaust จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
6	ติดตั้ง Plug Exhaust		27.36	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
7	หยิบ Handle carrying จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
8	ติดตั้ง Handle carrying		31.62	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
9	หยิบ Reverse Lock Arm จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA

10	ติดตั้ง Reverse Lock Arm		20.06	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
11	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
12	ยก Gear Case จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
13	ติดตั้ง Gear Case		48.25	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
14	หยิบ Cover Clutch Adjust Hole จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
15	ติดตั้ง Cover Clutch Adjust Hole		19.06	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
16	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
17	ยก Engine จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
18	ติดตั้ง Engine		48.23	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
19	หยิบ Anode Protection จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
20	ติดตั้ง Anode Protection		25.10	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
21	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
22	หยิบ Plate Name จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
23	ติดตั้ง Plate Name		20.26	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
24	หยิบ สายAirvent Hose จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA

25	เสียบสายAirvent Hose		20.43	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
26	หยิบ Bracket Fuel Tank จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
27	ติด Bracket Fuel Tank		28.45	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
28	หยิบ Label จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
29	ติด Label		8.25	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
30	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
31	หยิบ Handle Clamp จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
32	ติดตั้ง Handle Clamp		15.68	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
33	หยิบ Rubber Cover จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
34	ติด Rubber Cover		8.15	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
35	หยิบ Cover Swiwel จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
36	ติด Cover Swiwel		19.77	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
37	หยิบ Tiller Handle จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
38	ติดตั้ง Tiller Handle		28.47	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
39	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		9.82	1/9	○	⇨	●	□	▽	NVA
40	หยิบ Tube Swiwel Lead จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
41	ติดตั้งTube Swiwel Lead		19.27	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA

42	หยิบ Spark Plug จากชั้น	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
43	ติดตั้ง Spark Plug		27.34	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
44	หยิบ Cable Recoil จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
45	ประกอบ Cable Recoil		34.28	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
46	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
47	หยิบ Fuel Tank จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
48	ติดตั้ง Fuel Tank		42.91	1/4	●	⇨	D	□	▽	VA
49	หยิบ Shoke จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/4	○	➡	D	□	▽	NVA
50	ติดตั้ง Shoke		29.64	1/4	●	⇨	D	□	▽	VA
51	หยิบ Key Magneto จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
52	ติดตั้ง Key Magneto		27.56	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
53	หยิบ Flywheel Woodruff จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	NVA
54	ติดตั้ง Flywheel Woodruff		34.93	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
55	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		7.56	1/6	○	⇨	◗	□	▽	NVA
56	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
57	หยิบ Mark Engine Start จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA

58	ติด Mark Engine Start		14.56	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
59	หยิบ Inspection Card จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
60	ติด Inspection Card		9.82	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
61	หยิบ Airgun จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
62	ฉีด Airgun ทำความสะอาด		69.05	1/7	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA
63	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
64	หยิบ Hose Breather จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
65	ติดตั้ง Hose Breather		44.56	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
66	หยิบ Flywheel Comp Magneto จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
67	ติดตั้ง Flywheel Comp Magneto		52.03	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
68	หยิบ Swiwel Stop Emergency จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
69	ติดตั้ง Swiwel Stop Emergency		32.37	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
70	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
71	หยิบ Recoil Starter จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
72	ติดตั้ง Recoil Starter		63.42	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA

73	หยิบ Label Sitp จากชั้น	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
74	ติด Label Sitp		15.45	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
75	หยิบสาย Cable NSI จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
76	ติดสาย Cable NSI		33.64	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
77	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
78	หยิบหัวฉีดน้ำมัน	0.70	4.50	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
79	เติมน้ำมัน		91.37	1/4	●	⇨	D	□	▽	VA
80	หยิบหัวฉีดน้ำมันเก็บเข้าที่	0.70	4.50	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
81	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	5.50	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
82	ตรวจการประกอบทั่วไปทั้งหมดด้วยสายตา		135.33	1	○	⇨	D	■	▽	NVA
รวม		**75.5**	**1437.09**	**14**	**33**	**45**	**3**	**1**	**0**	

ภาคผนวก ค.

ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลามาตรฐาน (วินาที)	จำนวนคน(คน)	สัญลักษณ์					ชนิดของกิจกรรม
				●	➡	◗	■	▼	
1	การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	86.54	2	●	⇨	D	□	▽	VA
2	การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	105.91	1	●	⇨	D	□	▽	VA
3	การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	97.84	1	●	⇨	D	□	▽	VA
4	การติด PLATE NAME	99.88	1	●	⇨	D	□	▽	VA
5	การติดตั้ง HANDLE TILLER	85.58	2	●	⇨	D	□	▽	VA
6	การติดตั้ง FUEL TANK	105.63	2	●	⇨	D	□	▽	VA
7	การติด PLATE NUMBER	87.87	1	●	⇨	D	□	▽	VA
8	การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	105.59	1	●	⇨	D	□	▽	VA
9	การติดตั้ง RECOIL STARTER	106.29	1	●	⇨	D	□	▽	VA
10	การตรวจการประกอบ	100.74	1	○	⇨	D	■	▽	NVA
11	การเติมน้ำมัน	100.37	1	●	⇨	D	□	▽	VA

ภาคผนวก ง.

ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน

กิจกรรม		ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)	จำนวนคน (คน)	สัญลักษณ์					ชนิดของกิจกรรม
					●	➡	◗	■	▼	
1	ลาก Tray ที่สามารถเข็นได้เข้าสายการผลิต	33.00	62.33	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
2	ยก Housing Drive Shaft จากชั้นวาง	1.00	5.00	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
3	ติดตั้ง Housing Drive Shaft กับ Tray ที่สามารถเข็นได้		19.07	1/4	●	⇨	D	□	▽	VA
4	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		0.14	1/4	○	⇨	◗	□	▽	(N)NVA
5	ติดตั้ง Plug Exhaust		27.36	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
6	หยิบ Handle carrying จากชั้นวาง	0.50	4.50	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
7	ติดตั้ง Handle carrying		31.62	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
8	ติดตั้ง Reverse Lock Arm		20.06	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
9	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA

10	ยก Gear Case จาก ชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
11	ติดตั้ง Gear Case		48.25	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
12	หยิบ Cover Clutch Adjust Hole จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
13	ติดตั้ง Cover Clutch Adjust Hole		19.06	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
14	หยิบ Anode Protection จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
15	ติดตั้ง Anode Protection		25.10	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
16	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
17	ยก Engine จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
18	ติดตั้ง Engine		48.23	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
19	หยิบ สายAirvent Hose จากชั้นวาง	0.50	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
20	เสียบสายAirvent Hose		20.43	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
21	หยิบ Handle Clamp จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
22	ติดตั้ง Handle Clamp		15.68	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
23	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
24	ติดตั้ง Plate Name		20.26	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA

25	หยิบ Bracket Fuel Tank จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
26	ติด Bracket Fuel Tank		28.45	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
27	ติด Label		8.25	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
28	หยิบ Rubber Cover จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
29	ติด Rubber Cover		8.15	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
30	หยิบ Cover Swiwel จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
31	ติด Cover Swiwel		19.77	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
32	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
33	หยิบ Tiller Handle จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
34	ติดตั้ง Tiller Handle		28.47	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
35	ติดตั้ง Spark Plug		27.34	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
36	หยิบ Tube Swiwel Lead จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	NVA
37	ติดตั้ง Tube Swiwel Lead		19.27	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
38	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
39	หยิบ Fuel Tank จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
40	ติดตั้ง Fuel Tank		42.91	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
41	หยิบ Cable Recoil จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	NVA
42	ประกอบ Cable		34.28	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA

	Recoil									
43	ติด Mark Engine Start		14.56	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
44	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		6.38	1/6	○	⇨	◗	□	▽	NVA
45	หยิบ Shoke จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
46	ติดตั้ง Shoke		29.64	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
47	หยิบ Key Magneto จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
48	ติดตั้ง Key Magneto		27.56	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
49	หยิบ Flywheel Woodruff จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
50	ติดตั้ง Flywheel Woodruff		34.93	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
51	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
52	หยิบ Inspection Card จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
53	ติด Inspection Card		9.82	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
54	หยิบ Airgun จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
55	ฉีด Airgun ทำความสะอาด		69.05	1/5	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA
56	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
57	หยิบ Hose Breather จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA

58	ติดตั้ง Hose Breather		44.56	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
59	หยิบ Flywheel Comp Magneto จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
60	ติดตั้ง Flywheel Comp Magneto		52.03	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
61	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
62	หยิบ Swiwel Stop Emergency จากชั้นวาง	0.70	4.50	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
63	ติดตั้ง Swiwel Stop Emergency		32.37	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
64	หยิบ Recoil Starter จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
65	ติดตั้ง Recoil Starter		63.42	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
66	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
67	ติด Label Sitp		15.45	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
68	หยิบสาย Cable NSI จากชั้นวาง	0.50	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
69	ติดสาย Cable NSI		33.64	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
70	ตรวจการประกอบทั่วไปด้วยสายตา 1		37.59	1/5	○	⇨	D	■	▽	NVA
71	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		11.06	1/5	○	⇨	◗	□	▽	NVA
72	ตรวจการประกอบทั่วไปด้วยสายตา 2		97.74	½	○	⇨	D	■	▽	NVA

73	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.20	3.00	½	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
74	หยิบหัวฉีดน้ำมัน	0.70	4.50	1/3	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
75	เติมน้ำมัน		91.37	1/3	●	⇨	D	□	▽	VA
76	หยิบหัวฉีดน้ำมันเก็บเข้าที่	0.70	4.50	1/3	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
รวม		**70.80**	**1375.15**	**14**	**32**	**39**	**3**	**2**	**0**	

ภาคผนวก จ.

ตารางแผนผังการไหลของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

ลำดับที่	กิจกรรม	เวลามาตรฐาน (วินาที)	จำนวนคน(คน)	สัญลักษณ์					ชนิดของกิจกรรม
				●	➡	◗	■	▼	
1	การติดตั้ง HOUSING DRIVE SHAFT ASS'Y	86.54	2	●	⇨	D	□	▽	VA
2	การติดตั้ง GEAR CASE ASS'Y	96.85	1	●	⇨	D	□	▽	VA
3	การติดตั้ง ENGINE ASS'Y	96.34	1	●	⇨	D	□	▽	VA
4	การติด PLATE NAME	99.88	1	●	⇨	D	□	▽	VA
5	การติดตั้ง HANDLE TILLER	85.58	2	●	⇨	D	□	▽	VA
6	การติดตั้ง FUEL TANK	100.13	2	●	⇨	D	□	▽	VA
7	การติด PLATE NUMBER	87.87	1	●	⇨	D	□	▽	VA
8	การติดตั้ง FLYWHEEL COMP MAGNETO	100.23	1	●	⇨	D	□	▽	VA
9	การติดตั้ง RECOIL STARTER	102.74	1	●	⇨	D	□	▽	VA
10	การตรวจการประกอบ	100.74	1	○	⇨	D	■	▽	NVA
11	การเติมน้ำมัน	100.37	1	●	⇨	D	□	▽	VA

ภาคผนวก ฉ.

ตารางแผนผังการไหลในการทำงานของผลิตภัณฑ์เครื่องยนต์เรือ รุ่น DF 4 ในการประกอบขั้นสุดท้าย หลังการปรับปรุงกระบวนการตามแนวทางลีน-ซิกซ์ ซิกมา

กิจกรรม		ระยะทาง (เมตร)	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที)	จำนวนคน (คน)	สัญลักษณ์					ชนิดของกิจกรรม
					●	➡	◗	■	▼	
1	ลาก Tray ที่สามารถเข็นได้เข้าสายการผลิต	33	62.33	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
2	ยก Housing Drive Shaft จากชั้นวาง	1	5.00	1/4	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
3	ติดตั้ง Housing Drive Shaft กับ Tray ที่สามารถเข็นได้		19.07	1/4	●	⇨	D	□	▽	VA
4	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		0.14	1/4	○	⇨	◗	□	▽	(N)NVA
5	ติดตั้ง Plug Exhaust		27.36	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
6	หยิบ Handle carrying จากชั้นวาง	0.5	4.50	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
7	ติดตั้ง Handle carrying		31.62	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
8	ติดตั้ง Reverse Lock Arm		20.06	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
9	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
10	ยก Gear Case จากชั้น	0.5	4.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA

	วาง									
11	ติดตั้ง Gear Case		48.25	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
12	หยิบ Anode Protection จากชั้นวาง	0.7	4.50	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
13	ติดตั้ง Anode Protection		25.10	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
14	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
15	ยก Engine จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
16	ติดตั้ง Engine		48.23	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
17	หยิบ สายAirvent Hose จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
18	เสียบสายAirvent Hose		20.43	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
19	หยิบ Handle Clamp จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
20	ติดตั้ง Handle Clamp		15.68	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
21	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
22	ติดตั้ง Plate Name		20.26	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
23	หยิบ Bracket Fuel Tank จากชั้นวาง	0.7	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
24	ติด Bracket Fuel Tank		28.45	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
25	ติด Label		8.25	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
26	หยิบ Rubber Cover จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA
27	ติด Rubber Cover		8.15	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
28	หยิบ Cover Swiwel	0.7	4.50	1/9	○	➡	D	□	▽	NVA

	จากชั้นวาง									
29	ติด Cover Swiwel		19.77	1/9	●	⇨	D	□	▽	VA
30	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/9	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
31	หยิบ Tiller Handle จากชั้นวาง	0.7	4.50	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
32	ติดตั้ง Tiller Handle		28.47	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
33	ติดตั้ง Spark Plug		27.34	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
34	หยิบ Tube Swiwel Lead จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	NVA
35	ติดตั้ง Tube Swiwel Lead		19.27	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
36	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
37	หยิบ Fuel Tank จากชั้นวาง	0.7	4.50	1/6	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
38	ติดตั้ง Fuel Tank		42.91	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
39	หยิบ Cable Recoil จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/6	○	➡	D	□	▽	NVA
40	ประกอบ Cable Recoil		34.28	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
41	ติด Mark Engine Start		14.56	1/6	●	⇨	D	□	▽	VA
42	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		0.88	1/6	○	⇨	◗	□	▽	NVA
43	หยิบ Shoke จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
44	ติดตั้ง Shoke		29.64	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
45	หยิบ Key Magneto	0.5	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA

	จากชั้นวาง									
46	ติดตั้ง Key Magneto		27.56	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
47	หยิบ Flywheel Woodruff จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	NVA
48	ติดตั้ง Flywheel Woodruff		30.93	1/7	●	⇨	D	□	▽	VA
49	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/7	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
50	หยิบ Inspection Card จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
51	ติด Inspection Card		9.82	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
52	หยิบ Airgun จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
53	ฉีด Airgun ทำความสะอาด		69.05	1/5	●	⇨	D	□	▽	(N)NVA
54	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
55	หยิบ Hose Breather จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
56	ติดตั้ง Hose Breather		44.56	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
57	หยิบ Flywheel Comp Magneto จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
58	ติดตั้ง Flywheel Comp Magneto		50.25	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
59	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
60	หยิบ Swiwel Stop Emergency จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA

61	ติดตั้ง Swiwel Stop Emergency		32.37	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
62	หยิบ Recoil Starter จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	NVA
63	ติดตั้ง Recoil Starter		63.42	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
64	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/5						(N)NVA
65	ติด Label Sitp		15.45	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
66	หยิบสาย Cable NSI จากชั้นวาง	0.5	3.00	1/5	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
67	ติดสาย Cable NSI		33.64	1/5	●	⇨	D	□	▽	VA
68	ตรวจการประกอบทั่วไปด้วยสายตา 1		37.59	1/5	○	⇨	D	■	▽	NVA
69	รอพนักงานร่วมสถานีส่งงาน		11.06	1/5	○	⇨	◗	□	▽	NVA
70	ตรวจการประกอบทั่วไปด้วยสายตา 2		97.74	1/2	○	⇨	D	■	▽	NVA
71	ส่งงานไปสู่สถานีงานถัดไป	2.2	3.00	1/2	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
72	หยิบหัวฉีดน้ำมัน	0.7	4.50	1/3	○	➡	D	□	▽	(N)NVA
73	เติมน้ำมัน		91.37		●	⇨	D	□	▽	VA
74	หยิบหัวฉีดน้ำมันเก็บเข้าที่	0.7	4.50		○	➡	D	□	▽	(N)NVA

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายคุณัช สุขสมานวงศ์ เกิดวันที่ 8 มิถุนายน 2528 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในปีการศึกษา 2551 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2554